



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

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

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS DE
TENSIÓN QUE CARACTERICE LOS EFECTOS QUE PRODUCEN LOS
CAMBIOS DE GEOMETRÍA EN UNA PROBETA PLANA”**

AUTORES: Bryan Isaias Bastidas Sarabia

Luis Fernando Gamboa Sangoquiza

TUTOR: Ing. César Hernán Arroba Arroba, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS DE TENSIÓN QUE CARACTERICE LOS EFECTOS QUE PRODUCEN LOS CAMBIOS DE GEOMETRÍA EN UNA PROBETA PLANA”**, elaborado por los señores **Bryan Isaias Bastidas Sarabia**, portador de la cédula de la ciudadanía **C.I. 160086004-1** y **Luis Fernando Gamboa Sangoquiza** portador de la cédula de la ciudadanía **C.I 180479246-1** estudiantes de la carrera de Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de sus autores
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, septiembre 2023



.....
Ing. César Hernán Arroba Arroba, Mg.
TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Bryan Isaias Bastidas Sarabia**, con C.I. 160086004-1 y **Luis Fernando Gamboa Sangoquiza**, con C.I. 180479246-1, declaramos que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS DE TENSIÓN QUE CARACTERICE LOS EFECTOS QUE PRODUCEN LOS CAMBIOS DE GEOMETRÍA EN UNA PROBETA PLANA”**, así como también las ideas, contenidos, cálculos realizados, resultados, conclusiones y recomendaciones, son de nuestra exclusiva responsabilidad como autores del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2023



.....
Bryan Isaias Bastidas Sarabia
C.I. 160086004-1
AUTOR



.....
Luis Fernando Gamboa Sangoquiza
C.I. 180479246-1
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizamos a la Universidad Técnica de Ambato para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

Cedemos los derechos en línea patrimoniales de nuestro Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además aprobamos 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 nuestros derechos de autor.

Ambato, septiembre 2023



.....
Bastidas Sarabia Bryan Isaias

C.I. 160086004-1

AUTOR



.....
Gamboa Sangoquiza Luis Fernando

C.I. 180479246-1

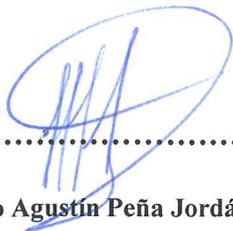
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por los estudiantes Bryan Isaias Bastidas Sarabia y Luis Fernando Gamboa Sangoquiza de la Carrera de Mecánica bajo el tema “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA ENSAYOS DE TENSIÓN QUE CARACTERICE LOS EFECTOS QUE PRODUCEN LOS CAMBIOS DE GEOMETRÍA EN UNA PROBETA PLANA**”.

Ambato, septiembre 2023

Para constancia firman



.....
Ing. Francisco Agustín Peña Jordán, MSc. Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Jorge Enrique López Velástegui, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primero a Dios por ayudarme y brindarme la fuerza necesaria para no rendirme y seguir adelante para finalizar esta etapa de mi vida.

A mis padres, Vicente Bastidas y Rosa Sarabia por brindarme el amor y apoyo incondicional que necesité para sobrellevar y afrontar todos los inconvenientes que surgieron a lo largo de este trayecto.

A mi hija, Valentina Bastidas que gracias a su amor incondicional logro darme la fuerza necesaria para llegar a culminar una meta más.

También se lo dedico a mis hermanas, Liliana Bastidas y Maritza Bastidas, que gracias a su sabiduría y consejos me ayudaron a seguir adelante.

Finalmente, a mis amigos y familia que siempre creyeron en mí y me daban su apoyo y consejos a lo largo de este tiempo.

Bastidas Sarabia Bryan Isaias

DEDICATORIA

A mi amada familia, en especial a mis queridos padres Luis Alfredo Gamboa Cevallos y Meri América Sangoquiza Guachamboza y mi hermano Erick Paúl Gamboa Sangoquiza, quienes siempre han sido mi apoyo incondicional y me han brindado su amor y confianza absoluta en todo momento. Gracias por enseñarme los valores y herramientas que necesitaba para lograr todo lo que me propuse, y por estar a mi lado en cada paso del camino hacia la realización de este proyecto.

Hoy, con orgullo y satisfacción, les dedico este proyecto de titulación. Vuestro aliento y ánimo me dieron las fuerzas necesarias para enfrentar los obstáculos que se presentaron en el camino, y vuestro amor me dio siempre la motivación y determinación para continuar adelante cuando las fuerzas flaqueaban. Agradezco con toda mi alma todo lo que han hecho por mí.

Espero que este trabajo sea para ustedes como lo es para mí, una celebración de la fuerza y unidad que representa nuestra familia. De nuevo, gracias por estar siempre presentes y por apoyarme y comprenderme en cada uno de mis esfuerzos. Sin vuestra presencia, no habría logrado llegar hasta aquí. ¡Los amo!

Gamboa Sangoquiza Luis Fernando

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por darme la fuerza y sabiduría de salir adelante, y de su mano para lograr la obtención de nuevas metas, por dejarme nacer en un hogar excelente lleno de respeto y amor, el cual me brindó a mis padres y hermanas que con su amor incondicional me ayudaron siempre a salir adelante.

También a la universidad y todo su personal, pero principalmente a los profesores que supieron compartirnos su tiempo y conocimientos, ya que sin ellos no habríamos podido llegar a la instancia de obtener finalmente el anhelado título de ingeniero mecánico.

Agradecerles a mis compañeros que me supieron acompañar a lo largo de todo este camino lleno de obstáculos, entre risas y tristezas, gracias por compartir su tiempo y momentos únicos que siempre tendré en mi mente y corazón.

De igual manera a mi tutor, el Ing. Cesar Arroba quien guio y nos llenó de sus conocimientos para lograr un trabajo apropiado ya que su experiencia hizo que demos todo de nosotros mismos y de esta manera llegar a la culminación de este proyecto.

Por último, agradezco a mi compañero Fernando Gamboa por su amistad, apoyo y colaboración para que finalmente podamos culminar con nuestro proyecto y obtener juntos nuestro anhelado título.

Bastidas Sarabia Bryan Isaias

AGRADECIMIENTO

Para empezar, quiero expresar mi agradecimiento a Dios por su guía, bendiciones y presencia constante en cada paso de este viaje. Gracias por darme la fuerza, la inspiración y la sabiduría para enfrentar los desafíos y superar los obstáculos que se presentaron en el camino.

A mi madre, estoy profundamente agradecida por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante. Has sido mi mayor motivación y mi modelo para seguir. Gracias por alentarme a perseguir mis sueños y por creer en mí incluso cuando dudaba de mis propias habilidades. Su amor, paciencia y palabras de aliento siempre han sido mi fuerza motriz. Este logro no hubiera sido posible sin su amor y dedicación.

A mi padre, agradezco profundamente su apoyo incondicional, sabiduría y ejemplo de perseverancia. Gracias por enseñarme el valor del trabajo duro, la disciplina y el compromiso. Sus consejos y palabras de aliento han sido cruciales para mi crecimiento y éxito académico.

También quiero expresar mi agradecimiento a mi asesor, Ing. Arroba Cesar, por su inmensa paciencia, sabiduría y guía a lo largo de este proyecto. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para lograr los resultados obtenidos. Agradezco sus valiosos consejos y enseñanzas, que han dejado un impacto duradero en mi desarrollo profesional.

A Dios, mi madre y mi padre, agradezco por ser mis mayores bendiciones y por ser mis guías en este camino. Su amor, fe y apoyo han sido fundamentales para el éxito de este proyecto técnico de titulación. Mi corazón rebosa de gratitud y amor hacia ti, y siempre llevaré conmigo las enseñanzas y ejemplos que me has dado.

En este momento de celebración y logro, dedico este proyecto con profunda gratitud. Que este proyecto técnico de titulación sirva como reflejo de mi gratitud hacia ti y como testimonio del impacto que has tenido en mi vida.

Gamboa Sangoquiza Luis Fernando

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
RESUMEN EJECUTIVO	xx
ABSTRACT.....	xxi
CAPITULO I.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.1.1 Antecedentes nacionales.....	1
1.1.2 Antecedentes internacionales	2
1.2 Justificación	3
1.3 Marco Teórico.....	5
1.3.1 Conceptos básicos de la resistencia de materiales.....	5
1.3.2 Conceptos básicos criterios de diseño.	7
1.3.3 Principios para el diseño hidráulico.	8
1.3.4 Efectos de los cambios de geometría en las probetas planas.....	9
1.3.5 Probetas para ensayos destructivos por tensión.	10
1.3.6 Objetivo general	12
1.3.7 Objetivos específicos.....	12

CAPITULO II	13
METODOLOGÍA	13
2.1 Materiales.....	13
2.1.1 Materiales para diseño y simulación de la máquina.....	13
2.1.2 Material Hidráulico.	14
2.1.3 Material Eléctrico y Electrónico.....	16
2.1.4 Material Estructural para Bastidor.	18
2.2 Métodos	19
2.2.1 Reconocimiento de la necesidad.	20
2.2.2 Definición del problema.....	20
2.2.3 Diseño.....	21
2.2.3.1 Propuestas de diseño.....	21
2.2.4 Capacidad de carga de la máquina	24
2.2.4.1 Comprobación de capacidad de la máquina.	25
2.2.4.2 Verificación de rotura.....	27
2.2.5 Simulación del circuito hidráulico.....	27
2.2.5.1 Cálculo y selección de Componentes Hidráulicas.....	28
2.2.5.2 Actuador Hidráulico.	28
2.2.5.3 Diámetro del Cilindro.....	28
2.2.5.4 Longitud de carrera.....	30
2.2.5.5 Diámetro del vástago.....	31
2.2.6 Unidad Hidráulica.	34
2.2.6.1 Velocidad de avance.....	35
2.2.7 Caudal de la bomba.	35
2.2.8 Selección de bomba hidráulica.....	36
2.2.8.1 Torque de bomba.....	37
2.2.9 Selección de Motor Eléctrico.	38

2.2.10 Selección de válvula reductora de presión.	40
2.2.11 Filtros.....	41
2.2.12 Selección de Mangueras hidráulicas.	41
2.2.13 Selección de tanque de depósito.....	44
2.2.14 Selección de aceite hidráulico.	45
2.2.15 Diagrama de conexión eléctrica del sistema Hidráulico.	46
2.2.15.1 Simulación eléctrica -mando motor.....	46
2.2.15.2 Simulación circuito electrohidráulico.....	48
2.2.15.3 Conexión celda de carga.....	49
2.2.16 Diseño Estructural.	50
2.2.16.1 Cálculo de esfuerzos perfil cuadrado 1 y 1'.	50
2.2.16.2 Cálculo de esfuerzos en la placa superior.....	55
2.2.16.3 Análisis de Fuerzas en Placa Inferior	59
2.2.16.4 Análisis de Fuerzas en perfil 1 y 1'.	63
2.2.17 Diseño Mordazas.	69
2.2.18 Diseño Soporte de bomba hidráulica.....	72
2.2.19 Selección del proceso de Soldadura (revisar).....	73
2.2.20 Cálculo de Soldadura.....	75
2.2.21 Selección de Pernos.	80
2.2.22 Parámetros de funcionamiento.	81
2.2.22.1 Muestra 1(viñeta).....	82
2.2.22.2 Muestra 2	84
2.2.22.3 Muestra 3	86
CAPITULO III.....	89
3.1 Análisis y discusión de resultados.	89
3.1.1 Análisis del bastidor.	89
3.1.2 Análisis de esfuerzos placa inferior.....	91

3.1.3	Análisis de esfuerzos placa superior.....	93
3.1.4	Construcción.....	95
3.1.5	Evaluación de pruebas de funcionamiento.....	101
3.1.6	Ensayos.....	102
3.1.7	Análisis de Costos	141
CAPITULO IV		144
4.1	Conclusiones.....	144
4.2	Recomendaciones	145
REFERENCIAS		146
ANEXOS		156
ANEXO 01 Manual de Funcionamiento.....		156
Anexo 02. Instrucciones de seguridad.....		161
Anexo 03. Manual de mantenimiento para máquina de ensayos de tensión en probetas planas		162
Anexo 04. Formato para ensayos de tensión.....		164
Anexo 05. Catálogo pistón Hidráulico.....		168
Anexo 06. Catálogo bomba hidráulico.....		169
Anexo 06. Catálogo motor hidráulico.....		170
Anexo 07. Catálogo válvula reductora de presión hidráulica.		171
Anexo 08. Catálogo filtros de baja presión.....		172
Anexo 09. Catálogo manguera hidráulica.....		173
Anexo 10. Catálogo regulador de caudal hidráulico.....		174
Anexo 11. Válvula de control direccional.....		175
Anexo 12. Válvula de control direccional.....		176
Anexo 13. Filtro de succión.		177
Anexo 14. Manómetro con glicerina.....		178
Anexo 15. Filtro de retorno.....		179

Anexo 16. Tapa de filtro.	180
180	
Anexo 17. Visor de nivel.....	181
Anexo 18. Planos de la máquina para para ensayos de tensión que caracterice los efectos que producen los cambios de geometría en una probeta plana.....	182

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Definición de Esfuerzo .	6
Figura 2. Probeta plana para ensayos a tracción DIN EN ISO 6892-2	11
Figura 3. Probetas en fibra de carbono	11
Figura 4. Modalidad de Investigación	20
Figura 5. Probeta para medir la capacidad de la máquina.	24
Figura 6. Diagrama esfuerzo deformación	24
Figura 7. Valores de deformación de la probeta	25
Figura 8. Propiedades mecánicas del PPMA.	26
Figura 9. Diagrama de simulación	27
Figura 10. Dimensiones Diámetro cilindro	29
Figura 11. Dimensiones para longitud de carrera.	30
Figura 12. Ficha técnica del acero F114.	31
Figura 13. Límite de fluencia del acero A36.	33
Figura 14. Catalogo REXROTH	34
Figura 15. Catalogo bombas Marzocchipompe.	36
Figura 16. Motor eléctrico	39
Figura 17. Selección de válvula reductora de presión.	40
Figura 18. Filtros de baja presión ecológicos.	41
Figura 19. Información y conexión	41
Figura 20. Viscosidad vs temperatura	45
Figura 21. Características aceite ISO 68	46
Figura 22. Diagrama de conexión de motor.	47
Figura 23. Simulación de conexión de componentes.	48
Figura 24. Simulación conexión electrohidráulica.	49
Figura 25. Diagrama de conexión célula de carga	49

Figura 26. Estructura bastidor.....	50
Figura 27. Tubería Cuadrada.....	55
Figura 28. Diagrama de fuerzas en base soporte superior.....	56
Figura 29. Diagrama de cuerpo libre.....	56
Figura 30. Esfuerzo Cortante	57
Figura 31. Momento Flector.....	57
Figura 32. Propiedades de las secciones para un Rectángulo	58
Figura 33. Analisis de fuerzas	60
Figura 34. Diagrama de Esfuerzos	60
Figura 35. Esfuerzo Cortante.....	61
Figura 36. Momento Flector.....	61
Figura 37. Características perfil C.....	62
Figura 38. Analisis de fuerzas en perfil.....	64
Figura 39. Análisis de Esfuerzos	64
Figura 40. Esfuerzo cortante	65
Figura 41. Diagrama de momento flecto.....	65
Figura 42. Dimensiones ángulo doblado.....	66
Figura 43. Características técnicas tubo cuadrado 30*30*2	67
Figura 44. Mordaza	69
Figura 45. Coeficiente de rozamiento tornillo tuerca.....	70
Figura 46. Diámetro medio en tuerca.....	71
Figura 47. Bosquejo de uniones soldadas en bastidor.....	75
Figura 48. Tamaño mínimo de soldadura filete, h	76
Figura 49. Cargas permisibles para varios tamaños en soldadura filete	77
Figura 50. Dimensiones de Tornillos	81
Figura 51. Probeta sin orificio.....	82
Figura 52. Probeta con orificio.....	82

Figura 53. Barra en tensión o compresión simple con agujero transversal.....	83
Figura 54. Barra en tensión o compresión simple con agujero transversal.....	84
Figura 55. Probeta disminuida área efectiva.	84
Figura 56. Barra rectangular con filetes en tensión	86
Figura 57. Barra rectangular con filetes	86
Figura 58. Barra rectangular con filetes en tensión	87
Figura 59. Barra rectangular con filetes en tensión.....	88
Figura 60. Diseño bastidor en ANSYS.	89
Figura 61. Deformación total Bastidor.....	90
Figura 62. Deformación direccional en el eje Y.	90
Figura 63. Análisis de factor de seguridad.....	91
Figura 64. Placa Base	91
Figura 65. Deformación total placa base.....	92
Figura 66. Deformación direccional en el eje Y placa base.....	92
Figura 67. Análisis de factor de seguridad.....	93
Figura 68. Placa I.....	93
Figura 69. Deformación total placa I.....	94
Figura 70. Deformación direccional en el eje Y placa base.....	94
Figura 71. Análisis de factor de seguridad.....	95
Figura 72. Regulación de presión y caudal.	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Distribución provincial de estudiantes en el Ecuador [18].	5
Tabla 2.	Materiales para diseño y simulación de la máquina	13
Tabla 3.	Material hidráulico.	14
Tabla 4.	Material Eléctrico.	16
Tabla 5.	Material Estructural	18
Tabla 6.	Ventajas y desventajas de las propuestas de diseño.	22
Tabla 7.	Tabla de rendimiento hidromecánico [39]	37
Tabla 8.	Fuerza de Agarre [52].	69
Tabla 9.	Tabla de Proceso Bomba Hidráulica.	72
Tabla 10.	Características para el proceso de soldadura.	73
Tabla 11.	Tipos de Soldadura	74
Tabla 12.	Preselección de soldadura.	74
Tabla 13.	Aplicaciones de proceso de soldadura.	75
Tabla 14.	Características ER70S-3 [54].	76
Tabla 15.	Tamaño mínimo de soldadura de filete [55].	79
Tabla 16.	Dimensiones nominales para agujeros [25].	81
Tabla 17.	Proceso de Construcción máquina de Deformaciones.	96
Tabla 18.	Proceso de Construcción máquina de Deformaciones – Sistema Hidráulico.	98
Tabla 19.	Proceso de Construcción máquina de Deformaciones – Sistema eléctrico.	99
Tabla 20.	Proceso de Construcción máquina de Deformaciones – pintura y ensamble	100
Tabla 21.	Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 1.	102
Tabla 22.	Obtención y análisis de resultados con agujero transversal -Grupo 1.	104
Tabla 23.	Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 1.	106

Tabla 24. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 1.....	108
Tabla 25. Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 2.....	110
Tabla 26. Obtención y análisis de resultados con agujero transversal -Grupo 2. ..	112
Tabla 27. Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 2.....	114
Tabla 28. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 2.....	115
Tabla 29. Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 3.....	118
Tabla 30. Obtención y análisis de resultados con agujero transversal -Grupo 3. ..	119
Tabla 31. Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 3.....	121
Tabla 32. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 3.....	123
Tabla 33. Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 4.....	125
Tabla 34. Obtención y análisis de resultados con agujero transversal -Grupo 4. ..	127
Tabla 35. Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 4.....	129
Tabla 36. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 4.....	131
Tabla 37. Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 5.....	133
Tabla 38. Obtención y análisis de resultados con agujero transversal -Grupo 5. ..	135
Tabla 39. Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 5.....	137
Tabla 40. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 5.....	139
Tabla 41. Costos de Construcción.....	141

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto surge de la necesidad de una máquina de ensayos de tensión que caracterice las deformaciones geométricas en probetas planas, la cual facilite la comprensión de los concentradores de tensión.

En este proyecto se utilizó principios y criterios de diseño mecánico para la construcción de la máquina de ensayos de tensión, cuenta con un sistema de control hidráulico y un sistema electrónico especializado en la medición de cargas o fuerzas. Se buscó que la máquina sea versátil y se adapte a probetas planas de diferentes geometrías y espesores. Se realizaron una serie de ensayos de tensión con diferentes geometrías para entender el comportamiento de los concentradores de tensión en el PMMA (acrílico), al ser sometido a diferentes cargas y condiciones, los datos registrados como la carga aplicada fueron analizados y comparados entre softwares especializados en análisis estático y los datos arrojados por la máquina, identificando las variaciones del comportamiento mecánico de las probetas debido a los cambios de sección y geometría,

Al culminar la construcción de la máquina propuesta, permitió obtener datos favorables con un margen de error máximo del nueve por ciento en los ensayos de tensión realizados, proporcionando una herramienta útil en el campo de la Ingeniería.

Palabras claves: resistencia, deformidades geométricas, concentradores de tensión, PMMA, Von Misses, cambios de geometría, desplazamiento.

ABSTRACT

Tensile tests are important to understand the mechanical behavior of different materials when subjected to different loads and conditions. These tests allow understanding the different properties such as strength, elasticity, ductility, and stiffness of the element, being crucial for the design and selection of materials in industrial and structural applications.

However, it is necessary to keep in mind that geometry changes in flat specimens have a significant impact on the mechanical behavior of the materials while they are subjected to stress. These changes include variations in the cross section, due to the presence of holes or different geometrical irregularities generating a concentration of stresses and different localized deformations.

This is the reason why the necessary knowledge is provided to design and build a machine that allows visualizing the geometry changes that originate in a specimen. Previous research on the subject was carried out, continuing with design ideas, and following the design parameters given by the book "Shigley's Design in Mechanical Engineering".

Once the design and analysis were done in the different softwares, we proceeded to verify plans for the construction of the prototype. Once the machine was built, the calibration and printing of different specimens was carried out.

Keywords: strength, geometric deformities, stress concentrators, localized deformations.

CAPITULO I

1.1 Antecedentes Investigativos

La calidad es uno de los aspectos más importantes, la investigación, diseño en el campo ocupacional del Ingeniero Mecánico, es uno de los más amplios a nivel internacional como nacional [1]. Desde el contexto interno, la Universidad Técnica de Ambato con su sede en la parroquia Celiano Monge de la provincia de Tungurahua del cantón Ambato, se encuentra en un proceso de renovación y adaptaciones a las tecnologías actuales.

Actualmente en el Ecuador, no existen las máquinas necesarias para cubrir la demanda de investigaciones en ensayos de tracción o para demostraciones didácticas, debido a sus altos costos de adquisición y compleja manipulación [2]. Los estudiantes se han visto forzados en asistir a otras instituciones, al no contar con los conocimientos necesarios o guías de laboratorio para la manipulación de las máquinas de ensayos universales [3]. Seguidamente, se proporcionarán algunos ejemplos realizados en el exterior y a nivel nacional, sobre proyectos previamente realizados con el tema de deformaciones geométricas en probetas planas.

1.1.1 Antecedentes nacionales

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador se desarrolló el tema del proyecto “Diseño y construcción de una máquina para ensayos de resistencia por tracción en probetas de polímeros impresos en 3d” por el señor Luis Asdrubal Castagneto Florencia, donde el presente trabajo de titulación buscó un beneficio local en los alumnos que realizan las prácticas en los laboratorios de mecánica de la ESPOCH, la máquina permitía entender los cambios de geometría y la resistencia de tracción que el polímero presentaba, al ser sometida a diferentes cargas, la máquina presentó un porcentaje de error del 1.4417% [4].

Joaquín Mogollón Jijón, magister de la universidad San Francisco de Quito, con su tesis de graduación con el tema “Diseño y construcción de una máquina de ensayo por tracción”, lo cual permitió comprender las condiciones de repetibilidad y reproducibilidad, describiendo las condiciones geométricas que las probetas presentaban al ser sometidas a las fuerzas necesarias, para el desarrollo de estas

muestras, las cuales fueron guiadas por los Inter laboratorios. Esta aplicación se recibieron dos grupos de muestras, en la cual el primer grupo constaba con muestras o probetas previamente preparadas, obteniendo datos cuantitativos [5]. Se presenta la construcción de la máquina y cómo obtener un control adecuado de la misma, permitiendo analizar los resultados de una manera adecuada.

Los estudiantes Alvear Rueda, Erick Patricio; Hato Valladares, Ángelo Alexander con el tema “Diseño e implementación de un equipo experimental para análisis de esfuerzos mecánicos utilizando la máquina de ensayos MTS, en materiales isótropos, transparentes y continuos mediante el análisis de imágenes foto elásticas”, equipos que permitió observar las deformaciones del material cuando son sometidas a esfuerzos, pudiendo obtener una visión óptica más exacta y permitiendo identificar en donde se va a producir las fallas principales de diseño en los concentradores de esfuerzos [6].

1.1.2 Antecedentes internacionales

En 2021 los estudiantes Juan Sebastián Galindo Suarez, Johan Esteban Montoya Álvarez, presentaron el tema “Diseño y construcción del sistema mecánico de una máquina de tracción para materiales blandos”. Teniendo como objetivo la tracción para materiales poliméricos, analizando los métodos o alternativas, para obtener un accionamiento adecuado de la máquina. Primordialmente el diseño de la máquina de tracción se obtuvo de datos, catálogos y libros. Los datos proporcionaron la información necesaria, la elaboración del proyecto muestra la selección de los materiales y diseño de las componentes necesarias para la conformación de la estructura de la máquina, entendiendo la capacidad necesaria de esta. Las componentes como tornillos, vigas, mordazas y placas se pudieron entender como un sistema de transmisión de potencia. Emplearon los mismos procesos de manufactura necesarios para la construcción y armado de la máquina. Esta construcción y armado de la máquina posee una capacidad de 5 toneladas permitiendo efectuar el ensayo de tracción [7].

El Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa de la ciudad de Cuba presenta el tema: “Empleo del MEF para determinar las tensiones del acero AISI 1045 endurecido superficialmente” realizado por Neuri Torres Leyva, el trabajo presenta una investigación de deformación geométrica, usando un rodillo como un elemento deformante, donde se pueden observar las fuerzas aplicada de 500,1500 y 2500 N a un

avance de 0,075; 0,125 y 0,25 mm/Rev. Las probetas de estas fueron enmalladas y se obtuvieron las simulaciones que correspondían al MEF. La aplicación de estas fuerzas son efectos positivos para obtener un valor significativo de la estabilidad hidráulica que debe presentar la máquina [8].

En la Universidad Autónoma de Nuevo León se publicó un artículo científico titulado “Cálculo del factor de concentración de esfuerzos utilizando SolidWorks” en el que se examinaron las consecuencias de los cambios de geometría en los materiales. Estos cambios geométricos pueden variar desde filetes hasta orificios para lograr un estudio apropiado de los concentradores de tensión, lo que esto conlleva una falla en función del material, geometría y esfuerzo al que está sometido [9].

La Universidad Tecnológica de Pereira se desarrolló el tema de proyecto “Cálculo del factor de concentrador de esfuerzos en placas planas variando las ecuaciones de forma por medio del método de elementos finitos” por los señores Juan Sebastián Clavijo Gonzales y César Daniel Montoya Osorio los cuales desarrollaron, como los factores de esfuerzo, deformación, elasticidad y los concentradores de tensión entre otros factores fundamentales afectando a los materiales al momento de ser sometidas las placas planas a fatiga [10].

En la Universidad de los Andes se realizó el proyecto con el nombre de “Análisis de concentradores de esfuerzos con diferentes geometrías y materiales en pruebas de tensión” realizado por Juan José Rodríguez Jurado. En el cual se detalla los parámetros de la resistencia a la cedencia, así como también como la distribución de esfuerzos cambia drásticamente al momento de existir cualquier tipo de discontinuidad en la geometría del material que será ensayado [11].

Los estudiantes Claros y Gallego de la Universidad Técnica de Pereira, con tema de tesis “Diseño mecánico de una máquina universal de ensayos para polímeros”, la cual detalla el diseño mecánico la cual brindara información para verificar polímeros con respecto a su diseño y al cumplimiento de ciertos requisitos [12].

1.2 Justificación

A nivel mundial los estudios experimentales preliminares enfocados al diseño y construcción de nuevos elementos mecánicos o estructurales, han conllevado a los estudios y análisis de diferentes métodos, para la obtención de características

geométricas mecánicas. [13] Para el diseño de componentes de máquinas es necesario el conocimiento de la tensión, ductilidad, características de endurecimiento y elasticidad.

Actualmente el ingeniero se encuentra comprometido con el mejoramiento de los distintos métodos de diseño, identificando las necesidades y tomando decisiones acertadas, por lo que conlleva a realizar distintos ensayos en probetas normalizadas que guiaran a una correcta obtención de datos para los diferentes diseños mecánicos [14].

Los ensayos a tracción han proporcionado la información necesaria para conocer el comportamiento cuantitativo y cualitativo ante los cambios geométricos que puede sufrir un material, al ser sometidas estas, a fuerzas externas, ya que estas trazan una gráfica, como la curva de tensión obteniendo así el punto en el que el material falló [15]. Este tema de estudio permite conocer la capacidad de carga y deformación geométrica típica de alargamiento, no obstante, este proyecto responderá a los ensayos cualitativos de tracción con un fin didáctico y no se encontrará ligada con los requisitos de especificación de la norma ASTM-E8M.

En la industria del diseño en la ciudad de Ambato carece de un equipo que facilite el estudio de estos ensayos de tracción, por parte de los docentes han necesitado presentar a nivel educativo las caracterizaciones y los efectos que producen los cambios de geometría, a su vez los estudiantes han buscado fuentes y observado videos para obtener la información necesaria para responder las diferentes interrogantes, al no contar con un equipo que les permita observar estos cambios, por lo que el actual trabajo de investigación propondrá investigar, diseñar y elaborar una máquina de ensayo de tensión a nivel didáctico que caracterice los cambios geométricos y efectos que se producen en las probetas, ya que fomentara a los estudios pertinentes, que se encuentran ligadas a las diferentes áreas de Ingeniería [16].

La presente investigación y aplicación de este proyecto, se verá reflejada en el área de diseño. Este mecanismo se la podrá utilizar en las diferentes áreas de estudio como: Resistencia de Materiales, Diseño Mecánico, Diseño de Estructuras, entre otras materias [17].

Tabla 1. Distribución provincial de estudiantes en el Ecuador [18].

PROVINCIA	2017	2018	Part. %	Var. % 16/12
TOTAL	590.727	632.541	100%	1.38%
Pichincha	139.513	160.114	25.31%	2.79%
Guayas	135.141	131.602	20.81%	-0.53%
Loja	62.492	64.547	10.20%	0.65%
Manabí	49.655	56.687	8.96%	2.68%
Azuay	42.990	41.772	6.60%	-0.57%
Chimborazo	28.107	28.142	4.54%	0.02%
Tungurahua	25.534	27.877	4.41%	1.77%
Resto del país	107.295	121.800	19.3%	2.57%

En la tabla 1, distribución provincial de estudiantes realizada por el SENESCYT en el 2020 se puede observar que 4.41% de la comunidad estudiantil de las universidades está en la provincia de Tungurahua con alrededor de 26705 estudiantes entre el 2017 y 2018 de los cuales 17456 estudiantes pertenecen a la Universidad Técnica de Ambato y 395 aproximadamente pertenecen a la carrera de Mecánica en la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica los cuales van a ser los beneficiarios directos de este proyecto ya que impulsara el aprendizaje de materias en las cuales interviene el estudio de elementos en tracción [18].

1.3 Marco Teórico

1.3.1 Conceptos básicos de la resistencia de materiales.

El estudio de la resistencia de materiales se centra en los comportamientos que tiene el material al ser sometido a fuerzas o cargas externas.

➤ Esfuerzo (σ)

El esfuerzo se define como la intensidad de las fuerzas o componentes que se encuentran previamente distribuidas, que al interactuar resisten un cambio en la forma del cuerpo, estas solo existen dentro del cuerpo. Cabe indicar que el esfuerzo no se la puede ver en una ampliación de campo, pero si se la observar en sus efectos físicos [19].

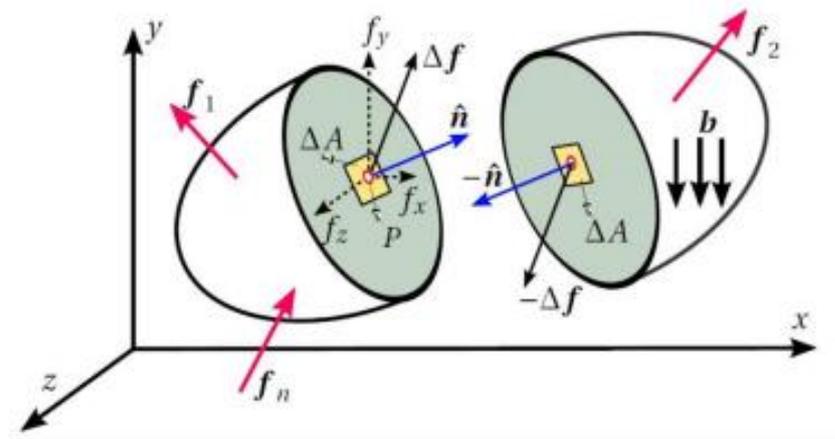


Figura 1. Definición de Esfuerzo [19].

➤ **Deformación (ϵ)**

Es la modificación relativa de la longitud o de la forma al ser el material sometido a una fuerza. Se la puede expresar por el cambio absoluto en la longitud o un cambio relativo [19].

➤ **Ley de Hooke.**

Implanta que el esfuerzo (σ), es directamente proporcional a la deformación (ϵ), la ley de Hooke se aplica a muchos materiales elásticos. Es importante señalar que la ley de Hooke es un aproximado y válida para deformaciones pequeñas y materiales elásticos lineales [20].

➤ **Módulo de elasticidad (E)**

Es una medida de la rigidez de un material y la capacidad que la misma posee para deformarse elásticamente al aplicar una carga. Se la define como la relación entre el esfuerzo y la región elástica [20].

➤ **Resistencia a la tracción.**

Es la capacidad que posee un material para resistir fuerzas a la tracción antes de llegar a su ruptura [20].

➤ **Coefficiente de Poisson**

Medida de la deformación transversal, que ocurre en un material cuando se le aplica una carga longitudinal. El coeficiente de Poisson posee un valor entre los rangos de 0.1 a 0.4, para la mayoría de los materiales comunes [21].

➤ **Fluencia y plasticidad.**

La fluencia es la deformación plástica continua, al someter al material con una carga constante o sostenida, durante un prolongado tiempo [21].

1.3.2 Conceptos básicos criterios de diseño.

De acuerdo con la teoría de Von Mises, los criterios de diseño se definen como un conjunto de requisitos o restricciones que deben cumplirse para garantizar que un material o estructura sea segura y resistente. Estos estándares se basan en la teoría de la resistencia de los materiales y se utilizan para evaluar la capacidad de un material o estructura para soportar las cargas o fuerzas aplicadas sin sufrir deformaciones significativas o fallas catastróficas.

➤ **Consideraciones de equilibrio.**

Cuando la suma de fuerzas y momentos sobre cada elemento es igual a cero, un sistema de fuerzas está en equilibrio. Además, la idea tiene un impacto en la configuración geométrica y el sistema de fuerzas aplicadas [22].

➤ **Momento flector máximo.**

El momento de fuerza producido sobre una sección transversal por un sistema de distribución de tensiones se conoce como momento flector máximo. Dichas tensiones pueden ser cargas distribuidas o puntuales [23].

➤ **Momento resistente.**

Es una medida que mide la resistencia de un elemento mecánico a la flexión. La forma y dimensiones de la sección transversal permiten su cálculo [23].

➤ **Inercia de un componente**

Es la capacidad de los cuerpos para permanecer en su estado de reposo relativo, es decir, es la resistencia que tienen los cuerpos a cambiar su estado de movimiento [24].

➤ **Esfuerzo de tensión.**

En el diseño, la suposición de una distribución uniforme del esfuerzo a menudo se traduce en tensión pura, compresión pura o cortante puro, dependiendo de la dirección de aplicación de la fuerza [14].

➤ **Diseño mediante Esfuerzos Permisibles.**

Este enfoque se basa en los principios del diseño de estados límites, que establecen los límites de la utilidad estructural. El objetivo principal de está es reducir los esfuerzos unitarios que se presentan en los miembros estructurales a comparación de los esfuerzos unitario. Este método conceptualiza la resistencia admisible en tracción se puede calcular dividiendo la resistencia nominal por un factor de seguridad [25].

➤ **Longitud efectiva.**

Es un método matemático que se usa para cambiar o remplazar una columna con diferentes condiciones en los extremos [25].

➤ **Relación de esbeltez**

Se produce como resultado de un pandeo, cuando las componentes de una máquina se encuentran sometidas principalmente a compresión. Se analiza a través de la relación entre la longitud de pandeo y el radio de giro mínimo de la sección [25].

1.3.3 Principios para el diseño hidráulico.

La construcción hidráulica se basa en una serie de criterios que son esenciales para asegurar un rendimiento eficiente y seguro a continuación se detallan los siguientes criterios:

➤ **Caudal.**

El caudal de fluido hidráulico requerido para el funcionamiento de la máquina es un elemento de gran importancia en el diseño hidráulico. Es fundamental determinar con precisión este caudal con el fin de asegurar un rendimiento óptimo y evitar problemas como la sobrecarga del sistema o la falta de potencia.

➤ **Presión.**

La presión del fluido hidráulico es un aspecto crucial en el diseño hidráulico. Se busca asegurar que la máquina sea capaz de manejar de manera segura y eficiente la presión requerida. Para lograrlo, es necesario seleccionar cuidadosamente los componentes y materiales adecuados que puedan soportar la carga de trabajo sin presentar fallas.

➤ **Velocidad.**

La velocidad de funcionamiento de una máquina hidráulica desempeña un papel fundamental en su diseño. Es necesario determinar tanto la velocidad de operación deseada como los límites de seguridad. Una velocidad inadecuada puede afectar negativamente tanto la eficiencia como la vida útil de la máquina.

➤ **Control.**

Para controlar y supervisar el funcionamiento de la máquina hidráulica, el diseño debe incluir un sistema de control adecuado. Para garantizar un rendimiento preciso y seguro, esto puede incluir válvulas, actuadores y dispositivos de control.

1.3.4 Efectos de los cambios de geometría en las probetas planas.

Los cambios en la geometría de las probetas planas pueden tener una variedad de efectos sobre el comportamiento mecánico de los materiales sometidos a pruebas de tensión. A continuación, se presentan efectos cruciales para tener en cuenta:

➤ **Concentración de tensión**

Las zonas de tensión concentrada se crean cuando se llegan a producir cambios bruscos en la geometría de una probeta plana, como cambios en la sección transversal o debido a la presencia de agujeros. Estas áreas normalmente llegan a presentar tensiones más altas que el resto del material, lo que puede causar grietas o fracturas [26].

➤ **Deformación localizada.**

Los cambios geométricos pueden resultar en una redistribución del campo de tensión dentro de la probeta. Esto podría conducir a deformaciones localizadas en áreas específicas, lo que podría afectar a la resistencia y ductilidad del material. Por ejemplo, cuando en una probeta plana se produzca una reducción brusca de sección, se llega o se puede producir una estricción localizada afectando el comportamiento global de la probeta [26].

➤ **Influencia en la distribución de tensiones.**

Los cambios de geometría también pueden tener un impacto en cómo se distribuyen las tensiones a lo largo de la probeta. Por ejemplo, un cambio en el grosor de la probeta

puede tener un impacto en cómo se distribuyen las tensiones en todo el plano de corte, afectando la resistencia y rigidez del material [26].

➤ **Cambio en el flujo de esfuerzos.**

Los cambios geométricos pueden afectar el flujo de esfuerzos durante la prueba de tensión, conduciendo a cambios en las líneas de flujo de la trayectoria, lo que podría tener un cambio en cómo se produce la deformación y propagación de las grietas [26].

➤ **Variación de la respuesta elástica y plástica.**

Los cambios de geometría influyen en la respuesta elástica y plástica del material, por ejemplo, al producirse una reducción brusca de la sección esta puede causar una acumulación de tensiones, produciendo una deformación plástica localizada antes de que el material llegue a su límite elástico [26].

1.3.5 Probetas para ensayos destructivos por tensión.

Para los ensayos de tracción, las probetas planas tienen distintas composiciones. Se trata de probetas de acero estructural, así como de aleaciones de acero, acero inoxidable, aluminio y magnesio. Materiales como el acero, el hierro fundido, el aluminio y otros materiales se ensayan con probetas de acero estructural. Son resistentes y tienen una superficie lisa que permite realizar ensayos aplicando una presión constante. Para probar la resistencia mecánica de materiales endurecidos, se utilizan probetas de acero aleado. Además, se emplean en ensayos de compresión y para evaluar la tenacidad y dureza de los materiales. La popularidad de las probetas de acero inoxidable se debe a su resistencia a las altas temperaturas y a la corrosión. Se emplean para medir la durabilidad de un material en condiciones de calor y humedad. Las probetas de aluminio son compactas, se utilizan para evaluar la resistencia mecánica de materiales no metálicos y son asequibles. Las resistencias a la flexión o a la tracción de los materiales se evalúan con muestras de magnesio. Como son ligeras, manipularlas y moverlas es sencillo.



Figura 2. Probeta plana para ensayos a tracción DIN EN ISO 6892-2 [27]

De igual manera los ensayos universales de fibras y materiales compuestos son realizados con probetas rectangulares y se utilizan para medir la resistencia a la tracción, la elongación y la elasticidad de una muestra de material. Se realiza colocando una muestra de material en una máquina de ensayos, que aplica una fuerza gradual a la muestra hasta que se rompa. El resultado del ensayo se registra como la tensión, o fuerza por unidad de área, a la que se fracturó la muestra.

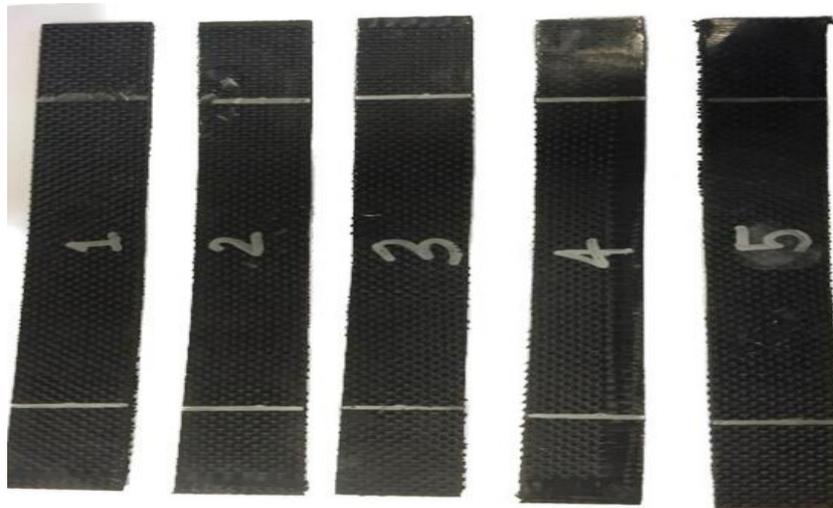


Figura 3. Probetas en fibra de carbono [28].

1.3.6 Objetivo general

Diseñar y construir una máquina para ensayos de tensión que caracterice los efectos que producen los cambios de geometría en una probeta plana.

1.3.7 Objetivos específicos

- Establecer los parámetros requeridos para el funcionamiento de la máquina de ensayos de tensión mediante revisión bibliográfica y delimitando su capacidad.
- Diseñar los diferentes elementos que conforman la máquina aplicando criterios y teorías de diseño.
- Construir los elementos de la máquina de ensayos de tensión según las especificaciones determinadas en el diseño.
- Evaluar el funcionamiento de la máquina de tensión mediante el desarrollo de ensayos de probetas sometidas a tensión.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

2.1.1 Materiales para diseño y simulación de la máquina.

Los instrumentos necesarios facilitarán el diseño, cálculos y análisis necesarios para el diseño y construcción de la máquina.

Tabla 2. Materiales para diseño y simulación de la máquina

Nombre	Descripción
Computador	Instrumento que permitirá la instalación de todos los softwares necesarios para el modelado de las piezas, ensamblaje de la máquina y análisis de esfuerzos.
Software Diseño CAD (SolidWorks).	Software que permite el modelado mecánico en 2D y 3D, brinda las herramientas necesarias para el diseño de piezas y planos de construcción.
Software Diseño CAD. AutoCAD.	Software para diseño asistido, se lo utiliza para crear diseños y dibujos en 2D y 3D, presenta diferentes herramientas para crear y editar formas geométricas.
Software libre para análisis de esfuerzos.	Software especializado que permite analizar deformaciones ocasionadas por fuerzas externas e internas de la máquina.
Software especializado para análisis de caudales	Software especializado que permite la simulación de los caudales, desplazamiento de los pistones y control de las electroválvulas.
Software especializado para simulador de conexiones eléctricas	Software especializado que permite simular las conexiones eléctricas con sus respectivos relays.

Software libre para diseñar sistemas, con lenguaje de programación.	Software de ingeniería en sistemas que permite el control de hardware y software para sistemas que requieren pruebas y medidas facilitando el acceso a los datos.
---	---

2.1.2 Material Hidráulico.

El proceso de selección del material hidráulico se basa en las diferentes máquinas hidráulicas y se identifican los componentes más cruciales para el funcionamiento adecuado de la unidad hidráulica.

Tabla 3. Material hidráulico.

Nombre	Descripción	Representación Gráfica
Grupo Hidráulico	Equipo empleado para suministrar el caudal necesario, permite compensar la presión en la máquina.	
Bomba de desplazamiento variable.	Encargada de proporcionar un caudal volumétrico variable, según el desplazamiento y el número de revoluciones que se presente.	

Tabla 3. Material hidráulico – continuación.

<p>Válvula de 4/3 vías configurable.</p>	<p>Posee dos bobinas magnéticas con accionamiento directo, equipo que permite la activación de la bomba.</p>	
<p>Válvula antirretorno (desbloqueable).</p>	<p>Válvula encargada de regular la presión permite el paso libre del caudal y a su vez el bloqueo de esta.</p>	
<p>Válvula limitadora de presión</p>	<p>Si la presión supera los límites establecidos la misma se abre y en caso contrario la válvula si tiene perdidas la misma se cierra.</p>	
<p>Válvula reguladora de presión de 2 vías</p>	<p>Válvula encargada de equilibrar y regular la presión en diferentes puntos.</p>	

<p>Cilindro doble efecto con vástago en un lado.</p>	<p>Posee un embolo que permite operar con el interruptor del sistema, encargada de traccionar el circuito para producir la deformación de la probeta.</p>	
--	---	--

2.1.3 Material Eléctrico y Electrónico.

Fue necesario realizar un análisis de los materiales, Tabla 4. Que proporcionarán la protección necesaria al motor de la unidad hidráulica y sus demás componentes. A si mismo las partes electrónicas brindarán la obtención de los datos para su respectivo registro.

Tabla 4. Material Eléctrico.

Nombre	Descripción	Representación Gráfica
Disyuntor	Utilizado principalmente para proteger a los dispositivos eléctricos, en caso de que ocurra un error de aislación.	
Contactor.	Permite cerrar o abrir circuitos, es la pieza principal para realizar el automatismo del motor eléctrico.	

<p>Relé Térmico</p>	<p>Dispositivo electromecánico, utilizado para proteger al motor eléctricos, cuidando de sobrecargas o calentamientos. Alargando la vida de estos.</p>	
<p>Interruptores Rojo, Verde</p>	<p>Dispositivo que permite, abrir y cerrar el flujo de corriente eléctrica, posee la función de On/off desde un centro de mando.</p>	
<p>Botón pulsador On/Off</p>	<p>Permite o interrumpe el paso de la corriente en el motor de la máquina.</p>	
<p>Botón pulsador de Seta.</p>	<p>Permite la inmediata respuesta, ante una emergencia o problema en el sistema.</p>	

<p>Arduino</p>	<p>Equipo utilizado para la obtención de datos, enviados por la celda de carga.</p>	
<p>Celda de carga 3tnf.</p>	<p>Transductor que convierte la fuerza principalmente en una señal eléctrica. Las mediciones de estas, se las realiza con pequeños patrones de resistencias.</p>	

2.1.4 Material Estructural para Bastidor.

Tabla 5. Material Estructural

Nombre	Descripción	Representación Gráfica
<p>Perfil Estructural en C.</p>	<p>Material ideal, para construcciones ligeras en general, así como para cualquier tipo de estructura donde sea necesaria la menor relación peso-resistencia.</p>	

<p>Perfil Estructural en L.</p>	<p>Material en acero negro, ideal para uso en construcciones de estructuras especiales.</p>	
<p>Tubo rectangular y cuadrado</p>	<p>Material de acero negro ofrecen avances notables, incluida la capacidad de crear cajas con facilidad de soldaduras e instalación permitiendo ahorros de tiempo significativos.</p>	

2.2 Métodos

Se utilizó la metodología planteada o presentada por Diseño en ingeniería mecánica de Shigley novena edición donde muestra que “el proceso de diseño comienza con la identificación de la naturaleza y la decisión de resolverla” pg. (5) [14], en la cual se divide en 5 fases:

- Reconocimiento de la necesidad
- Definición del problema.
- Planteamiento de alternativas en síntesis y selección.
- Diseño.
- Construcción
- Ejecución de pruebas de funcionamiento.

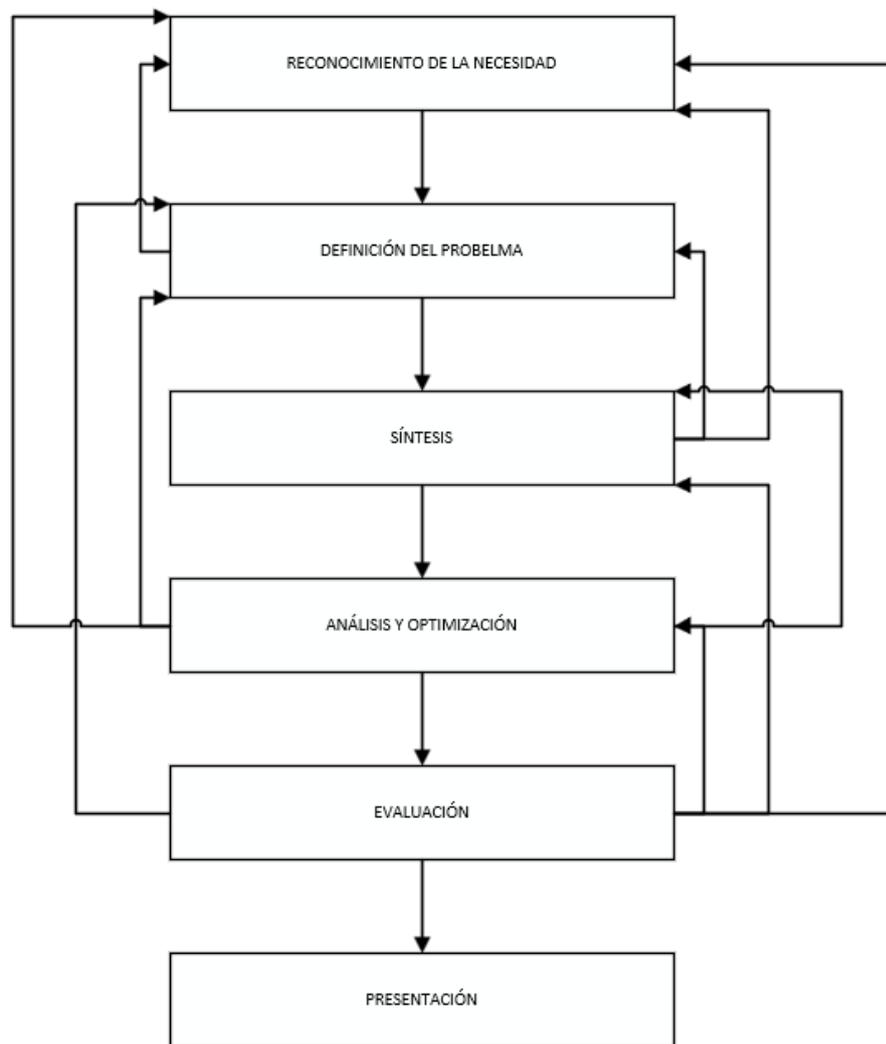


Figura 4. Modalidad de Investigación [14].

2.2.1 Reconocimiento de la necesidad.

En esta etapa principalmente se reconoció la necesidad en construir la máquina para ensayos de tensión que caracterice los efectos que producen los cambios de geometría en una probeta plana. Al identificar las necesidades de los estudiantes al no conocer de una forma visual los efectos o cambios que puede sufrir un material al ser sometido a una carga de tensión, o a la carencia de conocimientos de los concentradores de tensión. Es necesario que los conocimientos sobre cómo los cambios de geometría llegan a afectar el comportamiento de los materiales sean comprendidos.

2.2.2 Definición del problema.

Debido a la falta de conocimientos por parte de los estudiantes y la falta de una máquina para ensayos de tensión que caracterice los cambios geométricos en una

probeta plana, se plantea la necesidad de crear una máquina específica que permita evaluar los efectos en la geometría de las probetas al ser sometidas a diferentes cargas de tracción, la misma que facilitará el aprendizaje y disminuirá la complejidad de uso que existe en la máquina universal de ensayos.

Debido al alto costo de fabricación de las probetas cilíndricas con diferentes materiales, se toma la decisión de utilizar probetas planas, debido a su forma bidimensional y una sección transversal uniforme.

La falta de experiencia técnica requiere adquirir un alto nivel de conocimientos técnicos para la manipulación de los equipos, que caractericen las deformaciones geométricas en las probetas planas, lo cual ha sido una limitante para los estudiantes, debido a la inadecuada calibración e incorrecto uso del software especializado, lo cual conduce a obtener datos erróneos de ensayo [29].

2.2.3 Diseño

Proceso en la cual se determinó las características necesarias para la construcción de la máquina, este proceso fue primordial debido a que, en esta fase, se procedió a diseñar el nuevo producto, en donde intervinieron ideas, imaginación, esta etapa fue la etapa más creativa. Para el diseño del producto, se sacó a borrador alternativas de diseños, cálculos, controles de carga y desplazamiento, estabilidad y rigidez, el sistema de sujeción, forma y medidas.

2.2.3.1 Propuestas de diseño.

Parte en la que se realizó la propuesta de una colección de diseños estructurales, se detallarán los requisitos y especificaciones del proyecto, tales como la compatibilidad de los componentes en los sistemas de medición, costos de producción, seguridad y los métodos de recopilación y control de datos como se pueden observar en la Tabla 6.

Tabla 6. Ventajas y desventajas de las propuestas de diseño.

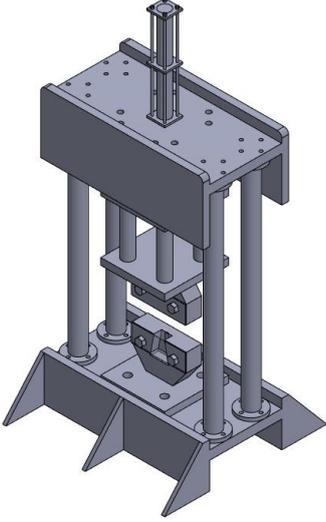
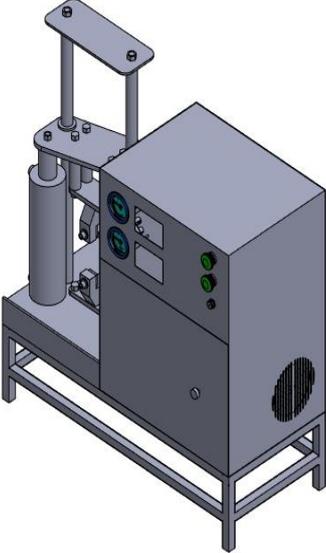
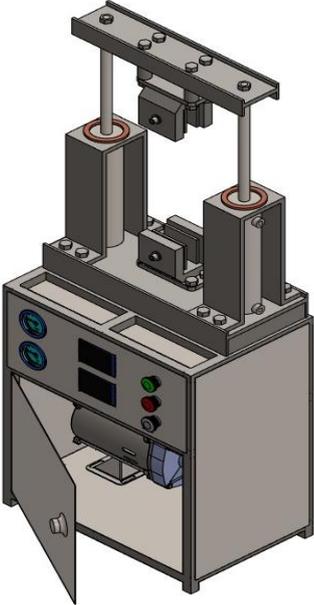
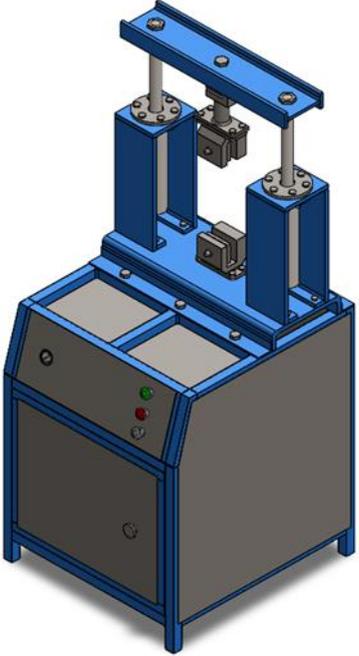
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PROPUESTAS DE DISEÑO		
Propuesta de diseño 1		
Propuesta	Ventajas	Desventajas
	<p>La máquina podría llegar a tener unas capacidades al esfuerzo por tracción mucho más grandes.</p> <p>Esta propuesta de diseño habría tenido la capacidad de romper acero con mucha facilidad.</p>	<p>Por la capacidad que puede tener la máquina podría llegar a ser demasiado grande.</p> <p>Los gastos para la central hidráulica y la estructura de esta máquina sería excesiva.</p>
Propuesta de diseño 2		
Propuesta	Ventajas	Desventajas
	<p>La máquina podía llegar a ser más compacta.</p> <p>Los costos de producción disminuían considerablemente.</p> <p>Al tener un sistema hidráulico más pequeño, podía ser una máquina portable.</p>	<p>La capacidad de la máquina se reduce exponencialmente a menos de 1 tn que es lo necesario para romper la probeta de acrílico.</p> <p>Este diseño necesitaba bocines los cuales podían romperse al momento de realizar los ensayos.</p>

Tabla 6. Ventajas y desventajas de las propuestas de diseño - continuación.

Propuesta de diseño 3		
Propuesta	Ventajas	Desventajas
	<p>Máquina provee la capacidad adecuada de 1tn para realizar los ensayos.</p> <p>Al reconstruir el centro hidráulico en la parte inferior se mejoró los espacios donde va la bomba, motor, etc.</p>	<p>En los cilindros se seguía usando buges los cuales podía sufrir fractura ya que se encargan de que los cilindros hidráulicos no se muevan.</p> <p>En la parte estructural había una notable falta de espacio para el sistema eléctrico de máquina.</p>
Propuesta de diseño 4		
Propuesta	Ventajas	Desventajas
	<p>La máquina cuenta con el espacio suficiente para tener la central hidráulica con la capacidad que se necesita de 1tn.</p> <p>Los buges fueron cambiados por bridas para una mejor sujeción de los cilindros hidráulicos y evitar pandeo.</p>	<p>Para que el sistema eléctrico tenga espacio en la máquina se tuvo que agrandar la estructura y por ende pesa más.</p>

2.2.4 Capacidad de carga de la máquina

La máquina debe ser capaz de aplicar cargas de tensión, con la magnitud suficiente que permita caracterizar los efectos de los cambios en la probeta plana. Los requisitos de carga dependerán del material, en la que se realizó una probeta que no cumple con las normas técnicas de ensayos.

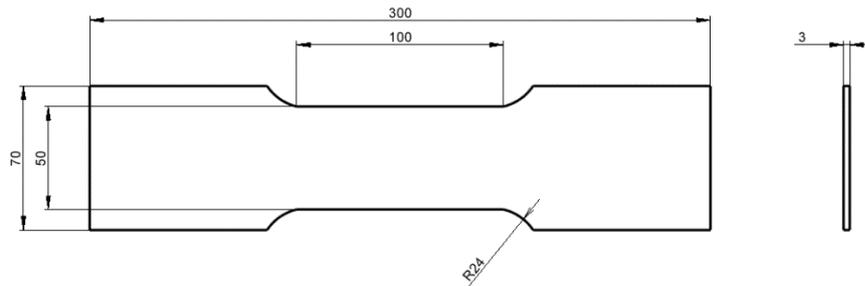


Figura 5. Probeta para medir la capacidad de la máquina.

Con la probeta de la Figura 5. Se procedió con el ensayo de tensión, proceso que permitirá la obtención de la carga máxima en la máquina estos datos informativos, fueron proporcionados por el “Centro Carrocero” de la ciudad de Ambato. Donde se obtuvo el diagrama de deformación figura 6.

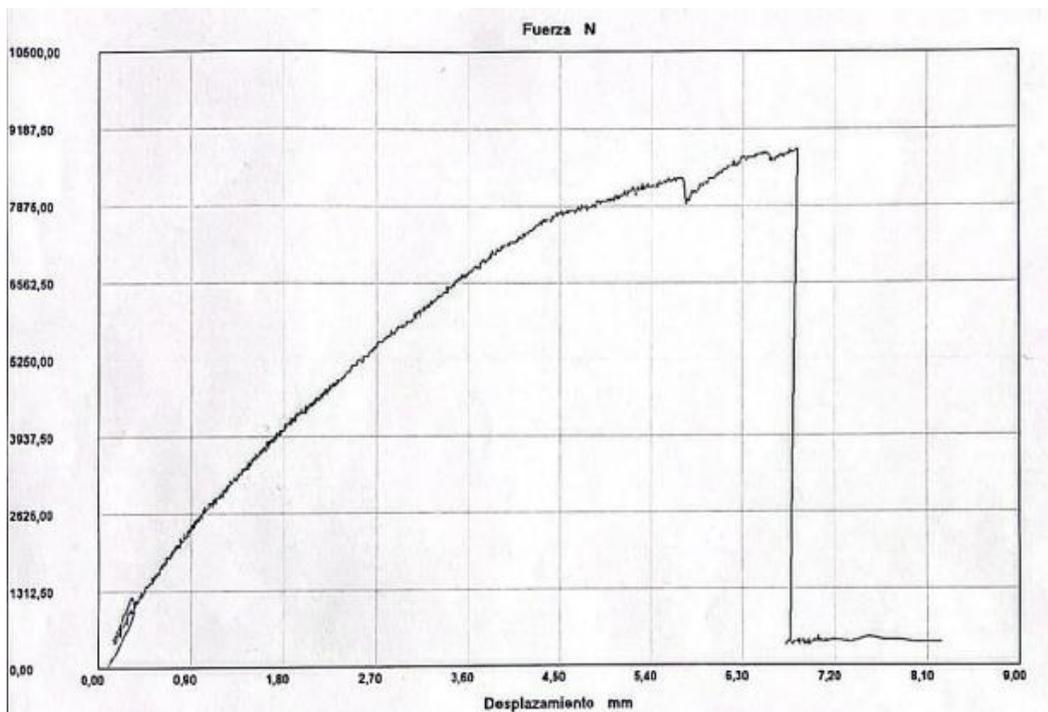


Figura 6. Diagrama esfuerzo deformación.

Probeta	FMax N	FRot N	CMax MPa	CRot MPa
■ 1	8850,00	8850,00	65,28	65,28
Media	8850,000	8850,000	65,282	65,282
Mediana	8850,000	8850,000	65,282	65,282
Desv. Std	0,000	0,000	0,000	0,000
Coef. V.	0,000	0,000	0,000	0,000
Máximo	8850,000	8850,000	65,282	65,282
Mínimo	8850,000	8850,000	65,282	65,282
Rango	0,000	0,000	0,000	0,000
CPK	0,000	0,000	0,000	0,000
+3 Sigma	8850,000	8850,000	65,282	65,282
-3 Sigma	8850,000	8850,000	65,282	65,282

Figura 7. Valores de deformación de la probeta.

Con los datos proporcionados en la Figura 7. Por la prueba de ensayo de tracción realizada, se pudo conocer que se necesita una capacidad de 8850 N. Dato que permitirá conocer el esfuerzo ultimo a la fractura del PMMA.

2.2.4.1 Comprobación de capacidad de la máquina.

Al conocer la carga máxima, procedemos a realizar una comparativa de resultados, datos analíticos que corroborarán la carga máxima necesaria de la máquina.

Para la misma necesitaremos el área de la probeta:

$$A_p = H * B_1 \quad (1)$$

Donde:

A_p = area de la sección efectiva de la probeta

H = espesor preferido

B_1 = Ancho de la parte angosta

$$A_p = 5mm * 100mm$$

$$A_p = 500mm^2$$

$$A_p = 0.0005m^2$$

Una vez obtenida el área de la probeta es necesario utilizar la Figura 8. Donde se obtienen las características principales que presenta el acrílico.

Propiedades mecánicas	Métrico	inglés	Comentarios
Dureza, Rockwell L	40 - 54	40 - 54	Valor promedio: 46.0 Recuento de calificaciones: 3
Dureza, Rockwell M	18 - 101	18 - 101	Valor medio: 84.6 Recuento de calificaciones: 127
Dureza, Rockwell R	69	69	Valor promedio: 69.0 Recuento de calificaciones: 4
Dureza de indentación de bola	170 - 190 MPa	24700 - 27600 psi	Valor medio: 179 MPa Número de grados: 21
Resistencia a la tracción, máxima	19,3 - 85,0 MPa	2800 - 12300 psi	Valor medio: 64,9 MPa Número de grados: 22
Resistencia a la tracción, rendimiento	25,0 - 85,0 MPa	3630 - 12300 psi	Valor medio: 60,5 MPa Número de grados: 51
Alargamiento a la rotura	1,0 - 85 %	1,0 - 85 %	Valor medio: 10,1 % Recuento de calificaciones: 272
Elongación en el rendimiento	2,0 - 6,0 %	2,0 - 6,0 %	Valor medio: 4,54 % Recuento de calificaciones: 58
Módulo de elasticidad	0,950 - 3,79 GPa	138 - 550 ksi	Valor medio: 2,94 GPa Número de calificaciones: 22
Resistencia a la fluencia por flexión	33,1 - 143 MPa	4800 - 20700 psi	Valor medio: 103 MPa Número de grados: 226

Figura 8. Propiedades mecánicas del PPMA [30].

$$P_m = \sigma * A \quad (2)$$

Donde:

$\sigma =$ Esfuerzo (MPa)

$P_m =$ Carga máxima (N)

$A =$ Área de sección efectiva de la probeta. (m^2)

$$P_m = 19.3MPa * 0.0005 m^2$$

$$P_m = 19.3 * 10^6 Pa * 0.0005m^2$$

$$P_m = 9650N \text{ (0.983tnf)}$$

A continuación, se calculará la deformación del PPMA, mediante la ecuación 3, este plástico posee un módulo de elasticidad de 0.950 a 3.79 GPa, como se muestra en la Figura 8.

$$\delta = \sigma * \frac{L}{E} \quad (3)$$

Donde

$\delta =$ Deformación

$E =$ Módulo de elasticidad.

$L =$ Longitud de la parte calibrada

$$\delta = 19.3 MPa * \frac{0.0005 m}{0.950 GPa}$$

$$\delta = 1.015 \times 10^{-5} m$$

2.2.4.2 Verificación de rotura

Al comparar los resultados otorgados por el “Centro Carrocero” y los resultados obtenidos analíticamente, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$P_p < P_m$$

Donde:

P_p = Carga de rotura del centro carrocero (tnf)

P_m = Carga máxima de datos analíticos (tnf)

$$8850 \text{ N (0.902tnf)} < 9650 \text{ N (0.983tnf)} \quad (4)$$

Cumple

Confirmando el estado de ruptura, se decide realizar la máquina con la carga máxima (P_m) obtenida analíticamente de 9650N.

2.2.5 Simulación del circuito hidráulico.

Obtenida la capacidad de 1 tonelada, se procederá a seleccionar las componentes necesarias, por lo tanto, es necesario utilizar un software de simulación especializado en Hidráulica, software que permitirá una idea clara y precisa de la funcionalidad de los componentes necesarios para la misma y las conexiones necesarias del circuito hidráulico Figura 9.

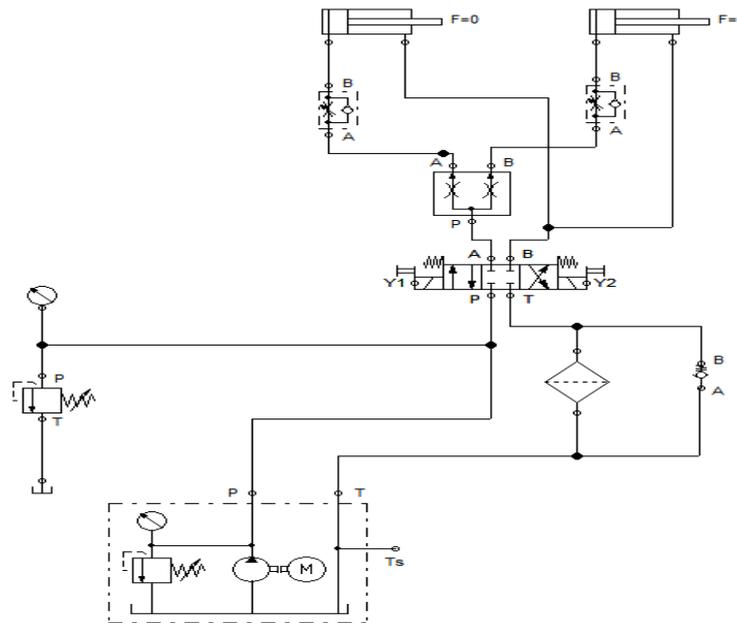


Figura 9. Diagrama de simulación.

2.2.5.1 Cálculo y selección de Componentes Hidráulicas.

Al elaborar el diagrama adecuado de las conexiones de los componentes y su funcionalidad, se procede a recopilar las fórmulas necesarias para la selección de los instrumentos a través de catálogos.

2.2.5.2 Actuador Hidráulico.

Para ejercer la fuerza requerida en la probeta, se opta por dos cilindros hidráulicos de doble efecto, debido a la carga y descarga de presión que deberá realizar.

El actuador hidráulico trabaja normalmente a una presión de 1000, 2000, 3000 psi, por lo que se optó por uno de presión de 3000 psi. Dato el cual ya fue analizado por máquinas anteriores [31].

Datos.

Fuerza: 9650N

Presión de servicio: 3000 Psi. =206.84Bar

Rendimiento hidráulico:

D<40 mm, R= 0.85 [32].

D>40 mm, R= 0.95 [32].

2.2.5.3 Diámetro del Cilindro

Fuerza total para cilindro de tracción.

$$P = \frac{F}{A_{cilindro}} \quad (5)$$

$$F = P * A_{cilindro} \quad (6)$$

$$A_{cilindro} = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (7)$$

$$F = P * \frac{\pi * D_{cilindro}^2}{4}$$

Donde:

P = presión de la máquina.

F = fuerza requerida

$A_{cilindro}$ = área de cilindro.

D = diámetro del cilindro

(8)

$$D_{cilindro} = \sqrt{\frac{F_{total} * 4}{P * \pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{9806.5N * 4}{20684277.26Pa * \pi}}$$

$$D = 0.0435m(43.54mm)$$

Al obtener las dimensiones del diámetro del cilindro, se deberá buscar un cilindro con diámetro de 43.54mm, buscando uno que sea comercial en los diferentes catálogos como se puede observar en la Figura 10. Al no disponer comercialmente del cilindro, se procedió con un mayor diámetro de 50mm con un pistón de 22mm.

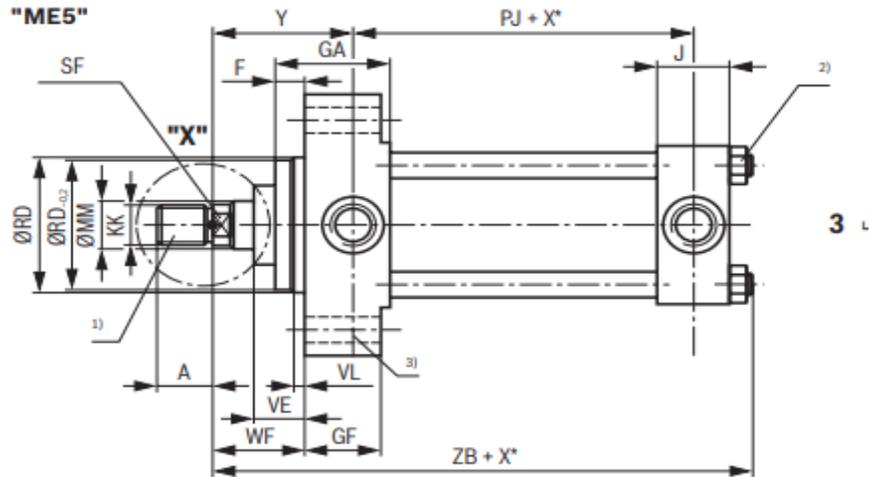
Areas, forces, flow (for operating pressure up to 210 bar)

Piston ØAL in mm	Piston rod		Area ratio φ A1/A3	Areas			Force ¹⁾						Flow at 0.1 m/s ²⁾			max. available stroke length in mm ⁴⁾	
	ØMM in mm	160 bar		210 bar	Piston A ₁ in cm ²	Rod A ₂ in cm ²	Ring A ₃ in cm ²	Pressure F ₁ kN		Diff. F ₂ kN		Pulling F ₃ kN		OFF q _{v1} l/min	Diff. q _{v2} l/min		ON q _{v3} l/min
								160 bar	210 bar	160 bar	210 bar	160 bar	210 bar				
25	12	-	1.3	4.9	1.1	3.8	7.9	-	1.8	-	6.1	-	2.9	0.7	2.3	600	
	18	18	2.1		2.5	2.4		10.3	4.1	5.3	3.8	5.0		1.5	1.4		
32	14	-	1.3	8.0	1.5	6.5	12.9	-	2.5	-	40.4	-	4.8	0.9	3.9	800	
	22	22	1.9		3.8	4.2		16.9	6.1	8.0	6.8	8.9		2.3	2.5		
40	18	-	1.3	12.6	2.5	10.0	20.1	-	4.1	-	16.0	-	7.5	1.5	6.0	1000	
	22	22	1.4		3.8	8.8		26.4	6.1	8.0	14.0	18.4		2.3	5.3		
	28	28	2.0		6.2	6.4		26.4	9.9	12.9	10.2	13.4		3.7	3.8		
50	22	-	1.3	19.6	3.8	15.8	31.4	-	6.1	-	25.3	-	11.8	2.3	9.5	1200	
	28	28	1.5		6.2	13.5		41.2	9.9	12.9	21.6	28.3		3.7	8.1		
	36	36	2.1		10.2	9.5		41.2	16.3	21.4	15.1	19.9		6.1	5.7		
63	28	-	1.3	31.2	6.2	25.0	49.9	-	9.9	12.9	40.0	-	18.7	3.7	15.0	1400	
	36	36	1.5		10.2	21.0		65.5	16.3	21.4	33.6	44.1		6.1	12.6		
	45	45	2.1		15.9	15.3		65.5	25.4	33.4	24.4	32.1		9.5	9.2		
80	36	-	1.3	50.3	10.2	40.1	80.4	-	16.3	21.4	64.1	-	30.2	6.1	24.0	1700	
	45	45	1.5		15.9	34.4		105.6	25.4	33.4	55.0	72.2		9.5	20.6		
100	56	56	2.0	78.5	24.6	25.6	125.7	-	25.4	33.4	100.2	-	47.1	9.5	37.6	2000	
	45	-	1.3		15.9	62.6		164.9	39.4	51.7	86.3	113.2		14.8	32.3		
	70	70	2.0		38.5	40.1		164.9	61.6	80.8	64.1	84.1		23.1	24.0		
125	56	-	1.3	122.7	24.6	98.1	196.4	-	39.4	51.7	156.9	-	73.6	14.8	58.9	2300	
	70	70 ³⁾	1.5		38.5	84.2		3)	61.6	80.8	134.8	3)		23.1	50.5		
	90	90 ³⁾	2.1		63.6	59.1		3)	101.8	133.6	94.6	3)		38.2	35.5		
160	70	-	1.3	201.1	38.5	162.6	321.7	-	61.6	80.8	260.1	-	120.6	23.1	97.5	2600	
	90	90	1.5		63.6	137.4		422.2	101.8	133.6	219.9	288.6		38.2	82.5		
200	110	110 ³⁾	1.9	314.2	95.0	106.0	502.7	3)	152.1	199.6	169.7	3)	188.5	57.0	63.6	3000	
	90	-	1.3		63.6	250.5		-	101.8	133.6	400.9	-		38.2	150.3		
	140	140 ³⁾	2.0		153.9	160.2		3)	246.3	323.3	256.4	3)		92.4	96.1		

Figura 10. Dimensiones Diámetro cilindro [33].

2.2.5.4 Longitud de carrera.

Para calcular la longitud de carrera, hay que tener en cuenta las diferentes características que se encuentran establecidas en el catálogo, Figura 11. El requerimiento deseado es de 0.25m o 250mm. Dado que las probetas se encuentran en un cierto nivel de longitud requerido.



ØAL	E	Line connection "B"		Line connection "R"		GA	H ⁷⁾	J	PJ ⁸⁾	PJ ⁹⁾	WF	WH	Y ⁸⁾	Y ⁹⁾
		EE	ØDT _{min}	EE	ØDT _{min}									
25	40 ±1.5	G1/4	20.7	M14 x 1.5	21	46.5	5	22.5	53	64.5	25	15	50	38.5
32	45 ±1.5	G1/4	20.7	M14 x 1.5	21	48	5	25	56	68.5	35	25	60	47.5
40	63 ±1.5	G3/8	24.5	M18 x 1.5	26	52.5	-	33.5	73	77	35	25	62	58
50	75 ±1.5	G1/2	29.6	M22 x 1.5	29	57.5	-	33.5	74	78	41	25	67	63
63	90 ±1.5	G1/2	29.6	M22 x 1.5	29	57.5	-	35.5	80	81	48	32	71	70
80	115 ±1.5	G3/4	36.9	M27 x 2	34	67	-	41	93	93	51	31	77	77
100	130 ±2	G3/4	36.9	M27 x 2	34	70	-	43	101	101	57	35	82	82
125	165 ±2	G1	46.1	M33 x 2	43	80/76	-	54	117	117	57	35	86	86
160	205 ±2	G1	46.1	M33 x 2	43	83	-	58	130	130	57	32	86	86
200	245 ±2	G1 1/4	54	M42 x 2	52	107.5	-	77.5	165	165	57	32	98	98

Figura 11. Dimensiones para longitud de carrera [33].

$$L_e = (PJ + X') + Y + A \quad (9)$$

Donde:

L_e = Longitud requerida.

PJ = Longitud de conexiones de punto A – B.

X' = radios A y B

Y = banda guía del vástago

A = ojo del vástago.

$$L_e = 0.05m + 0.162m + 0.038m$$

$$L_e = 0.250m(250mm)$$

2.2.5.5 Diámetro del vástago.

Es necesario considerar las características del vástago, dado que el vástago puede sufrir deformaciones por pandeo o compresión, por lo tanto, se deben realizar los cálculos necesarios para evitar estos daños.

➤ Pandeo.

Es importante que el vástago del cilindro no sufra pandeo, es necesario obtener los datos del módulo de elasticidad del Acero F114, del cual está formado el cilindro, Figura 12.

Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Brinell	212	212
Hardness, Knoop	235	235
Hardness, Rockwell B	94	94
Hardness, Rockwell C	16	16
Hardness, Vickers	223	223
Tensile Strength, Ultimate	705 MPa	102000 psi
Tensile Strength, Yield	420 MPa	60900 psi
Elongation at Break	21 %	21 %
Reduction of Area	41 %	41 %
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi
Bulk Modulus	160 GPa	23200 ksi
Poissons Ratio	0.29	0.29
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi
Izod Impact	43.0 J	31.7 ft-lb
	53.0 J	39.1 ft-lb
	65.0 J	47.9 ft-lb

Figura 12. Ficha técnica del acero F114 [34].

Los fabricantes y la industria desarrolladora de cilindros hidráulicos han aplicado la fórmula de Euler de pandeo, donde el factor de seguridad recomendable oscila entre 2 y 5 [35].

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * E * I}{L_e^2} \quad (10)$$

Donde

$E = \text{Modulo de Elasticidad.}$

$I = \text{Inercia}$

$L_e = \text{Longitud equivalente}$

$P_{cr} = \text{Carga critica}$

$$P_{cr} = P * f_s \quad (11)$$

Donde:

$P = \text{carga permitida}$

$f_s = \text{factor de seguridad}$

Datos.

$$P = 1tnf = 9650N$$

$$F.s = 4$$

$$L_e = 0.249m$$

$$E_{Acero} = 200 \text{ GPa}$$

$$I = \frac{P * f_s * L_e^2}{\pi^2 * E} \quad (12)$$

$$I = \frac{9650N * 4 * (0.25m)^2}{\pi^2 * 2 * 10^{11}Pa}$$

$$I = 1.262 * 10^{-9}m^4$$

$$I = \frac{\pi * d^4}{64} \quad (13)$$

$$d^4 = \frac{I * 64}{\pi}$$

$$d^4 = \frac{1.262 * 10^{-9}m^4 * 64}{\pi}$$

$$d_{min} = 0.0125m \text{ (12.56mm)}$$

$$0.0125m < 0.022m$$

Cumple-No sufrirá pandeo

➤ **Compresión**

$$\sigma_y = \frac{P_{cr}}{A} \quad (14)$$

Donde:

$\sigma_y = \text{esfuerzo de fluencia}$

$$A = \frac{P * f_s}{\sigma_y} \quad (15)$$

Igualando ecuación (14) y (15) obtenemos la siguiente ecuación:

$$\frac{\pi * d^2}{4} = \frac{P * f_s}{\sigma_y} \quad (16)$$

Obteniendo el límite de fluencia de acero F114 de la tabla de la Figura 13:

Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Brinell	212	212
Hardness, Knoop	235	235
Hardness, Rockwell B	94	94
Hardness, Rockwell C	16	16
Hardness, Vickers	223	223
Tensile Strength, Ultimate	705 MPa	102000 psi
Tensile Strength, Yield	420 MPa	60900 psi
Elongation at Break	21 %	21 %
Reduction of Area	41 %	41 %
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi
Bulk Modulus	160 GPa	23200 ksi
Poissons Ratio	0.29	0.29
Shear Modulus	80.0 GPa	11600 ksi
Izod Impact	43.0 J	31.7 ft-lb
	53.0 J	39.1 ft-lb
	65.0 J	47.9 ft-lb

Figura 13. Límite de fluencia del acero A36 [34].

$$\sigma_y = 705 MP_a$$

$$\frac{\pi * d^2}{4} = \frac{9650N * 4}{705 MP_a}$$

$$d = \sqrt{\frac{9650N * 4 * 4}{7.05 * 10^8 * \pi}}$$

$$d = 8.343 \times 10^{-3} m (8.343 mm)$$

$$0.0083m < 0.022m$$

Cumple-No sufrirá deformación por compresión.

Al concluir con los cálculos necesarios del vástago, se verificará en el catálogo ofrecido por REXROTH, Figura 14. Al constatar los diámetros mínimos por pandeo y

compresión correctos, el vástago previamente seleccionado de 22mm, cumplió con todos los requisitos para el correcto funcionamiento de la máquina.

Areas, forces, flow (for operating pressure up to 210 bar)

Piston ØAL in mm	Piston rod ØMM in mm		Area ratio φ A1/A3	Areas			Force ¹⁾						Flow at 0.1 m/s ²⁾			max. available stroke length in mm ⁴⁾
	160 bar	210 bar		Piston A ₁ in cm ²	Rod A ₂ in cm ²	Ring A ₃ in cm ²	Pressure F ₁ kN		Diff. F ₂ kN		Pulling F ₃ kN		OFF q _{v1} l/min	Diff. q _{v2} l/min	ON q _{v3} l/min	
							160 bar	210 bar	160 bar	210 bar	160 bar	210 bar				
25	12	-	1.3	4.9	1.1	3.8	7.9	-	1.8	-	6.1	-	2.9	0.7	2.3	600
	18	18	2.1		2.5	2.4		10.3	4.1	5.3	3.8	5.0		1.5	1.4	
32	14	-	1.3	8.0	1.5	6.5	12.9	-	2.5	-	40.4	-	4.8	0.9	3.9	800
	22	22	1.9		3.8	4.2		16.9	6.1	8.0	6.8	8.9		2.3	2.5	
40	18	-	1.3	12.6	2.5	10.0	20.1	-	4.1	-	16.0	-	7.5	1.5	6.0	1000
	22	22	1.4		3.8	8.8		26.4	6.1	8.0	14.0	18.4		2.3	5.3	
	28	28	2.0		6.2	6.4		26.4	9.9	12.9	10.2	13.4		3.7	3.8	
50	22	-	1.3	19.6	3.8	15.8	31.4	-	6.1	-	25.3	-	11.8	2.3	9.5	1200
	28	28	1.5		6.2	13.5		41.2	9.9	12.9	21.6	28.3		3.7	8.1	
	36	36	2.1		10.2	9.5		41.2	16.3	21.4	15.1	19.9		6.1	5.7	
63	28	-	1.3	31.2	6.2	25.0	49.9	-	9.9	12.9	40.0	-	18.7	3.7	15.0	1400
	36	36	1.5		10.2	21.0		65.5	16.3	21.4	33.6	44.1		6.1	12.6	
	45	45	2.1		15.9	15.3		65.5	25.4	33.4	24.4	32.1		9.5	9.2	
80	36	-	1.3	50.3	10.2	40.1	80.4	-	16.3	21.4	64.1	-	30.2	6.1	24.0	1700
	45	45	1.5		15.9	34.4		105.6	25.4	33.4	55.0	72.2		9.5	20.6	
	56	56	2.0		24.6	25.6		105.6	39.4	51.7	41.0	53.8		14.8	15.4	
100	45	-	1.3	78.5	15.9	62.6	125.7	-	25.4	33.4	100.2	-	47.1	9.5	37.6	2000
	56	56	1.5		24.6	53.9		164.9	39.4	51.7	86.3	113.2		14.8	32.3	
	70	70	2.0		38.5	40.1		164.9	61.6	80.8	64.1	84.1		23.1	24.0	
125	56	-	1.3	122.7	24.6	98.1	196.4	-	39.4	51.7	156.9	-	73.6	14.8	58.9	2300
	70	70 ³⁾	1.5		38.5	84.2		196.4	61.6	80.8	134.8	113.2		23.1	50.5	
	90	90 ³⁾	2.1		63.6	59.1		196.4	101.8	133.6	94.6	113.2		38.2	35.5	
160	70	-	1.3	201.1	38.5	162.6	321.7	-	61.6	80.8	260.1	-	120.6	23.1	97.5	2600
	90	90	1.5		63.6	137.4		422.2	101.8	133.6	219.9	288.6		38.2	82.5	
	110	110 ³⁾	1.9		95.0	106.0		422.2	152.1	199.6	169.7	219.9		57.0	63.6	
200	90	-	1.3	314.2	63.6	250.5	502.7	-	101.8	133.6	400.9	-	188.5	38.2	150.3	3000
	110	110	1.4		95.0	219.1		659.7	152.1	199.6	350.6	460.2		57.0	131.5	
	140	140 ³⁾	2.0		153.9	160.2		659.7	246.3	323.3	256.4	460.2		92.4	96.1	

Figura 14. Catalogo REXROTH [36].

Realizados los cálculos, se obtiene las dimensiones del cilindro correctamente:

- Cilindro con diámetro de camisa de 50mm.
- Diámetro del vástago de 22mm.
- Sección efectiva de 15.8 cm².
- Carrera de 25 a 1700 mm por lo cual solo necesitamos una carrera de 250mm.

2.2.6 Unidad Hidráulica.

Los ensayos de tracción se realizarán con un control de desplazamiento del pistón, aplicando una velocidad constante de 0.1 mm/min, hasta completar la rotura total [37]. Al mismo tiempo, la prueba de ensayos de tracción recomienda utilizar una referencia del 5%, teniendo en nuestro caso una longitud reducida de 250mm.

2.2.6.1 Velocidad de avance.

Se procede a investigar en las normas técnicas de ensayo para la velocidad de avance, que nos proporcionan los valores necesarios para poder realizar la máquina de tensiones.

$$V_a = \frac{l_c(m)}{t(s)} \quad (17)$$

Donde

l_c = sección reducida de camisa

t = tiempo

V_a = velocidad de avance

$$V_a = \frac{0.5m}{5000s}$$

$$V_{avance} = 0.0001 \frac{m}{s}$$

2.2.7 Caudal de la bomba.

Datos

Q = caudal de la bomba

V_e = velocidad de ensayo = 0.0001m/s

A_e = Area efectiva. = $13.5\text{cm}^2 = 0.00135\text{m}^2$

➤ **Caudal de entrada para la carrera.**

$$Q_e = V_{ensayo} * A_e \quad (18)$$

$$Q_e = 0.0001 \frac{m}{s} * 0.00135 m^2$$

$$Q_e = 1.35 * 10^{-6} \frac{m^3}{s}$$

➤ **Caudal de salida para la carrera.**

$$Q_s = 0.0001 \frac{m}{s} * 0.0158 m^2$$

$$Q_s = 1.58 * 10^{-6} \frac{m^3}{s}$$

2.2.8 Selección de bomba hidráulica.

Los criterios obtenidos para la elegir la bomba son los siguientes:

- Caudal máximo= 1.58e-6 m³/s
- Presión máxima = 2.068e+7 Pa.
- Motor = 25RPS
- Rendimiento = 70%.

$$Cilindrada = \frac{Q}{\eta_{rps} * \eta_v} \quad (19)$$

Donde:

$Q =$ Caudal máximo.

$\eta_{rpm} =$ numero de revoluciones por segundo.

$\eta_v =$ factor de seguridad.

$$Cilindrada = \frac{1.58e - 6 \text{ m}^3/\text{s}}{25 \text{ RPS} * 0.7}$$

$$Cilindrada = 0.000000902 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \left(0.099 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right)$$

Obtenidos los datos necesarios procedemos al catálogo.

TIPO TYPE	CILINDRADA DISPLACEMENT	CAUDAL a 1500 giros/min FLOW at 1500 rev/min	PRESIÓN MÁXIMA MAX PRESSURE			VELOCIDAD MÁXIMA MAX SPEED	DIMENSIONES DIMENSIONS		
			P ₁	P ₂	P ₃		M	L	D
	cm ³ /giro [cm ³ /rev]	litros /min [litres/min]	bar	bar	bar	giros /min [rpm]	mm	mm	-
0.25 D 18	0,19	0,29	190	210	230	7000	54	24	M10x1
0.25 D 24	0,26	0,38	190	210	230	7000	55	24,5	M10x1
0.25 D 30	0,32	0,48	190	210	230	7000	56	25	M10x1
0.25 D 36	0,38	0,58	190	210	230	7000	57	25,5	M10x1
0.25 D 48	0,51	0,77	190	210	230	7000	59	26,5	M10x1
0.25 D 60	0,64	0,96	190	210	230	7000	61	27,5	M10x1
0.5 D 0,50	0,50	0,75	190	210	230	7000	63	28,5	G1/4
0.5 D 0,75	0,63	0,94	190	210	230	7000	64	29	G1/4
0.5 D 1,00	0,88	1,31	190	210	230	7000	66	30	G1/4
0.5 D 1,30	1,00	1,50	190	210	230	6000	67	30,5	G1/4
0.5 D 1,60	1,25	1,88	190	210	230	5000	69	31,5	G1/4
0.5 D 2,00	1,50	2,25	190	210	230	4000	71	32,5	G1/4

Figura 15. Ficha técnica del catálogo bombas Marzocchipompe [38].

Bomba selecciona 0.25 D 18

➤ **Caudal máximo.**

$$Q_{max} = V * \eta_{rps} * \eta_v \quad (20)$$

$$Q_{max} = 1.58e^{-6} \frac{m^3}{rev} * 116.667rps * 0.95$$

$$Q_{max} = 7.751 * 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

➤ **Caudal mínimo.**

$$Q_{min} = V * \eta_{rps} * \eta_v$$

$$Q_{min} = 1.58e^{-6} \frac{m^3}{rev} * 25rps * 0.95$$

$$Q_{min} = 3.75 * 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

➤ **Caudal a 1800 rpm.**

$$Q_{1800} = V * \eta_{rps} * \eta_v$$

$$Q_{1800} = 1.58e^{-6} \frac{m^3}{rev} * 30rps * 0.95$$

$$Q_{1800} = 4.503 * 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

2.2.8.1 Torque de bomba.

Para seleccionar la bomba hidráulica se debe conocer la potencia, Tabla 7. La misma genera de esta forma podremos seleccionar una de las bombas más adecuadas para la máquina.

Tabla 7. Tabla de rendimiento hidromecánico [39].

Rango de P_2n (kW)	Rendimiento < 80%	80% ≥ Rendimiento < 90%		90% ≥ Rendimiento		
	Estado de carga del motor en %					
	25 ≤ > 50	50 - 120	25 ≤ > 50	50 - 120	25 ≤ > 50	50 - 120
$P_2n < 5$	0.60	0.70	0.70	0.80		

$5 \geq P_2n < 30$	0.65	0.75	0.76	0.84	0.84	0.90
$30 \geq P_2n < 100$			0.84	0.90	0.84	0.90
$100 \geq P_2n < 250$					0.87	0.90
$250 \geq P_2n < 500$					0.90	0.95
$500 < P_2n$					0.95	0.95
P_2n : Potencia nominal del motor						

$$T = \frac{V(P)}{62.8 * \eta_{HM}} \quad (21)$$

Donde:

$\tau = torque$.

$V = velocidad \left(\frac{m^3}{rev} \right)$

$P = presión del sistema$.

$\eta_{HM} = rendimiento hidromecánico$.

$$T = \frac{1.58e^{-6} \frac{m^3}{rev} * 20684000 Pa}{62.8 * 0.95}$$

$$T = 0.52 Nm$$

2.2.9 Selección de Motor Eléctrico.

La potencia del motor se lo determina a partir de la potencia hidráulica y su rendimiento total [40].

Datos:

P_a = Potencia absorbida (kW).

Q = caudal

P = Presión (Bar)

η_{total} = rendimiento total.

$$\eta_t = \eta_v * \eta_{vol} \quad (22)$$

$$\eta_t = 0.75 * 0.75$$

$$\eta_t = 0.562$$

$$P_a = \frac{Q * P}{600 * \eta_T} \quad (23)$$

$$P_a = \frac{1.58e^{-6} \frac{m^3}{s} * 20684000 Pa}{600 * 0.565}$$

$$P_a = 0.09640 \text{ Vatios} (9.64 * 10^{-5} Kw)$$

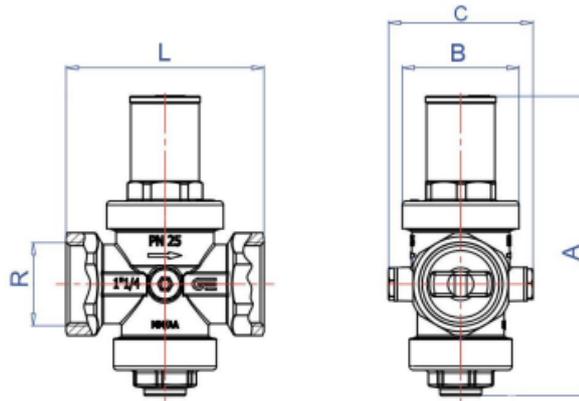
Una vez comprobado las características del motor eléctrico, nos dirigimos al catálogo de Weq. Buscamos un motor comercial que se adapte a las condiciones requeridas Figura 16.

HOJA DE DATOS						
Motor Trifásico de Inducción - Rotor de Jaula						
Cliente	:					
Línea del producto	: Multimontaje 00047 IE2 Trifásico		Código del producto	: 15361828		
Carcasa	: 71			Tiempo de rotor bloqueado	: 63s (frio) 35s (caliente)	
Potencia	: 0.37 kW (0.5 HP)			Elevación de temperatura	: 80 K	
Polos	: 4			Régimen de servicio	: S1	
Frecuencia	: 60 Hz			Temperatura ambiente	: -20°C hasta +40°C	
Tensión nominal	: 220/440 V			Altitud	: 1000 m	
Corriente nominal	: 1.87/0.935 A			Grado de protección	: IP55	
Corriente de arranque	: 8.60/4.30 A			Método de refrigeración	: IC411 - TEFC	
Ip/In	: 4.6			Forma constructiva	: B34T	
Corriente en vacío	: 1.35/0.675 A			Sentido de giro ¹	: Ambos	
Rotación nominal	: 1690 rpm			Nivel de ruido ²	: 47.0 dB(A)	
Resbalamiento	: 6.11 %			Método de Arranque	: Partida directa	
Torque nominal	: 1.54 ft.lb			Masa aproximada ³	: 16.8 lb	
Torque de arranque	: 240 %					
Torque máximo	: 250 %					
Clase de aislamiento	: F					
Factor de servicio	: 1.15					
Momento de inercia (J)	: 0.0157 sq.ft.lb					
Categoría	: N					
Potencia	50%	75%	100%	Fuerzas en la fundación		
Rendimiento (%)	68.0	71.0	72.0	Tracción máxima	: 33 lb	
Cos Φ	0.50	0.63	0.72	Compresión máxima	: 50 lb	
Pérdidas en puntos de funcionamiento estándar (velocidad; par), en porcentaje de la potencia nominal						
P1 (0,9;1,0)	P2 (0,5;1,0)	P3 (0,25;1,0)	P4 (0,9;0,5)	P5 (0,5;0,5)	P6 (0,5;0,25)	P7 (0,25;0,25)
45.1	38.8	41.1	28.7	20.3	17.2	12.2

Figura 16. Ficha técnica del motor eléctrico [41].

2.2.10 Selección de válvula reductora de presión.

La válvula reductora de presión permitirá reducir la presión del sistema de forma eficiente. Debido a las diferencias de presión dinámica. Esta válvula evitará el colapso de las tuberías y permitirá con la continuidad del servicio.



Ref.	Medida / Size R	Dimensiones / Dimensions (mm)				Presión Regulable/ Adjust. Pressure (bar)	Peso Weight (Kg)
		A	ØB	C	L		
3318 04	1/2"	114	48	63	69	1 – 5,5	0,540
3318 05	3/4"	114	48	63	82	1 – 5,5	0,600
3318 06	1"	146	59	73	96	1 – 5,5	1,020
3318 07	1 1/4"	152	59	73	100	1 – 5,5	1,120
3318 08	1 1/2"	148,5	59	77	91	1 – 5,5	1,340
3318 09	2"	151	59	81	97	1 – 5,5	1,450
3318 10	2 1/2"	260	93	112	148	1,5 – 7	4,100
3318 11	3"	285	98	112	177	1,5 – 7	5,520
3318 12	4"	310	105	124	190	1,5 – 7	6,970

Figura 17. Dimensiones de la válvula reductora de presión [52].

Tras seleccionar las válvulas reductoras de presión, nos permitió también obtener una relación; para obtener la tubería de ½ pulgada.

➤ Características de las válvulas reductoras de presión.

Presión máx. de funcionamiento (PN) 25 bar.

Campo de regulación en función del tamaño.

Presión salida establecida 3 bar.

Temperatura máxima de trabajo 130°C.

Compatible con agua, solución de glicol al 50% y aire comprimido.

Extremos roscados H-H según ISO 228/1.

Conexión a manómetro Rp1/4" s/ EN 10226 (ISO 7/1).

Pruebas, ensayos y verificaciones conforme a norma EN 1567.

2.2.11 Filtros.

La unidad hidráulica Figura 18 ensamblada tiene un retorno de 10 a 25 micras Figura19, la cual será la encargada de filtrar el aceite, una vez que el líquido reingrese al depósito o tanque de la unidad, lo que evitará el envejecimiento o daño en el aceite [42].



Figura 18. Filtros de baja presión ecológicos [43].

Número de pieza	Caudal l/min	Valor de filtración (micras)	Conexión	Puerto indicador
EPF1110QIBPMG081	40	10	G1/2	Conectado
EPF2110QIBPMG121	100	10	G3/4	Conectado
EPF2210QIBPMG121	140	10	G3/4	Conectado
EPF3110QIBPMG161	220	10	G1	Conectado
EPF3210QIBPMG161	250	10	G1	Conectado
EPF4110QIBPMG201	430	10	G1 1/4	Conectado
EPF4210QIBPMG201	450	10	G1 1/4	Conectado
EPF5110QIBPMG241	500	10	G1 1/2	Conectado

Figura 19. Información y conexión [43].

2.2.12 Selección de Mangueras hidráulicas.

Para la selección de mangueras hidráulicas se debió tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Temperatura.
- Aplicación.
- Fluido.
- Presión.

El factor más relevante para la selección de las mangueras fue la presión.

Al seleccionar las velocidades mínimas y el caudal máximo, se seleccionarán los diámetros de las tuberías, lo cual permitirá seleccionar las tuberías de retorno y la tubería para succión [44].

Obteniendo la línea de aspiración:

$$A = \frac{Q \left(\frac{m^3}{s} \right)}{v \left(\frac{m}{s} \right)} \quad (24)$$

$$A = \frac{1.56 \times 10^{-6} \frac{m^3}{s}}{0.001 \frac{m}{s}}$$

$$A = 0.000156 m^2$$

Encontrando el diámetro para la línea de aspiración.

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (25)$$

$$D = \sqrt{\frac{4(0.000156 m^2)}{\pi}}$$

$$D = 0.0140 m \text{ (0.586 in)}$$

Utilizando una tubería de diámetro comercial obtenemos una de ¼ pulgada.

Datos

PR: *presión de ruptura*

PF: *Presión de funcionamiento*

$$Fs = \frac{PR}{PF} \quad (26)$$

$$PR = 4 * 1.72 \times 10^6 Pa$$

$$PR = 6880000 Pa (68.8 Bar)$$

Se tomó la decisión de seleccionar una tubería de SAE 100R1AT, que es una manguera metálica, de acuerdo con los cálculos previos analizados. Posee las características necesarias, para permitir el flujo adecuado del aceite por el mecanismo establecido. Esto permitirá que las mangueras no lleguen a desprenderse o a sufrir una ruptura por las presiones dadas por el sistema. Evitando el mal funcionamiento de la máquina Hidráulica.

EN 853 1SN

EXCEDE SAE 100R1AT

Manguera una malla metálica

Descripción: Manguera hidráulica de una malla metálica media presión.

Tubo interior: Negro, goma sintética resistente al aceite.

Recubrimiento: Negro, goma sintética resistente al aceite, agua, ozono.

Refuerzo: 1 malla acero.

Temperatura: -40°C a +100°C intermitente hasta 125°C para fluidos basados en petróleo.

-40°C a +70°C para fluidos basados en agua.

Aplicaciones: Sistemas hidráulicos con fluidos basados en petróleo o agua/glycol y para aceites y lubricantes.

Terminal: PF-xxxx

Casquillo: PT-30xx; PT-10xx



Diámetro interior (in) (mm)		Diámetro sobre malla (in) (mm)		Diámetro exterior (in) (mm)		Máxima presión trabajo (psi) (bar)		Mínima presión rotura (psi) (bar)		Radio curvatura (in) (mm)		Peso (kg/mtr)
3/16	4,3	0,370	9,4	0,476	12,1	3625	250	14500	1000	3,5	90	0,17
1/4	6,3	0,437	11,1	0,547	13,9	3260	225	13050	900	4,0	100	0,23
5/16	8,0	0,500	12,7	0,610	15,5	3115	215	12325	850	4,5	115	0,27
3/8	9,5	0,594	15,1	0,701	17,8	2610	180	10440	720	5,0	130	0,35
1/2	12,7	0,720	18,3	0,827	21,0	2320	160	9280	640	7,0	180	0,44

2.2.13 Selección de tanque de depósito.

Los depósitos para aceite deben estar mayores a 3 o 4 veces a la capacidad de consumo de las líneas del sistema, evitando que el sistema sufra daños en la bomba y pistones, los depósitos tienen la capacidad de refrigerar el aceite para mantenerlo en las temperaturas deseadas, ya que a las elevaciones de temperatura del fluido produce cambios en su viscosidad y composición produciendo la disminución del rendimiento del sistema.

Datos

$$D_{cilindro} = 50 \text{ mm}$$

$$L_{cilindro} = 200 \text{ mm}$$

$$V_c = \pi * r^2 * h \quad (27)$$

$$V_c = \pi * 25\text{mm}^2 * 200\text{mm}$$

$$V_c = 392699.096\text{mm}^3$$

La máquina al poseer dos cilindros. Obtenemos el volumen total

$$V_t = 2 * V_c \quad (28)$$

$$V_{t\text{cilindro}} = 2 * 392699.096\text{mm}^3$$

$$V_{t\text{cilindro}} = 785398.12 \text{ mm}^3$$

Con 4 mangueras de 0.75m de longitud y un diámetro de ¼ in, obtenemos.

$$V_{manguera} = \pi * r^2 * h_{manguera} * 4 \quad (29)$$

$$V_{manguera} = \pi * (0.00317\text{m})^2 * 0.75\text{m} * 4$$

$$V_{manguera} = 0.00947 \times 10^{-3} \text{ m}^3 (0.00947\text{mm}^3)$$

Sumando los volúmenes del cilindro y de las mangueras se obtiene el volumen total que va a ser manejado por el sistema.

$$V_{total} = V_{manguera} + V_{t\text{cilindro}} \quad (30)$$

$$V_{total} = 0.00947\text{mm}^3 + 785398.12\text{mm}^3$$

$$V_{total} = 785398.214\text{mm}^3$$

Seleccionamos un factor de seguridad de 4, para los extras de componentes del sistema hidráulico.

$$V_{total\ de\ liquido} = V_{total} * 4 \quad (31)$$

$$V_{total\ de\ liquido} = 785398.214 * 4$$

$$V_{total\ de\ liquido} = 3141592.859\text{mm}^3(3.141\text{litros})$$

Por lo tanto, la capacidad mínima de líquido hidráulico que necesita la máquina es de 3.145 litros.

2.2.14 Selección de aceite hidráulico.

El aceite hidráulico permitirá un funcionamiento adecuado, lo que permitirá una carga rápida y eficiente, así como controlar la velocidad y permitiendo aumentos de potencia y breves cambios de dirección.

Debido a los cambios de temperatura que se dan en el sistema es necesario considerar la norma ISO 21469, la cual establece un estándar para lubricantes y regula los requisitos.

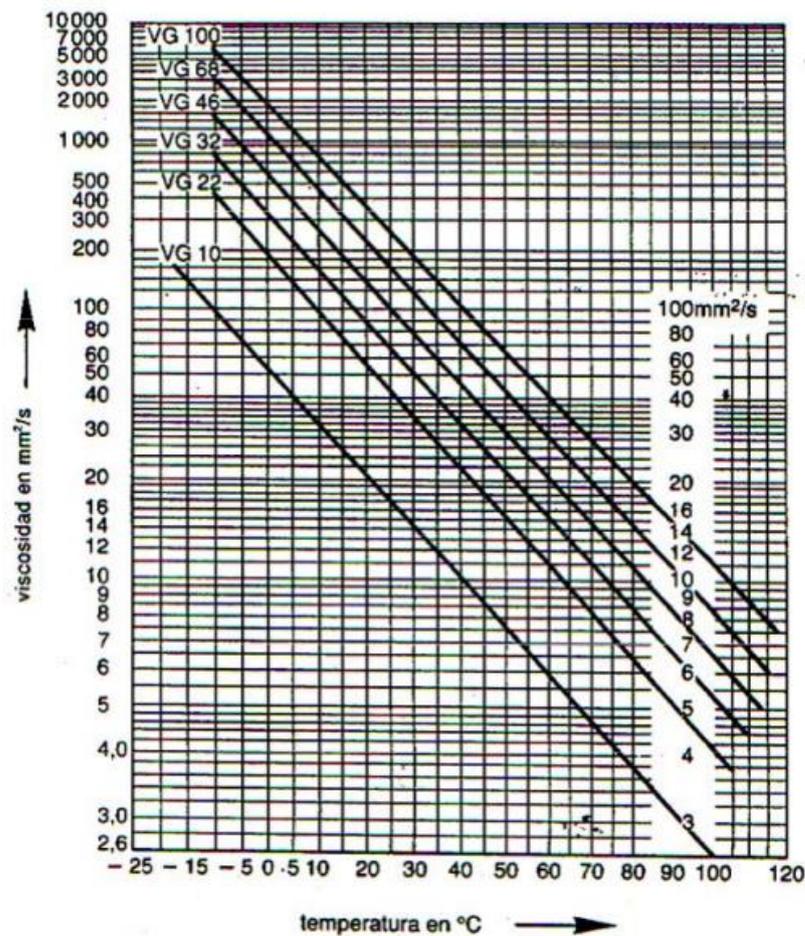


Figura 20. Gráfica de viscosidad vs temperatura [45].

Seleccionando el hidráulico ISO 68, mismo que permitirá un correcto funcionamiento de la máquina, a continuación, se mostraran las características del aceite en la Figura 21.

ISO VG	MID-POINT	LIMITS, KV 40°C		ISO VG	MID-POINT	LIMITS, KV 40°C	
	KV 40°C, mm ² s ⁻¹	Min.	Max.		KV 40°C, mm ² s ⁻¹	Min.	Max.
ISO VG 2	2.2	1.98	2.4	ISO VG 100	100	90	110
ISO VG 3	3.2	2.88	3.52	ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 5	4.6	4.14	5.06	ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 7	6.8	6.12	7.48	ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 10	10	9	11	ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 15	15	13.5	16.5	ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 22	22	19.8	24.2	ISO VG 1000	1000	900	1100
ISO VG 32	32	28.8	35.2	ISO VG 1500	1500	1350	1650
ISO VG 46	46	41.4	50.6	ISO VG 2200	2200	1980	2420
ISO VG 68	68	61.2	74.8	ISO VG 3200	3200	2880	3520



Figura 21. Características aceite ISO 68 [45].

2.2.15 Diagrama de conexión eléctrica del sistema Hidráulico.

Se requiere solucionar el control de la máquina, por lo que se procede con la conexión de los circuitos en el software de simulación. Las componentes para el mismo circuito constarán de dos mandos, el mando principal será el encargado de permitir el flujo de electricidad por el sistema, permitiendo la activación de la central hidráulica y el segundo mando permitirá el control de la electroválvula, que se encargará activar los cilindros, produciendo el movimiento de estas [46].

2.2.15.1 Simulación eléctrica -mando motor

El modelo eléctrico del motor permite obtener los materiales necesarios y establecer la conexión apropiada de los componentes como se indica en la lista de materiales, tabla 4. Es importante que se use el software CADe_SIMU el cual nos brindará la facilidad de simulación.

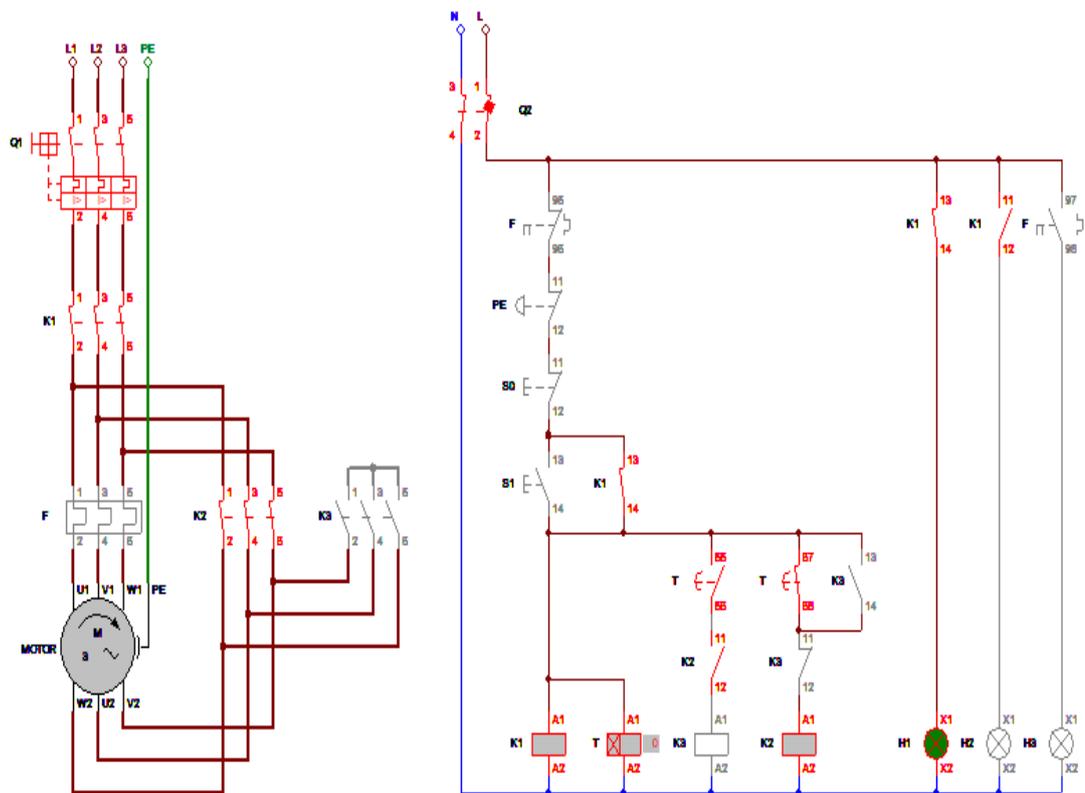


Figura 22. Diagrama de conexión de motor.

Al comprobar que las conexiones son adecuadas mediante la simbología que se maneja en las componentes del software libre, es necesario realizar una conexión con los componentes ya reales como se puede observar en la Figura 23, por lo cual el mismo software permite la utilización de estas. Este proceso evitará que las mismas componentes sean afectadas o conectadas de manera errónea.

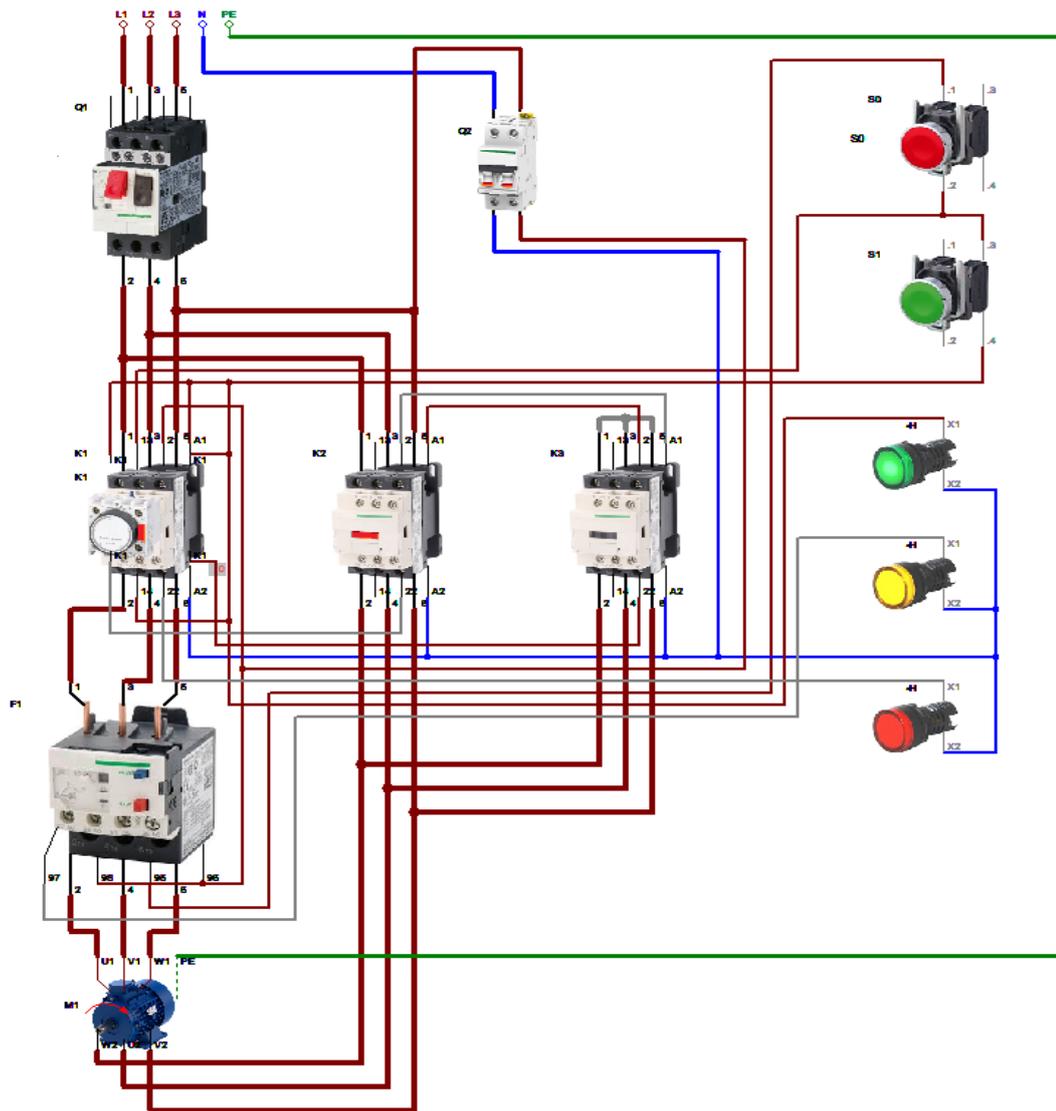


Figura 23. Simulación de conexión de componentes.

2.2.15.2 Simulación circuito electrohidráulico

El circuito electrohidráulico de la máquina de ensayos de tracción contará con una electroválvula de 4/3. El software especializado para simulaciones permitirá comprender el comportamiento de los componentes hidráulicos. Esta herramienta nos permitirá observar cómo se mueven y se comportan los cilindros, así como el accionamiento de las válvulas, las variaciones de presiones y el flujo del fluido que emite.

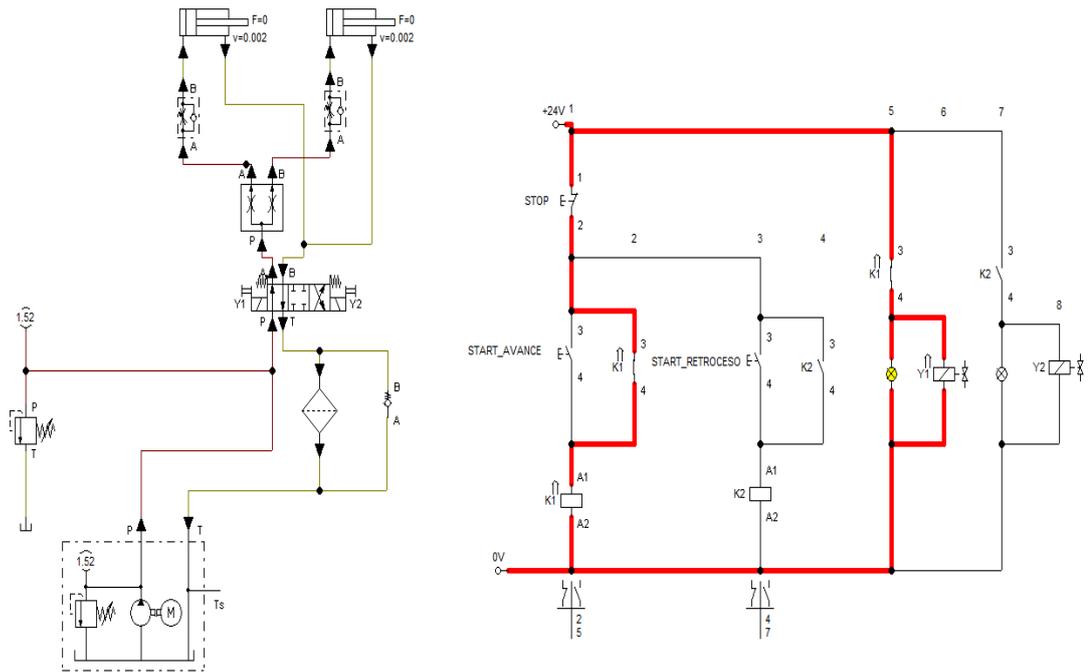


Figura 24. Simulación conexión electrohidráulica.

2.2.15.3 Conexión celda de carga

Para conectar la Célula de Carga al elemento receptor, generalmente no se requiere prever una fuente de alimentación para este equipo, ya que el equipo visualizador alimenta esta celda de carga, debido a que dispone de una fuente de 10v para este propósito.

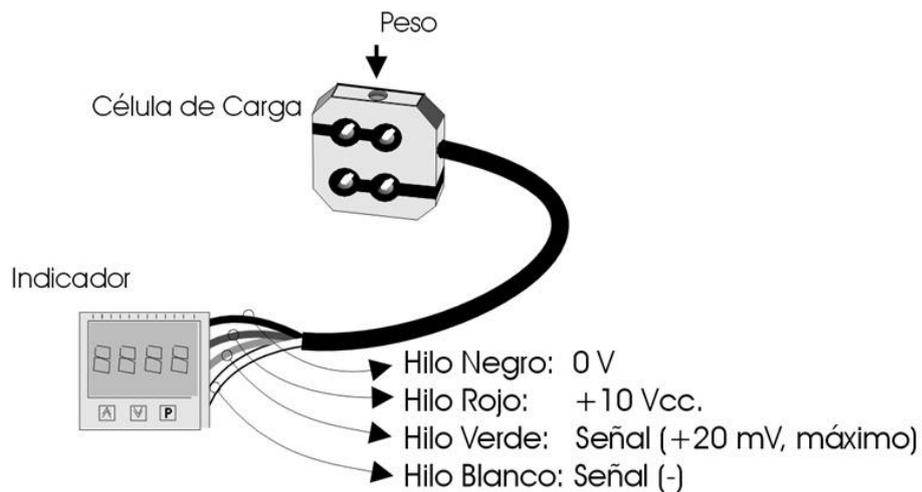


Figura 25. Diagrama de conexión célula de carga [47].

2.2.16 Diseño Estructural.

Para el diseño estructural, hay que considerar las fuerzas y pesos a los que va a estar sometida la estructura en cada uno de sus perfiles, por lo que se deben realizar los cálculos necesarios y asegurar su factor de seguridad, para que la estructura no sufra ningún daño.

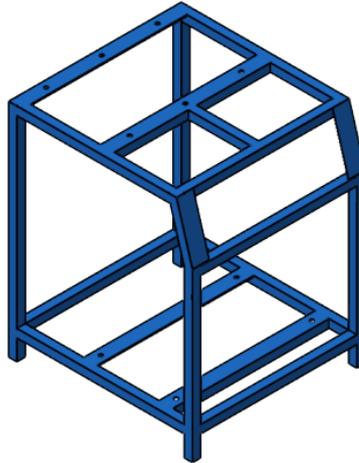


Figura 26. Estructura bastidor.

2.2.16.1 Cálculo de esfuerzos perfil cuadrado 1 y 1'.

Para analizar las cargas en el perfil cuadrado superior, debemos examinar la carga muerta a la que estará sometida la parte superior del bastidor.

Donde:

$M_t = \text{masa total}$

$M_{bl} = \text{Masa base soporte inferior}$

$M_c = \text{Masa cilindro hidraulico}$

$M_e = \text{Masa estructura para cilindro hidraulico}$

$M_m = \text{Masa estructura mordazas}$

$M_{pm} = \text{Masa placa mordazas}$

$M_{cc} = \text{Masa placa soporte celda de carga}$

$M_{bs} = \text{Masa soporte inferior}$

$M_{br} = \text{Masa bridas}$

$$M_t = M_{bl} + 2M_c + 2M_e + 2M_m + 2M_{pm} + M_{cc} + 2M_{br} + M_{bs} \quad (32)$$

$$M_t = 24.43kg + 2(5.02kg) + 2(13.20kg) + 2(4.31kg) + 2(0.42)kg + 0.98kg \\ + 2(0.88kg) + 10.25kg$$

$$M_t = 83.32kg$$

Obteniendo así el peso total que actuara sobre la estructura.

$$W_{el} = M_t * a_g \quad (33)$$

$$W_{el} = 83.32kg * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$W_{el} = 817.369N$$

Una vez analizada la carga que actuara sobre el bastidor es necesario analizar las fuerzas que actuaran en los perfiles. Ya que estas fuerzas actuaran a compresión en el perfil.

Donde:

$$L = 800mm$$

$$F_Y = 250MPa$$

$$PD = 817.369N$$

$$E = 200GPa$$

$$t = 2mm$$

$$\emptyset = 0.9$$

$$k = 1$$

Calculando la carga máxima actuante.

$$P_u = 1.4 * PD \quad (34)$$

$$P_u = 1.4 * 817.369N$$

$$P_u = 1144.316N$$

Para que la estructura no falle por esbeltez procedemos a calcular el máximo permisible mediante lo siguiente:

$$\lambda_{ru} = 1.4 * \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (35)$$

$$\lambda_{ru} = 1.4 * \sqrt{\frac{200GPa}{250MPa}}$$

$$\lambda_{ru} = 39.59$$

Conociendo que la sección esbelta es si:

$$\frac{b}{t} > \lambda \quad (36)$$

Conociendo que la sección no es esbelta si:

$$\frac{b}{t} \leq \lambda \quad (37)$$

Calculando el b máximo.

$$\begin{aligned} b_{max} &= t * \lambda_{ru} \\ b_{max} &= 2mm * 39.59 \\ b_{max} &= 79.18mm \end{aligned} \quad (38)$$

Obteniendo el b máximo consideramos para nuestro diseño lo siguiente:

$$\begin{aligned} b &= 79.18mm \\ h &= 79.18mm \end{aligned}$$

Calculando el área propia del acero.

$$\begin{aligned} A_g &= (b + 2t) * (h + 2t) - bh \\ A_g &= (79.18mm + 2(2)) * (79.18mm + 2(2)) - 79.18 * 79.18 \\ A_g &= 649.44mm^2 \end{aligned} \quad (39)$$

$$\begin{aligned} A_g &= (b + 2t) * (h + 2t) - bh \\ A_g &= (79.18mm + 2(2)) * (79.18mm + 2(2)) - 79.18 * 79.18 \\ A_g &= 649.44mm^2 \end{aligned} \quad (39)$$

Calculando la inercia de una sección compuesta

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{(b + 2t) * (h + 2t)^3}{12} - \frac{b * h^3}{12} \\ I_x &= \frac{(79.18 + 2(2)) * (79.18 + 2(2))^3}{12} - \frac{79.18 * 79.18^3}{12} \\ I_x &= 713755.385mm^4 \end{aligned} \quad (40)$$

$$I_y = \frac{(h + 2t) * (b + 2t)^3}{12} - \frac{h * b^3}{12} \quad (41)$$

$$I_y = \frac{(79.18 + 2(2)) * (79.18 + 2(2))^3}{12} - \frac{79.18 * 79.18^3}{12}$$

$$I_y = 713755.385mm^4$$

Calculando el radio de giro.

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} \quad (42)$$

$$r_x = \sqrt{\frac{713755.385mm^4}{649.44mm^2}}$$

$$r_x = 33.15mm$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} \quad (42)$$

$$r_x = \sqrt{\frac{713755.385mm^4}{649.44mm^2}}$$

$$r_x = 33.15mm$$

Debemos trabajar con la dirección que produzca más esbeltez en este caso debido a que es una sección cuadrada no interesa la sección que consideremos. Para ofrecer un mejor comportamiento de la estructura debe cumplir lo siguiente.

$$\frac{b}{t} > \lambda \quad (43)$$

$$\frac{79.18}{2} \leq 39.59$$

$$39.59 \leq 39.59$$

No sufrirá esbeltez

Calculando el esfuerzo critico de pandeo mediante Euler.

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{K * L}{r_x}\right)^2} \quad (44)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 200GPa}{\left(\frac{1 * 800mm}{33.15mm}\right)^2}$$

$$F_e = 3.38e9$$

Calculando el esfuerzo critico de pandeo por flexión

$$\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (45)$$

$$\frac{1 * 800mm}{33.15mm} > 4.71 \sqrt{\frac{200GPa}{250MPa}}$$

$$24.13 > 133.21$$

No cumple para pandeo elástico.

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (46)$$

$$\frac{1 * 800mm}{33.15mm} \leq 4.71 \sqrt{\frac{200GPa}{250MPa}}$$

$$24.13 \leq 133.21$$

Cumple para pandeo inelástico.

$$F_{cr} = [0.658 \frac{F_y}{F_e}] * F_y \quad (47)$$

$$F_{cr} = 0.658 \frac{250MPa}{3.38GPa} * 250MPa$$

$$F_{cr} = 0.29GPa$$

Cumple

Calculando la carga nominal

$$P_n = F_{cr} * A_g \quad (48)$$

$$P_n = 0.29GPa * 644.49mm^2$$

$$P_n = 186902.1N$$

La resistencia de diseño será

$$\phi_n * P_n = 0.9 * 186902.1N \quad (49)$$

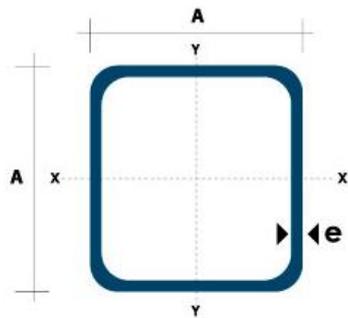
$$\phi_n * P_n = 168211.89N$$

Por lo tanto.

$$\phi_n * P_n \geq P_u \quad (50)$$

$$168211.89N \geq 1144.316N$$

Dirigiéndonos al catálogo que nos proporciona la distribuidora DIPAC obtenemos la tubería cuadrada para poder construir el bastidor.



Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	4.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84

Figura 27. Tubería Cuadrada [48].

2.2.16.2 Cálculo de esfuerzos en la placa superior.

La fuerza máxima que debe soportar la placa es de 1 tonelada debido a la tracción que debe ejercer la misma, por lo cual adicional no se conocen las reacciones que ejercerá los cilindros hidráulicos.

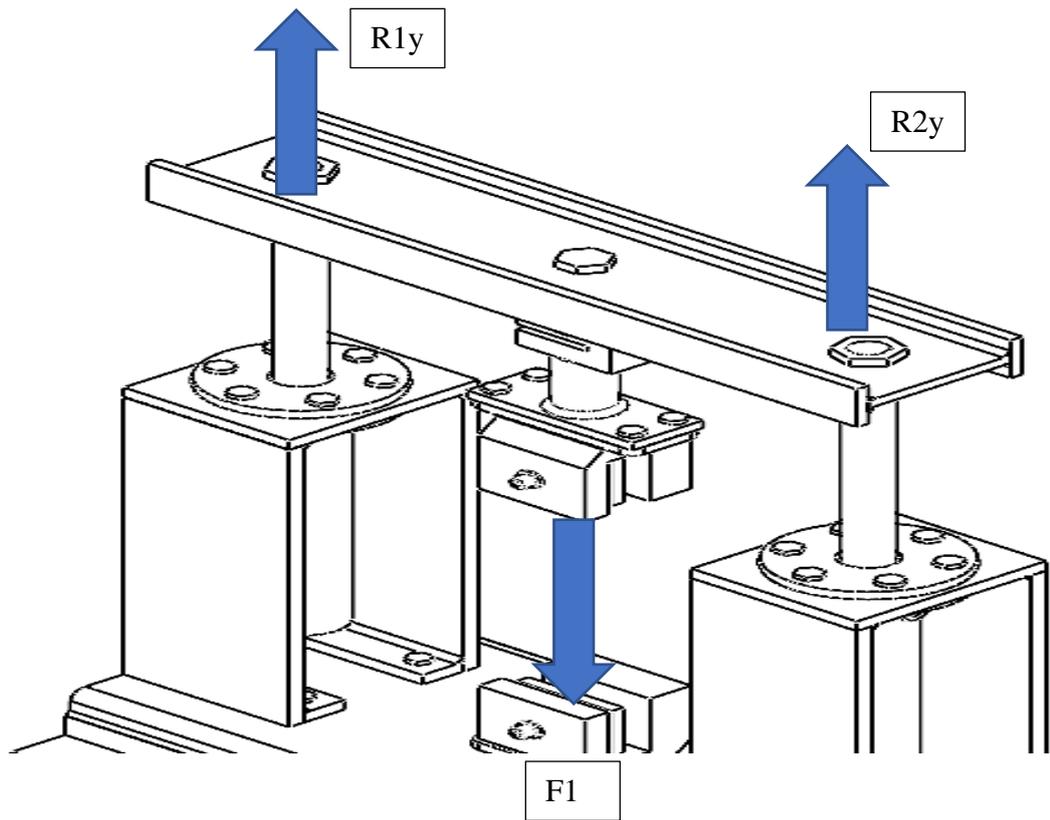


Figura 28. Diagrama de fuerzas en base soporte superior [49].
Realizando el diagrama de cuerpo libre.

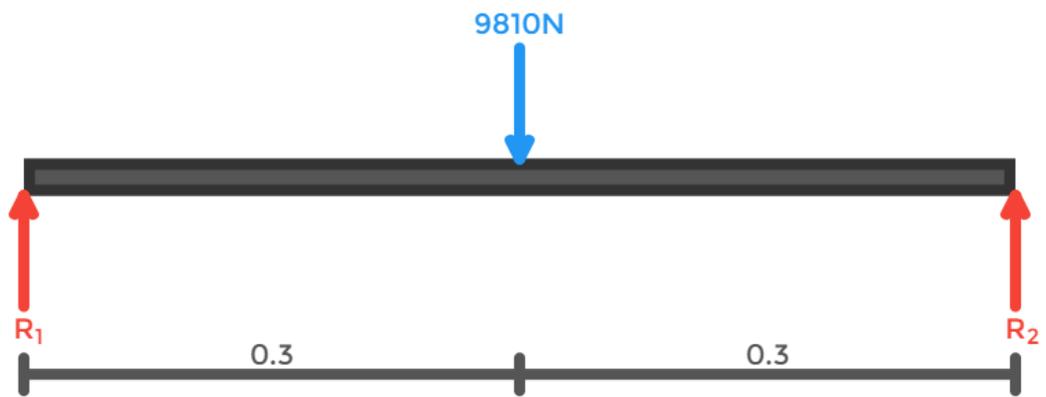


Figura 29. Diagrama de cuerpo libre [49].

$$\sum M_A = 0 \tag{51}$$

$$-9810N(0.3m) + R_{by}(0.6m) = 0$$

$$R_{by} = -4905N$$

$$\sum Fy = 0 \quad (52)$$

$$R_{ay} - W + R_{by} = 0$$

$$R_{ay} = 9810N - 4905N$$

$$\mathbf{R_{ay} = 4905N}$$

Cálculo de Esfuerzo cortante. (4905; -4905)

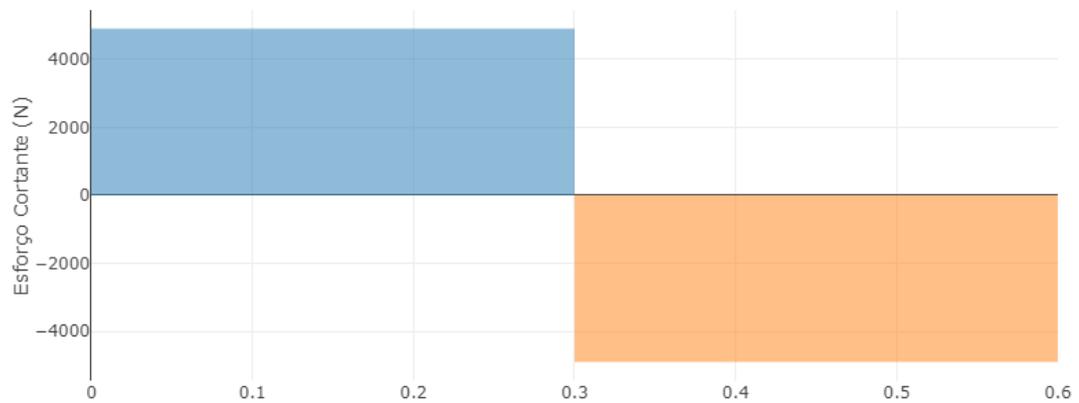


Figura 30. Esfuerzo Cortante [49].

Cálculo de Momento Flector. (1471.50)

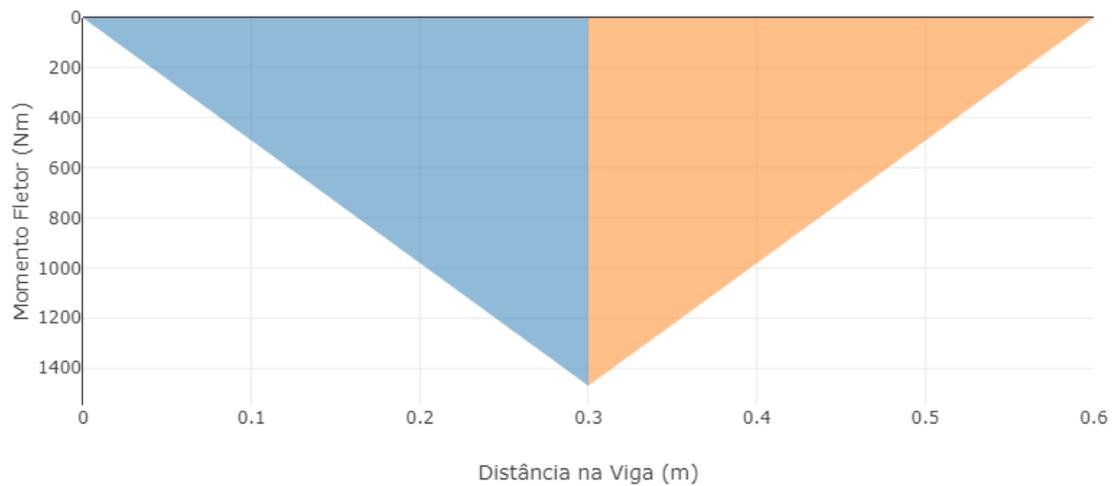


Figura 31. Momento Flector [49].

En esta estructura las posibles fallas que se pueden presentar son en los puntos A y B por lo tanto se debe analizar los esfuerzos que se van a producir sobre la placa para evitar daños. Utilizando las propiedades de las secciones.

Momentos de inercia de superficies planas

C = Centro de gravedad

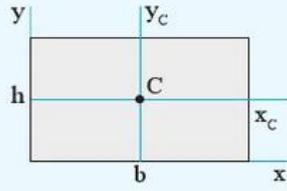
1	Rectángulo		$I_x = \frac{bh^3}{3}$ $I_{x_c} = \frac{bh^3}{12}$	$I_y = \frac{hb^3}{3}$ $I_{y_c} = \frac{hb^3}{12}$
---	------------	---	--	--

Figura 32. Propiedades de las secciones para un Rectángulo [14].

$$I = \frac{1}{12} (b)(h^3) \quad (53)$$

$$I = \frac{1}{12} (600mm)(10^3)$$

$$I = 50000mm^4$$

Encontrando el esfuerzo de flexión para el punto A=B

$$\sigma_M = \frac{M_c \text{maximo} * \frac{h}{2}}{I} \quad (54)$$

$$\sigma_M = \frac{1471500Nmm * \frac{10}{2}}{50000}$$

$$\sigma_M = 147.150 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_M = 147.150 \text{ MPA}$$

Calculando el esfuerzo cortante producido.

$$\tau = \frac{R_A * Q}{I * t} \quad (55)$$

$$Q = A * \bar{y} \quad (56)$$

Donde:

τ =Esfuerzo cortante.

A =área transversal.

\bar{y} =Distancia hacia el centroide de la placa.

$$A = b * h$$

$$A = 600mm * 10mm$$

$$A = 6000\text{mm}^2$$

$$Q = A * \bar{y}$$

$$Q = 6000\text{mm}^2 * 5\text{mm}$$

$$Q = 30000\text{mm}^3$$

$$\tau = \frac{R_A * Q}{I * t}$$

$$\tau = \frac{4905\text{N} * 30000\text{mm}^3}{50000\text{mm}^4 * 600\text{mm}}$$

$$\tau = 4.905 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau = 4.905 \text{ MPa}$$

Hallando el esfuerzo cortante máximo.

$$\tau_{max} = \sqrt{\frac{\sigma_A^2}{2} + (\tau_a)^2} \quad (57)$$

$$\tau_{max} = \sqrt{\frac{147.150^2}{2} + (4.905)^2}$$

$$\tau_{max} = 104.16 \text{ MPa}$$

Obteniendo el factor de seguridad

$$N = \frac{0.5 * S_y}{\tau_{max}} \quad (58)$$

$$N = \frac{0.5 * 250\text{MPa}}{104.16 \text{ MPa}}$$

$$N = 1.20$$

Nota: La placa no sufrirá de fallas ya que el material es el indicado.

2.2.16.3 Análisis de Fuerzas en Placa Inferior

El perfil que se utilizara para sostener los pistones es un perfil en U como se muestra a continuación:

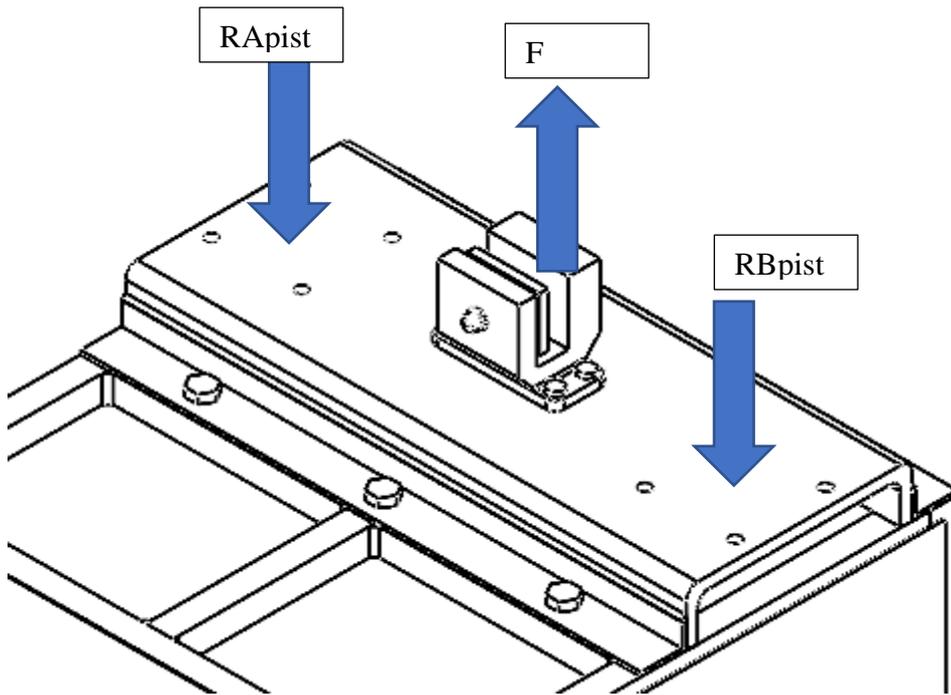


Figura 33. Análisis de fuerzas [49].

Para proceder debemos analizar el peso de los pistones y de la placa que va a soportar



Figura 34. Diagrama de Esfuerzos [50].

$$\sum M_A = 0 \quad (51)$$

$$-9810N(0.3m) + R_{by}(m) = 0$$

$$R_{by} = +4905N$$

$$\sum Fy = 0 \quad (52)$$

$$R_{ay} - W + R_{by} = 0$$

$$R_{ay} = -9810N + 4905N$$

$$R_{ay} = -4905N$$

Cálculo de Esfuerzo cortante. (4905; -4905)

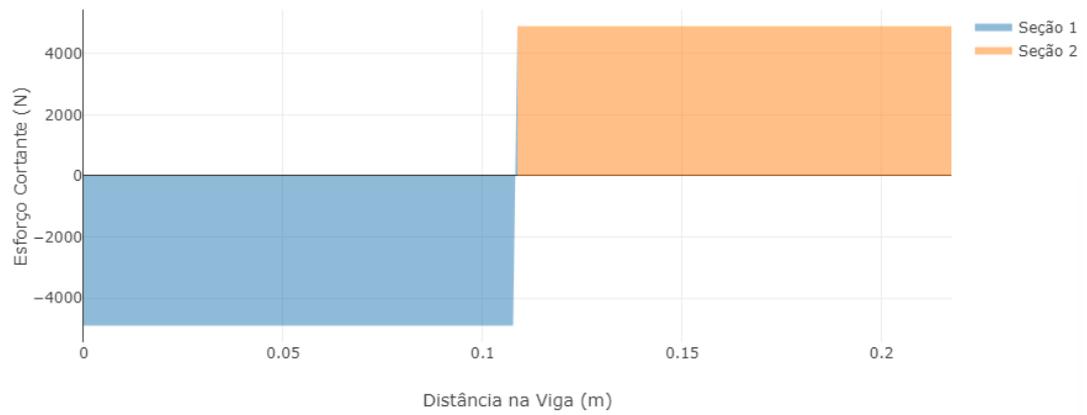


Figura 35. Esfuerzo Cortante [49].

Cálculo de Momento Flector. (-533.41, -533.41)

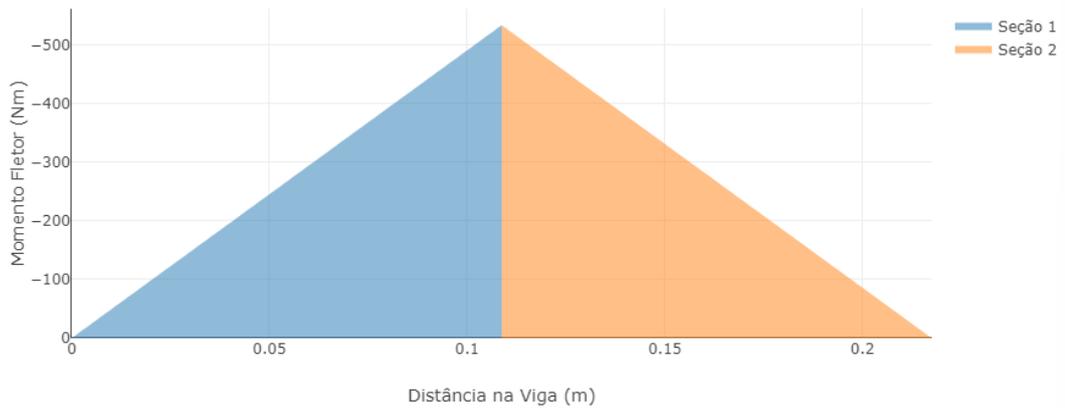


Figura 36. Momento Flector [49].

Esfuerzo a flexión.

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{S} \quad (59)$$

Donde:

σ_{max} : Esfuerzo flector máximo. (P_a)

M_{max} = Momento maximo que genera la fuerza del elemento. (Nmm)

S : Módulo de la sección (mm^3)

Designación	Dimensiones (mm)			Masa Kg/m	A cm ²	d1 cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	e				ix	ly	Wx	Wy	ix	ly
	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm
C 200 x 50 x 2	200	50	2	4,59	5,87	0,92	316	11,8	31,6	2,88	7,34	1,42
C 200 x 50 x 3	200	50	3	6,80	8,7	0,96	462	17,1	46,2	4,23	7,29	1,4
C 200 x 50 x 4	200	50	4	8,95	11,5	1,0	600	22,1	60	5,52	7,23	1,39
C 200 x 50 x 5	200	50	5	11,05	14,2	1,05	729	26,7	72,9	6,75	7,17	1,37
C 200 x 50 x 6	200	50	6	13,08	16,81	1,09	850,8	31,18	85,08	7,97	7,11	1,36
C 200 x 60 x 5	200	60	5	11,83	15,18	1,34	853,8	45,29	85,33	9,72	7,5	1,73
C 200 x 60 x 6	200	60	6	14,02	18,01	1,39	963,8	53,04	96,37	11,5	7,31	1,71
C 200 x 60 x 8	200	60	8	18,23	23,3	1,53	1219	66,96	121,9	14,96	7,2	1,66
C 200 x 80 x 6	200	80	6	15,91	20,42	2,14	1190	120,8	119	20,61	7,63	2,43
C 200 x 80 x 8	200	80	8	20,74	26,69	2,14	1514	153,9	151,4	26,27	7,53	2,4

Figura 37. Tabla de características - perfil C [51].

Obteniendo el módulo de la sección del perfil C obteniendo:

$$S = \frac{BH^3 - bh^3}{6H} \quad (60)$$

$$S = \frac{60 * 200^3 - 54 * 194^3}{6(200)}$$

$$S = 71437.72mm^3$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{S} \quad (61)$$

$$\sigma_{max} = \frac{533.41Nm}{7.143 * 10^{-5}m^3}$$

$$\sigma_{max} = 7.46 * 10^6 Pa$$

Esfuerzo cortante.

$$\tau_{max} = \frac{V * S}{I * b} \quad (62)$$

Donde:

τ_{max} = Esfuerzo cortante máximo.

V = fuerza cortante(N)

I = momento de sección (m^4)

b = Espesor de la sección transversal. (m)

$$\tau_{max} = \frac{V * S}{I * b}$$

$$\tau_{max} = 1.899 * 10^6 Pa$$

Calculando los esfuerzos principales

$$\sigma_1 = \sigma_{max} \quad (63)$$

$$\tau_{max} = \tau_{xy} \quad (64)$$

Calculando el coeficiente de seguridad del perfil C

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1 + 3\tau_{xy}^2} \quad (65)$$

Donde:

σ' = Esfuerzo de Von Mises (MPa)

σ_1 = Esfuerzo principal a flexión (Pa)

τ_{xy} = Esfuerzo principal a corte (Pa)

$$\sigma' = \sqrt{7.46 * 10^6 + 3(1.899 * 10^6)^2}$$

$$\sigma' = 8152926.039 Pa$$

$$\sigma' = 81.52 MPa$$

Calculando el coeficiente de seguridad.

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (66)$$

Donde:

η = coeficiente de seguridad (adimensional)

S_y = Esfuerzo de fluencia del material

$$\eta = \frac{250 MPa}{81.52 MPa}$$

$$\eta = 3.06$$

2.2.16.4 Análisis de Fuerzas en perfil 1 y 1'.

Al ser un elemento que se va a encontrar empotrado por un perfil en L o ángulo doblado por lo cual es necesario realizar un análisis en los perfiles de la estructura.

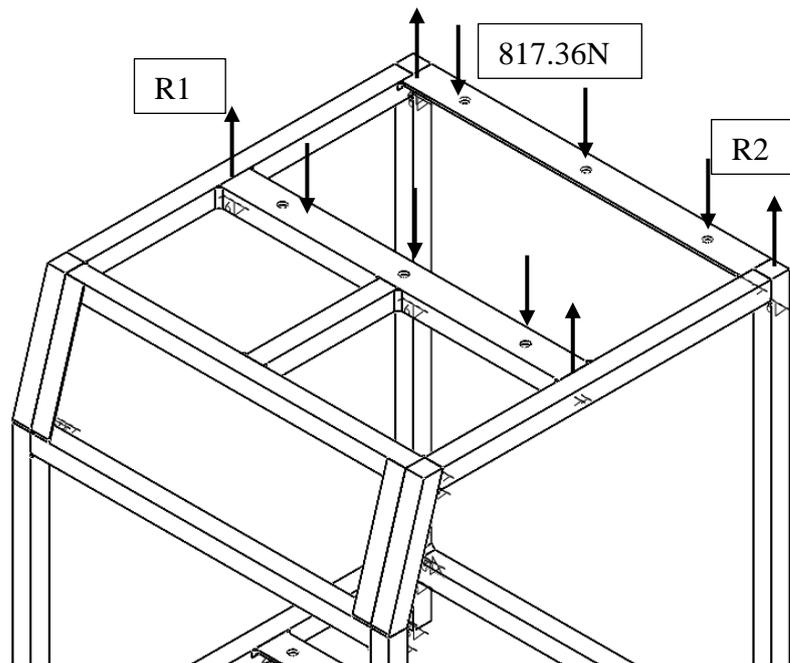


Figura 38. Análisis de fuerzas en perfil [49].

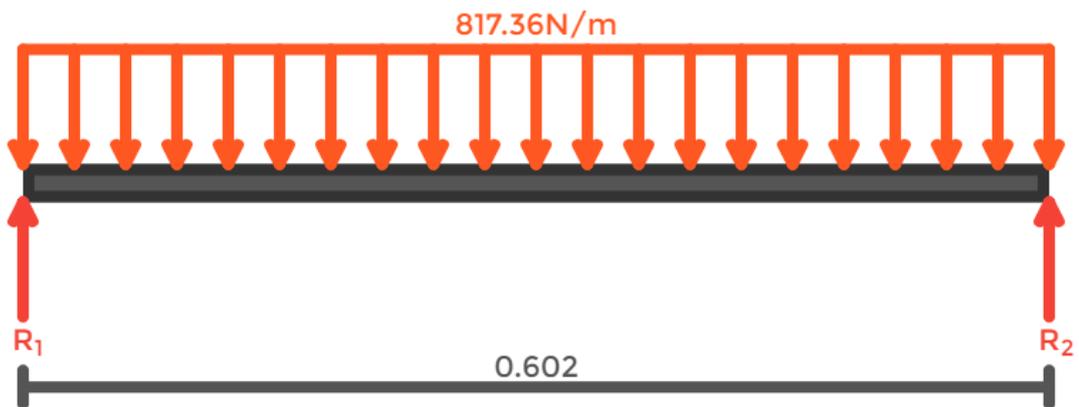


Figura 39. Análisis de Esfuerzos

$$\sum M_{R2} = 0 \quad (51)$$

$$R_1(0.602m) - 492.050(0.301m) = 0$$

$$R_1 = 246.025.53N$$

$$\sum F_y = 0 \quad (52)$$

$$R_1 - F + R_2 = 0$$

$$R_2 = -246.025 + 492.05$$

$$R_{ay} = 246.025N$$

Obteniendo los diagramas de esfuerzo cortante y de momento el cual se muestra a continuación.

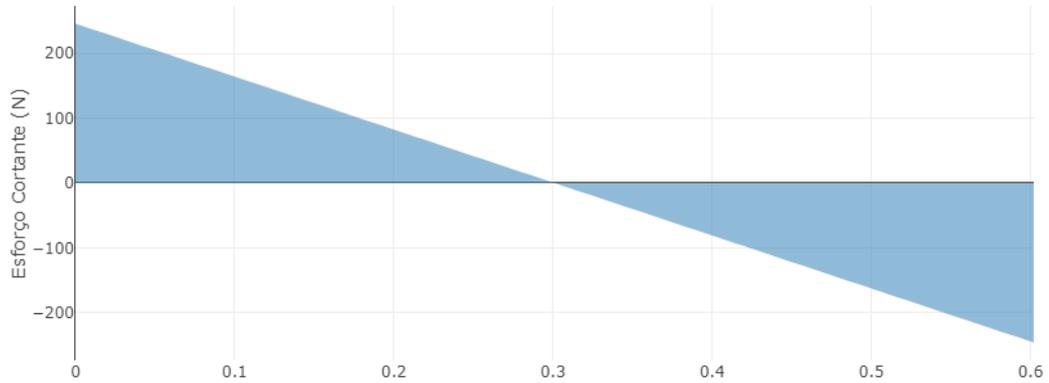


Figura 40. Esfuerzo cortante [49].

Obteniendo así el momento flector brindado por el software.

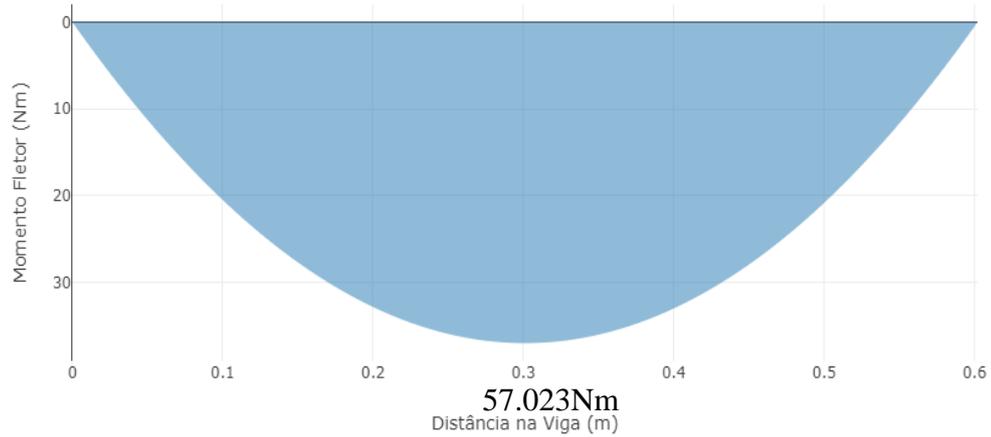


Figura 41. Diagrama de momento flector [49].

Una vez obtenido los valores de la fuerza cortante y del momento máximo, se realizó los cálculos para encontrar los esfuerzos.

Esfuerzo a flexión.

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{S} \quad (59)$$

Donde:

σ_{max} =Esfuerzo flector máximo.

M_{max} =Momento máximo que se genera en el elemento.

S= Modulo de sección.

Para las medidas del perfil utilizado se las detalla a continuación:

Descripción	b	h	e	Masa	Área	d1	d2	Angulo	Ángulos de alas iguales											
									Eje X - X			Eje Y - Y			Eje U - U			Eje V - V		
									lx	Wx	rx	ly	Wy	ry	lu	Wu	ru	lv	Wv	rv
cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm									
L 20x 2	20	20	2	0,57	0,73	0,60	0,60	45,00	0,28	0,20	0,62	0,28	0,20	0,62	0,46	0,32	0,79	0,10	0,14	0,37
L 20 x 3	20	20	3	0,81	1,03	0,65	0,65	45,00	0,38	0,28	0,60	0,38	0,28	0,60	0,63	0,45	0,78	0,12	0,17	0,34
L 25x 2	25	25	2	0,73	0,93	0,72	0,72	45,00	0,56	0,32	0,78	0,56	0,32	0,78	0,92	0,52	1,00	0,20	0,23	0,47
L 25x 3	25	25	3	1,05	1,33	0,78	0,78	45,00	0,78	0,45	0,77	0,78	0,45	0,77	1,30	0,74	0,99	0,26	0,30	0,45
L 30 x 2	30	30	2	0,88	1,13	0,85	0,85	45,00	1,00	0,46	0,94	1,00	0,46	0,94	1,63	0,77	1,20	0,37	0,35	0,57
L 30x 3	30	30	3	1,28	1,63	0,90	0,90	45,00	1,40	0,67	0,93	1,40	0,67	0,93	2,32	1,09	1,19	0,49	0,46	0,55
L 30x 4	30	30	4	1,65	2,10	0,95	0,95	45,00	1,76	0,86	0,91	1,76	0,86	0,91	2,93	1,38	1,18	0,58	0,55	0,52
L 40x 2	40	40	2	1,20	1,33	1,10	1,10	45,00	2,44	0,84	1,26	2,44	0,84	1,26	3,96	1,40	1,61	0,92	0,85	0,78
L 40x 3	40	40	3	1,75	2,23	1,15	1,15	45,00	3,49	1,22	1,25	3,49	1,22	1,25	5,71	2,02	1,60	1,27	0,90	0,75

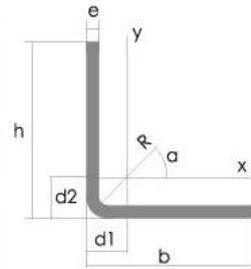


Figura 42. Tabla de características - ángulo doblado [51].

Obteniendo con estos datos el módulo de sección

$$S = \frac{BH^3 - bh^3}{6H} \quad (60)$$

$$S = \frac{30(30)^3 - 27(27)^3}{6(30)}$$

$$S = 1085.24mm^3 (1.085 \times 10^{-6} m^3)$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{S} \quad (61)$$

$$\sigma_{max} = \frac{57.023 Nm}{1.547 \times 10^{-6} m^3}$$

$$\sigma_{max} = 52.555 \times 10^6 Pa$$

Esfuerzo cortante.

$$\tau_{max} = \frac{V * S}{I * b} \quad (62)$$

$$\tau_{max} = \frac{246.025N * 1.085 \times 10^{-6} m^3}{1.4 * 10^{-8} m^4 * 0.3m}$$

$$\tau_{max} = 0.635 * 10^6 Pa$$

Calculando los esfuerzos principales.

$$\sigma_1 = \sigma_{max} \quad (63)$$

$$\tau_{xy} = \tau_{max} \quad (64)$$

Para el cálculo se debió aplicar las teorías aprendidas de Von Mises.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_{xy}^2} \quad (65)$$

Donde:

σ' =Esfuerzo de Von Mises.

σ_1 =Esfuerzo principal a la flexión.

τ_{xy} =Esfuerzo principal a corte

$$\sigma' = \sqrt{(52.55 * 10^6 Pa)^2 + 3(0.635 * 10^6 Pa)^2}$$

$$\sigma' = 52.55 MPa$$

Obteniendo el factor de seguridad de Von Mises calculamos el coeficiente de seguridad.

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (66)$$

Donde:

n =coeficiente de seguridad

S_y =Esfuerzo de fluencia del material

$$n = \frac{250 MPa}{52.55 MPa}$$

$$n = 4.75$$

Analizando las medidas del perfil utilizado para construcción de la estructura especificados en la Figura 43 se analiza:

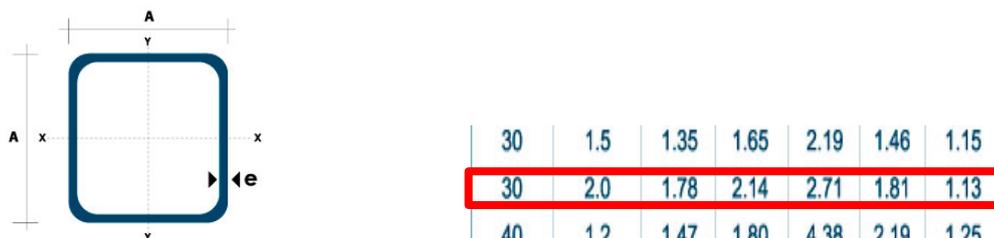


Figura 43. Características técnicas tubo cuadrado 30*30*2 [48].

$$S = \frac{C^4 - C_1^4}{6C} \quad (67)$$

$$S = \frac{0.03^4 - 0.026^4}{6(0.03)}$$

$$S = (1.96 \times 10^{-6} \text{ m}^3)$$

Cálculo del esfuerzo a flexión.

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{S} \quad (61)$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{S}$$

$$\sigma_{max} = \frac{117.276 \text{ Nm}}{1.96 * 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\sigma_{max} = 59.834 * 10^6 \text{ Pa}$$

Esfuerzo Cortante,

$$\tau_{max} = \frac{V * S}{I * b} \quad (62)$$

$$\tau_{max} = \frac{533.08 \text{ N} * 1.96 \times 10^{-6} \text{ m}^3}{2.71 * 10^{-7} \text{ m}^4 * 0.22 \text{ m}}$$

$$\tau_{max} = 175.249 * 10^3 \text{ Pa}$$

Esfuerzo mediante Von Mises.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_{xy}^2} \quad (65)$$

$$\sigma' = \sqrt{(59.834 * 10^6 \text{ Pa})^2 + 3(175.249 \text{ Pa})^2}$$

$$\sigma' = 59.83 \text{ MPa}$$

Calculando el coeficiente de seguridad en la estructura.

$$n = \frac{S_y}{\sigma'} \quad (66)$$

$$n = \frac{250 \text{ MPa}}{59.83 \text{ MPa}}$$

$$n = 4.178$$

2.2.17 Diseño Mordazas.

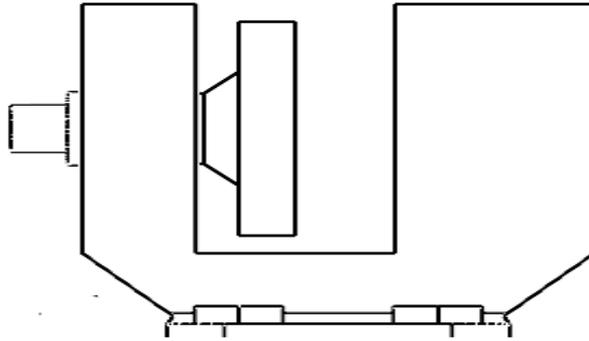


Figura 44. Mordaza [49].

Para el diseño de la mordaza, es necesario conocer la fuerza de ajuste que puede generar una persona.

Tabla 8. Fuerza de Agarre [52].

FUERZAS DE AGARRE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
<p>Grip Strength</p> <p>Female 55±11pounds Male 100±15pounds</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Percentile</th> <th>Strength, pounds</th> <th>Percentile</th> <th>Strength, pounds</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100.0%</td><td>84.4</td><td>100.0%</td><td>140.1</td></tr> <tr><td>99.5%</td><td>82.2</td><td>99.5%</td><td>137.1</td></tr> <tr><td>97.5%</td><td>75.5</td><td>97.5%</td><td>128.0</td></tr> <tr><td>90.0%</td><td>69.8</td><td>90.0%</td><td>120.2</td></tr> <tr><td>75.0%</td><td>62.6</td><td>75.0%</td><td>110.3</td></tr> <tr><td>50.0%</td><td>55.4</td><td>50.0%</td><td>100.3</td></tr> <tr><td>25.0%</td><td>48.2</td><td>25.0%</td><td>90.8</td></tr> <tr><td>10.0%</td><td>42.9</td><td>10.0%</td><td>83.5</td></tr> <tr><td>2.5%</td><td>34.8</td><td>2.5%</td><td>72.5</td></tr> <tr><td>0.5%</td><td>30.8</td><td>0.5%</td><td>67.0</td></tr> <tr><td>0.0%</td><td>19.1</td><td>0.0%</td><td>51.0</td></tr> </tbody> </table> <p>Based on median values of selected studies</p>	Percentile	Strength, pounds	Percentile	Strength, pounds	100.0%	84.4	100.0%	140.1	99.5%	82.2	99.5%	137.1	97.5%	75.5	97.5%	128.0	90.0%	69.8	90.0%	120.2	75.0%	62.6	75.0%	110.3	50.0%	55.4	50.0%	100.3	25.0%	48.2	25.0%	90.8	10.0%	42.9	10.0%	83.5	2.5%	34.8	2.5%	72.5	0.5%	30.8	0.5%	67.0	0.0%	19.1	0.0%	51.0	<p>Tabla I Valores del IMC y su relación con la fuerza media de las manos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Edad (años)</th> <th colspan="4">Hombres</th> <th colspan="4">Mujeres</th> </tr> <tr> <th>IMC</th> <th>Beta</th> <th>IC 95%</th> <th>p</th> <th>IMC</th> <th>Beta</th> <th>IC 95%</th> <th>p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20-29</td><td>27.0 (19-43)</td><td>0.470</td><td>0.896</td><td>0.0075</td><td>23.2 (17-37)</td><td>0.215</td><td>-0.23</td><td>0.077</td></tr> <tr><td>30-39</td><td>27.7 (18-46)</td><td>0.300</td><td>0.648</td><td>0.0052</td><td>24.7 (18-44)</td><td>0.189</td><td>0.018</td><td>0.026</td></tr> <tr><td>40-49</td><td>28.3 (17-47)</td><td>0.516</td><td>-0.073</td><td>0.538</td><td>26.1 (17-50)</td><td>0.070</td><td>-0.066</td><td>0.277</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>29.9 (17-54)</td><td>0.200</td><td>0.311</td><td>0.011</td><td>29.0 (18-55)</td><td>-0.002</td><td>-0.181</td><td>0.973</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>29.2 (18-43)</td><td>0.267</td><td>0.096</td><td>0.000</td><td>30.3 (17-50)</td><td>0.088</td><td>-0.049</td><td>0.180</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>28.1 (17-41)</td><td>0.046</td><td>-0.040</td><td>0.397</td><td>30.3 (17-47)</td><td>0.074</td><td>-0.080</td><td>0.285</td></tr> <tr><td>≥ 80</td><td>26.9 (18-37)</td><td>0.276</td><td>0.056</td><td>0.003</td><td>27.1 (14-37)</td><td>0.255</td><td>0.013</td><td>0.042</td></tr> </tbody> </table> <p>IMC = índice de masa corporal. IMC medio hombres: 26.5 ± 4.7 (17-55); mujeres: 27.9 ± 5.0 (14-55) p=0.002. IMC y fuerza media de la mano: hombres: beta=0.176, p=0.000; mujeres: beta=-0.095, p=0.001.</p>	Edad (años)	Hombres				Mujeres				IMC	Beta	IC 95%	p	IMC	Beta	IC 95%	p	20-29	27.0 (19-43)	0.470	0.896	0.0075	23.2 (17-37)	0.215	-0.23	0.077	30-39	27.7 (18-46)	0.300	0.648	0.0052	24.7 (18-44)	0.189	0.018	0.026	40-49	28.3 (17-47)	0.516	-0.073	0.538	26.1 (17-50)	0.070	-0.066	0.277	50-59	29.9 (17-54)	0.200	0.311	0.011	29.0 (18-55)	-0.002	-0.181	0.973	60-69	29.2 (18-43)	0.267	0.096	0.000	30.3 (17-50)	0.088	-0.049	0.180	70-79	28.1 (17-41)	0.046	-0.040	0.397	30.3 (17-47)	0.074	-0.080	0.285	≥ 80	26.9 (18-37)	0.276	0.056	0.003	27.1 (14-37)	0.255	0.013	0.042																																																																																																																																																																																																																				
Percentile	Strength, pounds	Percentile	Strength, pounds																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
100.0%	84.4	100.0%	140.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
99.5%	82.2	99.5%	137.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
97.5%	75.5	97.5%	128.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
90.0%	69.8	90.0%	120.2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
75.0%	62.6	75.0%	110.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
50.0%	55.4	50.0%	100.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
25.0%	48.2	25.0%	90.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
10.0%	42.9	10.0%	83.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
2.5%	34.8	2.5%	72.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
0.5%	30.8	0.5%	67.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
0.0%	19.1	0.0%	51.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Edad (años)	Hombres				Mujeres																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	IMC	Beta	IC 95%	p	IMC	Beta	IC 95%	p																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
20-29	27.0 (19-43)	0.470	0.896	0.0075	23.2 (17-37)	0.215	-0.23	0.077																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
30-39	27.7 (18-46)	0.300	0.648	0.0052	24.7 (18-44)	0.189	0.018	0.026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
40-49	28.3 (17-47)	0.516	-0.073	0.538	26.1 (17-50)	0.070	-0.066	0.277																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
50-59	29.9 (17-54)	0.200	0.311	0.011	29.0 (18-55)	-0.002	-0.181	0.973																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
60-69	29.2 (18-43)	0.267	0.096	0.000	30.3 (17-50)	0.088	-0.049	0.180																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
70-79	28.1 (17-41)	0.046	-0.040	0.397	30.3 (17-47)	0.074	-0.080	0.285																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
≥ 80	26.9 (18-37)	0.276	0.056	0.003	27.1 (14-37)	0.255	0.013	0.042																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<p>FUERZA MANO DERECHA</p> <p>Tabla II Fuerza de la mano derecha</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Edad</th> <th>n.º casos</th> <th>media</th> <th>p 5</th> <th>p 10</th> <th>p 25</th> <th>p 50</th> <th>p 75</th> <th>p 90</th> <th>p 95</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="10">Mujeres</td></tr> <tr><td>20-29</td><td>67</td><td>20.9 (9-30)</td><td>13.4</td><td>14.8</td><td>18.0</td><td>20.0</td><td>24.0</td><td>27.0</td><td>28.4</td></tr> <tr><td>30-39</td><td>138</td><td>21.3 (5-41)</td><td>11.9</td><td>15.0</td><td>18.0</td><td>21.5</td><td>24.0</td><td>27.0</td><td>30.0</td></tr> <tr><td>40-49</td><td>241</td><td>20.2 (7-39)</td><td>13.0</td><td>14.0</td><td>17.0</td><td>20.0</td><td>23.6</td><td>27.0</td><td>29.0</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>212</td><td>18.5 (1-29)</td><td>10.0</td><td>12.0</td><td>16.0</td><td>19.0</td><td>22.0</td><td>25.0</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>229</td><td>16 (1-30)</td><td>8.2</td><td>10.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td><td>20.0</td><td>22.0</td><td>23.6</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>206</td><td>13.1 (2-26)</td><td>5.0</td><td>7.0</td><td>10.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td><td>18.0</td><td>21.0</td></tr> <tr><td>≥ 80</td><td>63</td><td>9.6 (3-20)</td><td>4.2</td><td>5.0</td><td>7.0</td><td>10.0</td><td>12.0</td><td>15.6</td><td>17.0</td></tr> <tr><td colspan="10">Hombres</td></tr> <tr><td>20-29</td><td>31</td><td>38.5 (17-60)</td><td>17.6</td><td>23.2</td><td>32.0</td><td>39.0</td><td>42.0</td><td>49.2</td><td>54.0</td></tr> <tr><td>30-39</td><td>85</td><td>37.6 (15-60)</td><td>21.6</td><td>25.1</td><td>31.7</td><td>39.5</td><td>45.0</td><td>50.9</td><td>53.4</td></tr> <tr><td>40-49</td><td>144</td><td>37.0 (17-58)</td><td>23.3</td><td>26.0</td><td>30.2</td><td>37.0</td><td>43.0</td><td>49.0</td><td>53.7</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>157</td><td>33.2 (10-55)</td><td>18.7</td><td>22.0</td><td>28.0</td><td>34.0</td><td>40.0</td><td>43.6</td><td>46.6</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>251</td><td>28.9 (9-47)</td><td>17.0</td><td>20.0</td><td>24.5</td><td>29.0</td><td>33.0</td><td>37.8</td><td>41.0</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>338</td><td>22.4 (3-53)</td><td>12.0</td><td>14.0</td><td>18.0</td><td>22.0</td><td>27.0</td><td>32.0</td><td>34.3</td></tr> <tr><td>≥ 80</td><td>107</td><td>18.7 (6-62)</td><td>9.0</td><td>11.8</td><td>14.0</td><td>18.0</td><td>22.0</td><td>25.0</td><td>31.2</td></tr> </tbody> </table>	Edad	n.º casos	media	p 5	p 10	p 25	p 50	p 75	p 90	p 95	Mujeres										20-29	67	20.9 (9-30)	13.4	14.8	18.0	20.0	24.0	27.0	28.4	30-39	138	21.3 (5-41)	11.9	15.0	18.0	21.5	24.0	27.0	30.0	40-49	241	20.2 (7-39)	13.0	14.0	17.0	20.0	23.6	27.0	29.0	50-59	212	18.5 (1-29)	10.0	12.0	16.0	19.0	22.0	25.0	26.0	60-69	229	16 (1-30)	8.2	10.0	13.0	16.0	20.0	22.0	23.6	70-79	206	13.1 (2-26)	5.0	7.0	10.0	13.0	16.0	18.0	21.0	≥ 80	63	9.6 (3-20)	4.2	5.0	7.0	10.0	12.0	15.6	17.0	Hombres										20-29	31	38.5 (17-60)	17.6	23.2	32.0	39.0	42.0	49.2	54.0	30-39	85	37.6 (15-60)	21.6	25.1	31.7	39.5	45.0	50.9	53.4	40-49	144	37.0 (17-58)	23.3	26.0	30.2	37.0	43.0	49.0	53.7	50-59	157	33.2 (10-55)	18.7	22.0	28.0	34.0	40.0	43.6	46.6	60-69	251	28.9 (9-47)	17.0	20.0	24.5	29.0	33.0	37.8	41.0	70-79	338	22.4 (3-53)	12.0	14.0	18.0	22.0	27.0	32.0	34.3	≥ 80	107	18.7 (6-62)	9.0	11.8	14.0	18.0	22.0	25.0	31.2	<p>FUERZA MANO IZQUIERDA</p> <p>Tabla III Fuerza de la mano izquierda</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Edad</th> <th>n.º casos</th> <th>media</th> <th>p 5</th> <th>p 10</th> <th>p 25</th> <th>p 50</th> <th>p 75</th> <th>p 90</th> <th>p 95</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="10">Mujeres</td></tr> <tr><td>20-29</td><td>67</td><td>19.5 (7-29)</td><td>12.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td><td>19.0</td><td>24.0</td><td>26.0</td><td>27.6</td></tr> <tr><td>30-39</td><td>138</td><td>19.5 (5-47)</td><td>10.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td><td>20.0</td><td>23.0</td><td>25.0</td><td>27.1</td></tr> <tr><td>40-49</td><td>241</td><td>18.7 (5-33)</td><td>10.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td><td>19.0</td><td>22.0</td><td>24.0</td><td>26.0</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>212</td><td>17.3 (4-30)</td><td>9.0</td><td>11.0</td><td>14.0</td><td>17.0</td><td>21.0</td><td>23.0</td><td>25.0</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>229</td><td>14.9 (1-26)</td><td>6.0</td><td>9.0</td><td>12.0</td><td>15.0</td><td>18.0</td><td>21.0</td><td>22.0</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>206</td><td>12.0 (1-26)</td><td>4.2</td><td>6.0</td><td>9.0</td><td>13.0</td><td>15.0</td><td>18.0</td><td>20.0</td></tr> <tr><td>≥ 80</td><td>63</td><td>9.6 (2-20)</td><td>4.0</td><td>5.0</td><td>7.0</td><td>9.0</td><td>12.0</td><td>14.0</td><td>16.4</td></tr> <tr><td colspan="10">Hombres</td></tr> <tr><td>20-29</td><td>31</td><td>34.7 (15-54)</td><td>17.7</td><td>21.0</td><td>28.7</td><td>35.0</td><td>41.2</td><td>44.8</td><td>49.0</td></tr> <tr><td>30-39</td><td>85</td><td>35.7 (10-58)</td><td>20.3</td><td>25.0</td><td>29.0</td><td>35.0</td><td>42.0</td><td>47.4</td><td>52.1</td></tr> <tr><td>40-49</td><td>144</td><td>34.7 (14-55)</td><td>22.2</td><td>25.4</td><td>29.0</td><td>35.0</td><td>40.0</td><td>46.0</td><td>48.0</td></tr> <tr><td>50-59</td><td>157</td><td>31.5 (6-50)</td><td>16.8</td><td>21.6</td><td>26.0</td><td>31.0</td><td>38.0</td><td>41.4</td><td>43.0</td></tr> <tr><td>60-69</td><td>251</td><td>26.9 (12-48)</td><td>15.0</td><td>17.0</td><td>22.6</td><td>27.0</td><td>31.0</td><td>35.1</td><td>38.0</td></tr> <tr><td>70-79</td><td>338</td><td>20.8 (3-41)</td><td>10.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td><td>20.0</td><td>25.0</td><td>29.0</td><td>31.0</td></tr> <tr><td>≥ 80</td><td>107</td><td>16.8 (4-52)</td><td>7.0</td><td>8.5</td><td>12.0</td><td>17.0</td><td>20.0</td><td>24.0</td><td>27.0</td></tr> </tbody> </table>	Edad	n.º casos	media	p 5	p 10	p 25	p 50	p 75	p 90	p 95	Mujeres										20-29	67	19.5 (7-29)	12.0	13.0	16.0	19.0	24.0	26.0	27.6	30-39	138	19.5 (5-47)	10.0	13.0	16.0	20.0	23.0	25.0	27.1	40-49	241	18.7 (5-33)	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	24.0	26.0	50-59	212	17.3 (4-30)	9.0	11.0	14.0	17.0	21.0	23.0	25.0	60-69	229	14.9 (1-26)	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	22.0	70-79	206	12.0 (1-26)	4.2	6.0	9.0	13.0	15.0	18.0	20.0	≥ 80	63	9.6 (2-20)	4.0	5.0	7.0	9.0	12.0	14.0	16.4	Hombres										20-29	31	34.7 (15-54)	17.7	21.0	28.7	35.0	41.2	44.8	49.0	30-39	85	35.7 (10-58)	20.3	25.0	29.0	35.0	42.0	47.4	52.1	40-49	144	34.7 (14-55)	22.2	25.4	29.0	35.0	40.0	46.0	48.0	50-59	157	31.5 (6-50)	16.8	21.6	26.0	31.0	38.0	41.4	43.0	60-69	251	26.9 (12-48)	15.0	17.0	22.6	27.0	31.0	35.1	38.0	70-79	338	20.8 (3-41)	10.0	13.0	16.0	20.0	25.0	29.0	31.0	≥ 80	107	16.8 (4-52)	7.0	8.5	12.0	17.0	20.0	24.0	27.0
Edad	n.º casos	media	p 5	p 10	p 25	p 50	p 75	p 90	p 95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Mujeres																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
20-29	67	20.9 (9-30)	13.4	14.8	18.0	20.0	24.0	27.0	28.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
30-39	138	21.3 (5-41)	11.9	15.0	18.0	21.5	24.0	27.0	30.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
40-49	241	20.2 (7-39)	13.0	14.0	17.0	20.0	23.6	27.0	29.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
50-59	212	18.5 (1-29)	10.0	12.0	16.0	19.0	22.0	25.0	26.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
60-69	229	16 (1-30)	8.2	10.0	13.0	16.0	20.0	22.0	23.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
70-79	206	13.1 (2-26)	5.0	7.0	10.0	13.0	16.0	18.0	21.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
≥ 80	63	9.6 (3-20)	4.2	5.0	7.0	10.0	12.0	15.6	17.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Hombres																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
20-29	31	38.5 (17-60)	17.6	23.2	32.0	39.0	42.0	49.2	54.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
30-39	85	37.6 (15-60)	21.6	25.1	31.7	39.5	45.0	50.9	53.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
40-49	144	37.0 (17-58)	23.3	26.0	30.2	37.0	43.0	49.0	53.7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
50-59	157	33.2 (10-55)	18.7	22.0	28.0	34.0	40.0	43.6	46.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
60-69	251	28.9 (9-47)	17.0	20.0	24.5	29.0	33.0	37.8	41.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
70-79	338	22.4 (3-53)	12.0	14.0	18.0	22.0	27.0	32.0	34.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
≥ 80	107	18.7 (6-62)	9.0	11.8	14.0	18.0	22.0	25.0	31.2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Edad	n.º casos	media	p 5	p 10	p 25	p 50	p 75	p 90	p 95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Mujeres																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
20-29	67	19.5 (7-29)	12.0	13.0	16.0	19.0	24.0	26.0	27.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
30-39	138	19.5 (5-47)	10.0	13.0	16.0	20.0	23.0	25.0	27.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
40-49	241	18.7 (5-33)	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0	24.0	26.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
50-59	212	17.3 (4-30)	9.0	11.0	14.0	17.0	21.0	23.0	25.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
60-69	229	14.9 (1-26)	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	22.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
70-79	206	12.0 (1-26)	4.2	6.0	9.0	13.0	15.0	18.0	20.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
≥ 80	63	9.6 (2-20)	4.0	5.0	7.0	9.0	12.0	14.0	16.4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Hombres																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
20-29	31	34.7 (15-54)	17.7	21.0	28.7	35.0	41.2	44.8	49.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
30-39	85	35.7 (10-58)	20.3	25.0	29.0	35.0	42.0	47.4	52.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
40-49	144	34.7 (14-55)	22.2	25.4	29.0	35.0	40.0	46.0	48.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
50-59	157	31.5 (6-50)	16.8	21.6	26.0	31.0	38.0	41.4	43.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
60-69	251	26.9 (12-48)	15.0	17.0	22.6	27.0	31.0	35.1	38.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
70-79	338	20.8 (3-41)	10.0	13.0	16.0	20.0	25.0	29.0	31.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
≥ 80	107	16.8 (4-52)	7.0	8.5	12.0	17.0	20.0	24.0	27.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

$$T_e = F_m * B_r \quad (67)$$

Donde:

$T_e = \text{Par de entrada}$

$F_m = \text{Fuerza (N)}$

$B_r = \text{Brazo de palanca}$

$$T_e = (26kgf) \left(\frac{9.81N}{kgf} \right) (93mm)$$

$$T_e = 23720.58 \text{ Nmm}$$

Obteniendo el par de salida para el tornillo de la mordaza.

$$T = \frac{Fdm}{2} \left[\frac{\pi\mu dm + c}{\pi dm - \mu c} \right] + \left[\frac{\mu_c F d_c}{2} \right] \quad (68)$$

Donde

$\mu = \text{coeficiente de rozamiento de tornillo con tuerca}$

$\mu_c = \text{coeficiente de rozamiento de tornillo con el collarin de la placa}$

$d_m = \text{diametro medio}$

Obteniendo así el coeficiente de rozamiento en la Figura 45 y el diámetro medio en el tornillo de potencia

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TORNILLO – TUERCA μ				
MATERIAL TORNILLO	MATERIAL DE LA TUERCA			
	ACERO	BRONCE	LATÓN	FUNDICIÓN
ACERO SECO	0.20	0.18	0.17	0.20
ACERO LUBRICADO	0.15	0.12	0.12	0.13
BRONCE	0.10	0.05		0.075

Figura 45. Coeficiente de rozamiento tornillo tuerca [53].

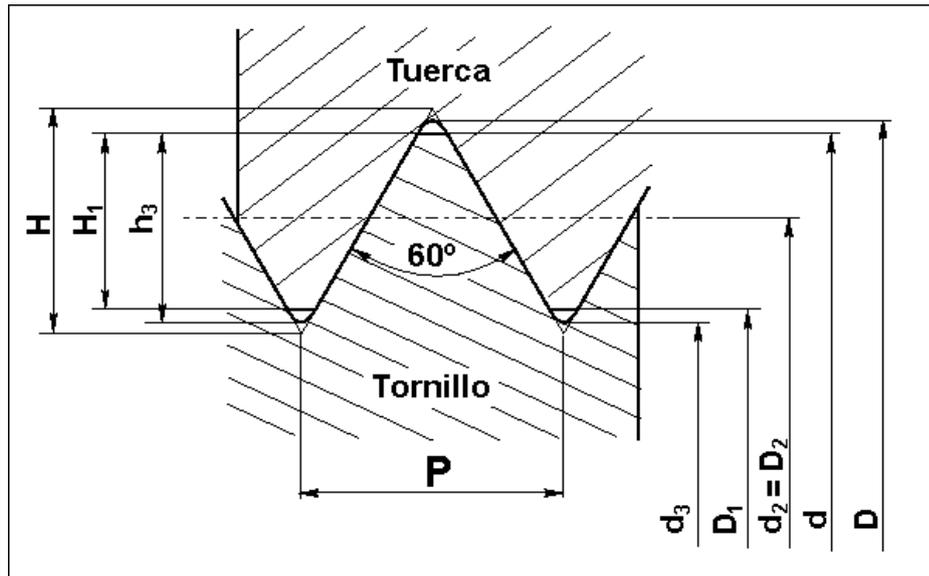


Figura 46. Diámetro medio en tuerca [53].

$$\mu = 0.20$$

$$\mu_c = 0.15$$

$d_m = \text{diámetro medio}$

$$d_m = d_E - \frac{H}{2} \quad (69)$$

$$d_m = 15 - \frac{1.5}{2}$$

$$d_m = 14.25 \text{ mm}$$

Remplazando los datos obtenemos

$$T = \frac{F d_m}{2} \left[\frac{\pi \mu d_m + c}{\pi d_m - \mu c} \right] + \left[\frac{\mu_c F d_c}{2} \right] \quad (68)$$

$$F = \frac{2T}{d_m \left[\frac{\pi \mu d_m + c}{\pi d_m - \mu c} \right] + \mu_c d_c}$$

$$F = \frac{2(23720.58 \text{ Nmm})}{14.25 \left[\frac{\pi(0.20)(14.25) + 1.5}{\pi(14.25) - 0.20(15)} \right] + 0.15(16)}$$

$$F = 778927.36 \text{ N}$$

Obteniendo la ventaja mecánica

$$V_m = \frac{F}{F_{\text{entrada}}} \quad (70)$$

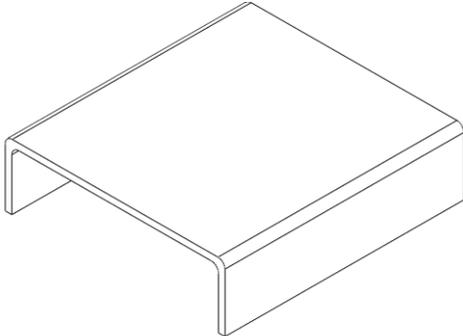
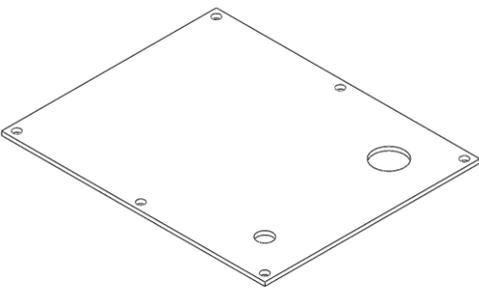
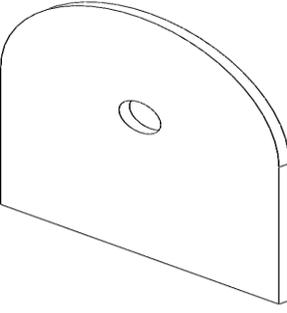
$$V_m = \frac{10905.86N}{26 * 9.81N}$$

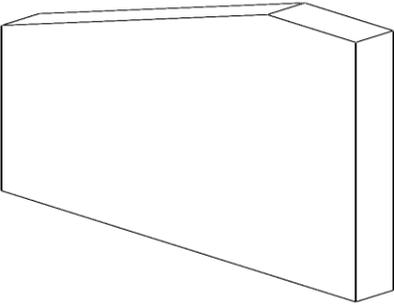
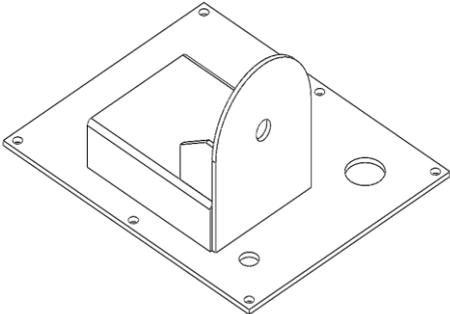
$$V_m = 42.75$$

2.2.18 Diseño Soporte de bomba hidráulica.

Debido a que se requiere establecer una base para que la bomba se acople, por lo que se llevaron a cabo una serie de procedimientos como se muestra en la Tabla 9 a continuación.

Tabla 9. Tabla de Proceso Bomba Hidráulica.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Perfil C.	Se debió obtener una medida adecuada, obtenidas en el catálogo.	
Placa Base	La placa base, es la misma placa que servirá para cubrir el aceite de la unidad hidráulica.	
Placa eje motor	Permitirá que el eje del motor no sufra pandeo o deformación.	

Soporte para tapas de placa	Permitirá la colocación exacta de las tapas, servirán como una escuadra y a su vez un soporte.	
Tapa final	Se procede a ensamblar todas las piezas en el software SolidWorks.	

Para obtener las medidas adecuadas de la misma, se recomienda observar anexos sección planos, en la página 09 de 21.

2.2.19 Selección del proceso de Soldadura (revisar)

Una vez que se ha analizado el material adecuado, es sumamente importante seleccionar el proceso de soldadura adecuado. El proceso de selección de soldadura se muestra en la Tabla 10, en la cual se aplicará un proceso investigado.

Tabla 10. Características para el proceso de soldadura.

Características del Proceso	Material.
Espesor metal base:	2mm -5mm
Tipo de material:	Acero SAE J 403 1008
Lugar a desarrollarse la soldadura:	Taller cerrado
Fuente de corriente:	Continua
Posición de soldeo:	1G, 2G
Calidad de soldadura:	Alta calidad
Necesidad de varios procesos:	Un solo proceso
Habilidad de operador:	El operador dispone de la habilidad en los procesos SMAW, GMAW, GTAW

La tabla 11 permitirá seleccionar los procesos de soldaduras de acuerdo con los usos habituales que se utilizan en la actualidad.

Tabla 11. Tipos de Soldadura

Proceso	Aplicaciones
SMAW	Trabajo estructural.
GMAW	Soldadura en alta producción, soldadura de materiales ferrosos y no ferrosos.
GTAW	Soldadura para materiales especiales, soldadura de alta precisión.
SAW	Soldadura de perfiles con alto espesos, soldadura de tubería rotada, reconstrucción de superficies
FCAW	Maquinaria pesada, navíos, plataformas.

Como resultado, se seleccionó una soldadura GMAW, debido a los conocimientos y al mejor acabado que se presenta ya que sus aplicaciones son adecuadas para la elaboración de la estructura del bastidor.

Una vez seleccionado el tipo de soldadura GMAW, es necesario dirigirnos al código de soldadura D1.1 (AWS D1.1). y considerar los valores de la siguiente Tabla 12:

Tabla 12. Preselección de soldadura.

Proceso de soldadura	Acero al carbono	Acero inoxidable	Aleación de aluminio	Aleación de magnesio
SMAW	S, I, M, T	S, I, M, T	S, I, M, T	N/A
SAW	S, I, M, T	S, I, M, T	N/A	N/A
GMAW	S, I, M, T	S, I, M, T	S, I, M, T	S, I, M, T
FCAW	I, M, T	I, M, T	N/A	N/A
GTAW	S, I	S, I	S, I, M	S, I
LEYENDA				
S: Lamina $e \leq 3\text{mm}$		I: intermedio $3 \leq e \leq 6\text{mm}$		M: medio $6 \leq e \leq 19\text{mm}$
T: Guesa $e \geq 19\text{mm}$		N/A: no aplica		NR: no recomendado

Una vez seleccionado el proceso GMAW debido a que es el más adecuado se realiza un análisis de costos.

Tabla 13. Aplicaciones de proceso de soldadura.

	Habilidad	Costo	Materiales	Espesor	Velocidad
SMAW	Moderada	Alto	Acero, Inox, Níquel y Bronce	3mm y superior	Baja
GMAW	Moderada	Bajo	Acero, Inox, Níquel, Bronce y Aluminio	0.6 mm y superior	Muy alta
GTAW	Baja	Alto	Acero, Inox, Níquel, Bronce, Aluminio y Titanio	0.2 mm y superior	Muy baja

Una vez realizado los análisis la opción correcta de soldadura para aplicar en el bastidor es la GMAW.

2.2.20 Cálculo de Soldadura.

Analizado el tipo de soldadura que se va a seleccionar es necesario detallar los esfuerzos que se va a sufrir en las uniones.

Cálculo de soldadura para el bastidor.

El cálculo de soldadura para el bastidor puede involucrar diferentes métodos requeridos como fuerza, tipo de unión y los materiales comúnmente utilizados.

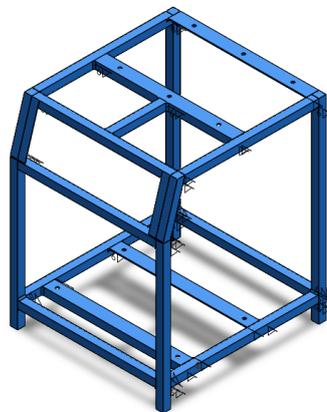


Figura 47. Bosquejo de uniones soldadas en bastidor.

Como primer lugar, es necesario seleccionar el tipo de soldadura, por el cual se selecciona el de tipo filete, basándonos en la Figura 48, se escoge el tamaño de soldadura según el espesor del material.

Espesor del material de la parte unida más gruesa, pulg	Tamaño de la soldadura, pulg
*Hasta $\frac{1}{4}$ inclusive	$\frac{1}{8}$
Mayor que $\frac{1}{4}$ Hasta $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$
Mayor que $\frac{1}{2}$ Hasta $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
† Mayor que $\frac{3}{4}$ Hasta $1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$
Mayor que $1\frac{1}{2}$ Hasta $2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
Mayor que $2\frac{1}{4}$ Hasta 6	$\frac{1}{2}$
Mayor que 6	$\frac{5}{8}$

No se debe exceder el espesor de la parte más delgada.

* El tamaño mínimo para aplicaciones en puentes no puede ser menor a $\frac{3}{16}$ pulg.

† Para tamaño mínimo del filete de soldadura, el programa no puede ser mayor que la soldadura de filete de $\frac{5}{16}$ pulg por cada $\frac{3}{4}$ pulg de material.

Figura 48. Tamaño mínimo de soldadura filete, h [14].

Una vez seleccionado el espesor de la soldadura, procederemos a seleccionar el tipo de alambre que se utilizará para unir estos perfiles, seleccionando un alambre ER70S-3 con las características especificadas en la tabla 14.

Tabla 14. Características ER70S-3 [54].

Numero de Electrodo	Resistencia última kpsi (MPa)	Resistencia de fluencia kpsi (MPa)	Elongación %
ER70S-3	70(482)	57(393)	22

Seleccionando la fuerza unitaria permisible de soldadura de filete de la Figura 49.

Programa A: carga permisible para varios tamaños de soldadura de filete

Nivel de resistencia del metal de aporte (EXX)							
	60*	70*	80	90*	100	110*	120
Esfuerzo cortante permisible en la garganta, ksi (1000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muesca con penetración parcial							
$\tau =$	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0
Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal							
$\dagger f =$	12.73h	14.85h	16.97h	19.09h	21.21h	23.33h	25.45h
Tamaño del cateto h, pulg	Fuerza unitaria permisible para varios tamaños de soldaduras de filete kip/pulg lineal						
1	12.73	14.85	16.97	19.09	21.21	23.33	25.45
7/8	11.14	12.99	14.85	16.70	18.57	20.41	22.27
3/4	9.55	11.14	12.73	14.32	15.92	17.50	19.09
5/8	7.96	9.28	10.61	11.93	13.27	14.58	15.91
1/2	6.37	7.42	8.48	9.54	10.61	11.67	12.73
7/16	5.57	6.50	7.42	8.35	9.28	10.21	11.14
3/8	4.77	5.57	6.36	7.16	7.95	8.75	9.54
5/16	3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.95
1/4	3.18	3.71	4.24	4.77	5.30	5.83	6.36
3/16	2.39	2.78	3.18	3.58	3.98	4.38	4.77
1/8	1.59	1.86	2.12	2.39	2.65	2.92	3.18
1/16	0.795	0.930	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59

* En realidad, las soldaduras de filete fueron ensayadas por el AISC-AWS Task Committee.
 $\dagger f = 0.707h\tau_{perm}$

Figura 49. Cargas permisibles para varios tamaños en soldadura filete [14].

Obteniendo la fuerza unitaria permisible:

$$F = C * L \tag{71}$$

Donde:

$$F_{per} = \text{Fuerza unitaria permisible} \left(\frac{\text{kip}}{\text{in}} \right)$$

$C = \text{Constante}$

$L = \text{Longitud de cordón de soldadura (in)}$

$$F_{per} = 2.78 \text{kip/in} * (1.18 \text{in})$$

$$F = 3.250 \text{kip}$$

$$F_{per} = 14456.72 \text{Newtons}$$

La fuerza aplicada en el bastidor es de 9806.65 Newtons

Comparando la Fuerza permisible con la carga que sufrirá el bastidor.

$$F_{perm} \geq F_{maquina} \quad (72)$$

$$\mathbf{1.474Ton \geq 1 ton}$$

Obteniendo que la resistencia del material va a ser un aporte satisfactorio.

Cálculo de esfuerzo cortante permisible:

$$\tau_{perm} = 0.4(\sigma_y) \quad (73)$$

$$\tau_{perm} = 0.4(250 MPa)$$

$$\mathbf{\tau_{perm} = 100 MPa}$$

Cálculo de esfuerzo normal permisible:

$$\sigma_{perm} = 0.6(\sigma_y) \quad (74)$$

$$\sigma_{perm} = 0.6(250MPa)$$

$$\mathbf{\sigma_{perm} = 150MPa}$$

Cálculo de cortante máximo en soldadura con fuerzas de tracción y compresión.

$$\tau_{max} = \frac{1.414F}{h * L} \quad (75)$$

Donde:

F = Fuerza de tracción o compresión

h = altura de filete

l = Longitud de soldadura

$$\tau_{max} = \frac{1.414(9806.65N)}{4.765mm * 30mm}$$

$$\mathbf{\tau_{max} = 97MPa}$$

Cálculo de esfuerzo normal de soldadura con fuerzas de tracción y compresión.

$$\sigma_{max} = \frac{F}{h * L} \quad (76)$$

$$\sigma_{max} = \frac{9806.65}{4.765mm * 30mm}$$

$$\mathbf{\sigma_{max} = 68.601 MPa}$$

Comparando el esfuerzo cortante de la resistencia de la unión soldada.

$$\tau_{perm} \geq \tau_{max} \quad (77)$$

$$100 \text{ MPa} \geq 97 \text{ MPa}$$

Cumple la soldadura.

Comparando el esfuerzo normal de la resistencia de la unión soldada.

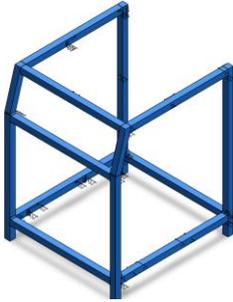
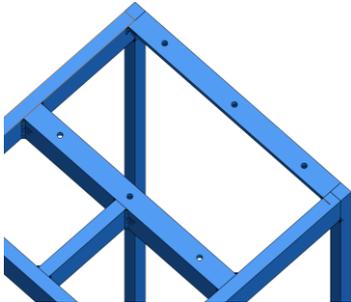
$$\sigma_{perm} \geq \sigma_{max} \quad (78)$$

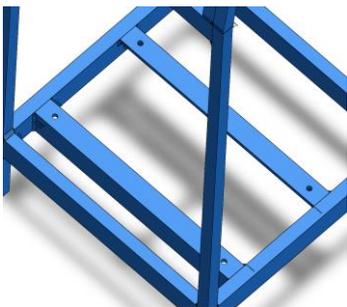
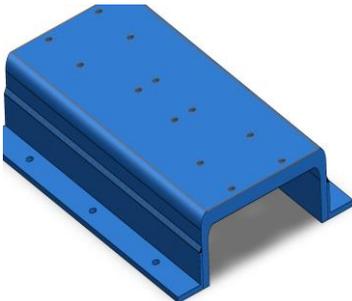
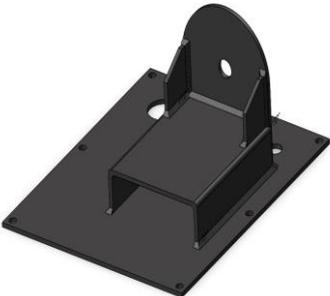
$$150 \text{ MPa} \geq 68.601 \text{ MPa}$$

Cumple la soldadura.

Al fin de confirmar el tipo de soldadura se procede a detallar el tamaño mínimo de soldadura en cada una de las piezas como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Tamaño mínimo de soldadura de filete [55].

Pieza	Imagen	Espesor(mm)	Tamaño de Soldadura (mm)
Estructura perfil cuadrado.		2mm	2mm
Perfil L (Base superior).		3mm	3mm

Perfil L. (Base Inferior).		3mm	3mm
Placa Soporte.		12.7mm	4.5mm
Tapa Tanque Hidráulico.		6.35mm	4.762mm
Tanque Hidráulico.		6.35mm	4.762mm

2.2.21 Selección de Pernos.

Para poder desensamblar algunas componentes de la máquina se emplea métodos no destructivos, en la cual sea lo suficientemente fuertes para resistir las cargas externas de tensión, momentos o cargas cortantes por la cual se opta por la unión atornillada.

Tabla 16. Dimensiones nominales para agujeros [25].

TABLA 12.2M Dimensiones nominales de agujeros, mm.				
Dimensiones de los agujeros				
Diámetro del tornillo	Estándar (diámetro)	Agrandados (diámetro)	De ranura corta (ancho × longitud)	De ranura larga (ancho × longitud)
M16	18	20	18 × 22	18 × 40
M20	22	24	22 × 26	22 × 50
M22	24	28	24 × 30	24 × 55
M24	27 [a]	30	27 × 32	27 × 60
M27	30	35	30 × 37	30 × 67
M30	33	38	33 × 40	33 × 75
≥M36	$d + 3$	$d + 8$	$(d + 3) \times (d + 10)$	$(d + 3) \times 2.5d$

Datos.

Según la Figura 50, se obtienen las especificaciones SAE para los pernos de acero.

Grado SAE núm.	Intervalo de tamaños, inclusive, pulg.	Resistencia de prueba mínima,* kpsi	Resistencia mínima a la tensión,* kpsi	Resistencia mínima a la fluencia,* kpsi	Material	Marca en la cabeza
1	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	33	60	36	Acero de bajo o medio carbono	
2	$\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ $\frac{7}{8}$ a $1\frac{1}{2}$	55 33	74 60	57 36	Acero de bajo o medio carbono	
4	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	65	115	100	Acero de medio carbono, estirado en frío	
5	$\frac{1}{4}$ a 1 $1\frac{1}{8}$ a $1\frac{1}{2}$	85 74	120 105	92 81	Acero de medio carbono, T y R	
5.2	$\frac{1}{4}$ a 1	85	120	92	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	
7	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	105	133	115	Acero de aleación de medio carbono, T y R	
8	$\frac{1}{4}$ a $1\frac{1}{2}$	120	150	130	Acero de aleación de medio carbono T y R	
8.2	$\frac{1}{4}$ a 1	120	150	130	Acero martensítico de bajo carbono, T y R	

Figura 50. Tabla de características - Tornillos [14].

2.2.22 Parámetros de funcionamiento.

Para los parámetros de funcionamiento de la máquina se toma en cuenta a las tres probetas con mayor distancia para la máquina.

2.2.22.1 Muestra 1(viñeta)

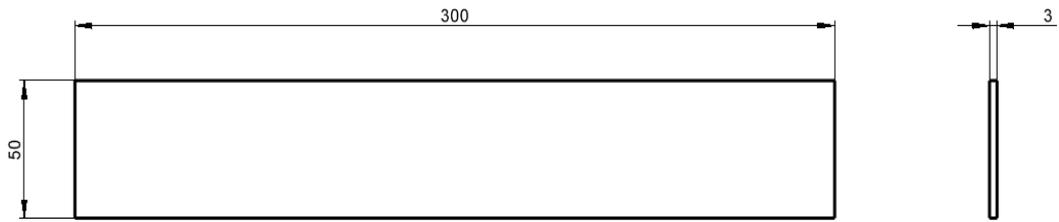


Figura 51. Probeta sin orificio [49].

Esfuerzo promedio.

Donde:

$\sigma = \text{esfuerzo}$

$F = \text{fuerza que ejerce la máquina.}$

$A = \text{area.}$

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (79)$$
$$\sigma = \frac{9806.65N}{(3mm)(50mm)}$$
$$\sigma = \mathbf{65.377MPa.}$$

Obteniendo así el esfuerzo en cualquier zona donde no exista un orificio.

Una vez obtenido el concentrador de tensión en una placa sin orificio, procederemos a realizar un orificio, en el que el área efectiva de la probeta disminuirá.

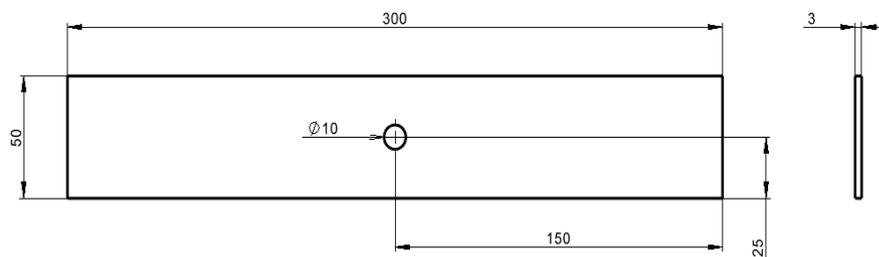


Figura 52. Probeta con orificio [49].

Nota: El área al ser disminuida el esfuerzo incrementa.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (79)$$

$$\sigma = \frac{9806.65N}{(50mm - 10mm)(3mm)}$$

$$\sigma = \mathbf{81.722MPa.}$$

Al percatarnos de que el esfuerzo aumento efectivamente.

$$\sigma = \frac{K_t * F}{A} \quad (80)$$

Obteniendo el área de la sección critica o sección transversal.

$$A = \left[\left(\frac{d_{agujero}}{2} \right) (a) - \left(\frac{d_{agujero}}{2} \right) (D_{agujero}) \right] \quad (81)$$

$$A = \left[\left(\frac{10mm}{2} \right) (50mm) - \left(\frac{10mm}{2} \right) (10mm) \right]$$

$$\mathbf{A = 200mm^2}$$

Basándonos en la tabla A-15-1 proporcionada por el libro Diseño en ingeniería mecánica de Shigley novena edición donde nos presenta la siguiente gráfica:

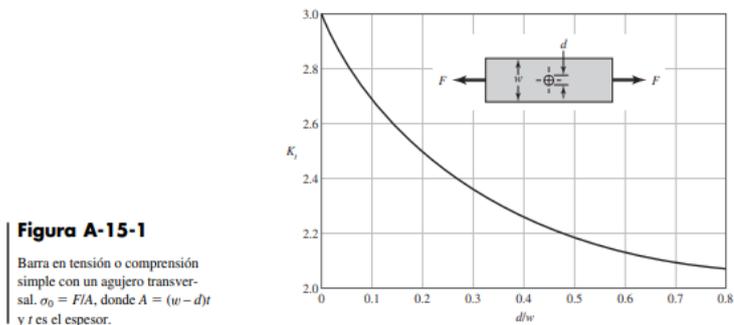


Figura 53. Barra en tensión o compresión simple con agujero transversal [14].

Encontrando el concentrador de esfuerzo.

Donde:

$w =$ altura de la probeta

$d_{agujero} =$ diametro del agujero

$$\frac{d}{w} \quad (82)$$

$$\frac{d}{w} = \frac{10mm}{50mm}$$

$$\frac{d}{w} = 0.2$$

Obteniendo el punto k_t , donde corta la gráfica.

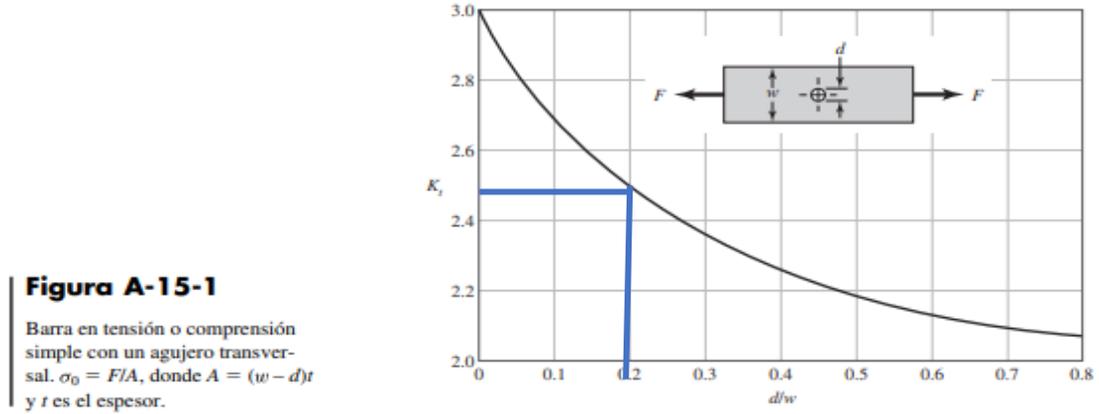


Figura 54. Barra en tensión o compresión simple con agujero transversal [14].

$$K_t = 2.50 \quad (83)$$

Encontrando el esfuerzo.

$$\sigma = \frac{2.50 * 9806.65N}{250mm^2} \quad (80)$$

$$\sigma = 98.066 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma = 98.066 \text{ MPa.}$$

2.2.22.2 Muestra 2

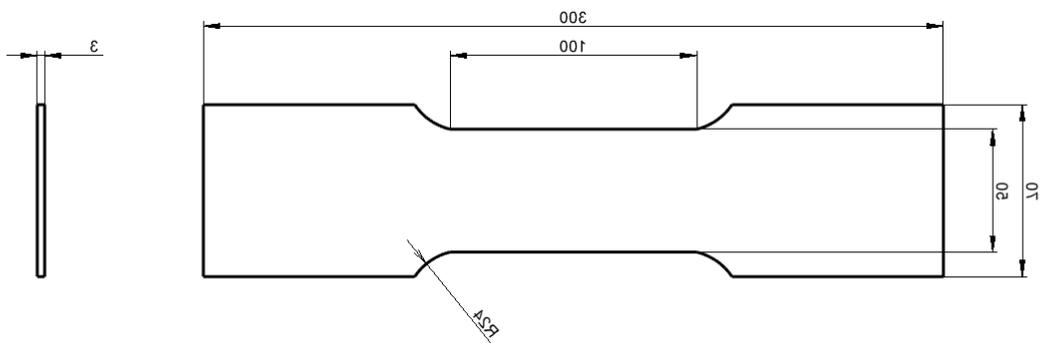


Figura 55. Probeta disminuida área efectiva.

Encontrando el concentrador de esfuerzo.

Donde:

$w =$ altura mayor de la probeta

$d =$ altura menor de probeta

$r =$ radio de seccion

$$\begin{aligned} \frac{r}{d} & & (85) \\ \frac{r}{d} &= \frac{24mm}{50mm} \\ \frac{r}{d} &= \mathbf{0.48} \end{aligned}$$

Nota: debido a que se tiene una relación de r/d y al no encontrarse en la tabla, se debe volver a construir la probeta con un r de 15mm

$$\begin{aligned} \frac{r}{d} & & (86) \\ \frac{r}{d} &= \frac{15mm}{50mm} \\ \frac{r}{d} &= \mathbf{0.30} \end{aligned}$$

Obteniendo la relación D/d.

$$\begin{aligned} \frac{w}{d} & & (87) \\ \frac{w}{d} &= \frac{70mm}{50mm} \\ \frac{w}{d} &= \mathbf{1.4} \end{aligned}$$

Nota: debido a que se tiene una relación de D/d y al no encontrarse en la curva, se debe volver a construir la probeta con un d de 75mm

$$\begin{aligned} \frac{D}{d} & & (88) \\ \frac{D}{d} &= \frac{75mm}{50mm} \\ \frac{D}{d} &= \mathbf{1.50} \end{aligned}$$

Obteniendo el punto k_t , donde corta la gráfica.

Figura A-15-3

Barra rectangular con muescas en tensión o compresión simple. $\sigma_0 = F/A$, donde $A = dt$ y t es el espesor.

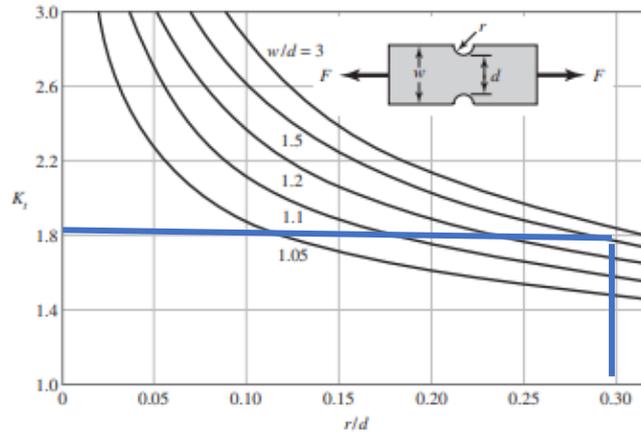


Figura 56. Barra rectangular con filetes en tensión [14].

$$K_t = 1.8 \tag{84}$$

Encontrando el esfuerzo.

$$\sigma = \frac{1.8 * 9806.65N}{50 * 3mm^2} \tag{80}$$

$$\sigma = 117.679 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma = 117.679 MPa.$$

2.2.22.3 Muestra 3

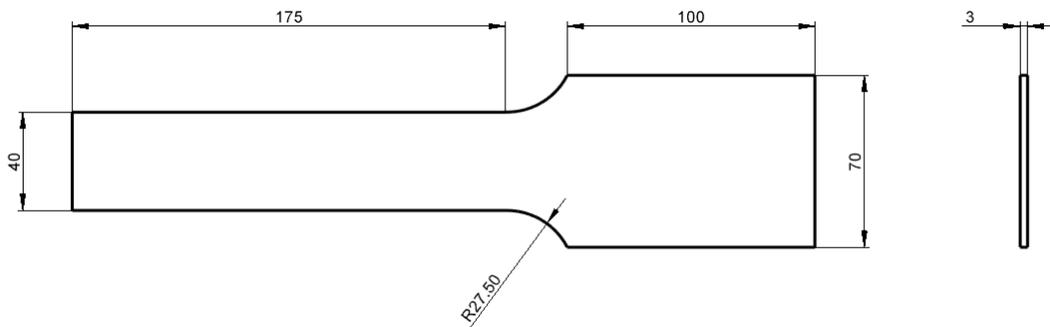


Figura 57. Barra rectangular con filetes [49].

$$\sigma = \frac{K_t * F}{A} \tag{80}$$

$$\sigma = \frac{K_t * F}{d * t}$$

$$\sigma = \frac{40 * kt}{40 * 3mm}$$

Basándonos en la tabla A-15-5 proporcionada por el libro Diseño en ingeniería mecánica de Shigley novena edición donde nos presenta la siguiente gráfica:

Figura A-15-5

Barra rectangular con filetes en tensión o compresión simple.
 $\sigma_0 = F/A$, donde $A = dt$ y t es el espesor.

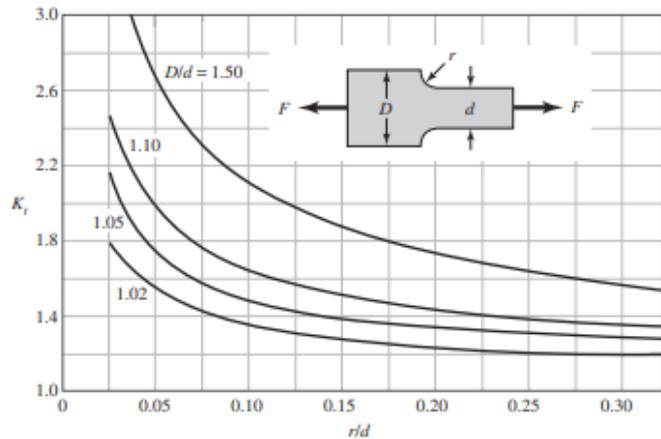


Figura 58. Barra rectangular con filetes en tensión [14].

Encontrando el concentrador de esfuerzo.

Donde:

$D =$ altura mayor de la probeta

$d =$ altura menor de probeta

$r =$ radio de seccion

$$\frac{r}{d} \tag{86}$$

$$\frac{r}{d} = \frac{30mm}{40mm}$$

$$\frac{r}{d} = 0.75$$

Nota: debido a que se tiene una relación de r/d y al no encontrarse en la tabla, se debe volver a construir la probeta con un r de 12mm

$$\frac{r}{d} \tag{86}$$

$$\frac{r}{d} = \frac{12mm}{40mm}$$

$$\frac{r}{d} = 0.30$$

Obteniendo la relación D/d.

$$\frac{D}{d} \tag{88}$$

$$\frac{D}{d} = \frac{70\text{mm}}{40\text{mm}}$$

$$\frac{D}{d} = 1.75$$

Nota: debido a que se tiene una relación de D/d y al no encontrarse en la curva, se debe volver a construir la probeta con un d de 46.65mm

$$\frac{D}{d} \tag{88}$$

$$\frac{D}{d} = \frac{70\text{mm}}{46.65\text{mm}}$$

$$\frac{D}{d} = 1.50$$

Obteniendo el punto k_t , donde corta la gráfica.

Figura A-15-5

Barra rectangular con filetes en tensión o compresión simple.
 $\sigma_0 = F/A$, donde $A = dt$ y t es el espesor.

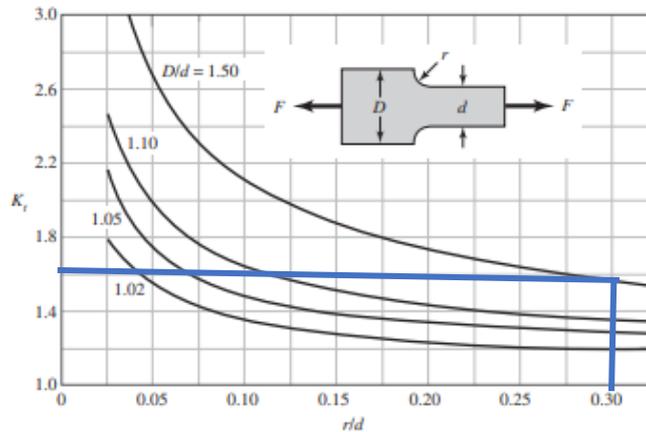


Figura 59. Barra rectangular con filetes en tensión [14].

$$K_t = 1.6 \tag{89}$$

Encontrando el esfuerzo.

$$\sigma = \frac{1.6 * 9806.65\text{N}}{120\text{mm}^2}$$

$$\sigma = 130.755 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma = 130.755 \text{MPa.}$$

CAPITULO III

3.1 Análisis y discusión de resultados.

En este capítulo se presenta los resultados necesarios para que la máquina cumpla con los parámetros de funcionamiento apropiado. En esta fase se evalúan las partes mediante el software ANSYS, obteniendo los valores del factor de seguridad y comparando con los resultados realizados analíticamente.

3.1.1 Análisis del bastidor.

Para este análisis se toma el cálculo de cargas y la combinación de cargas que previamente fueron ejecutadas analíticamente. A toda la estructura de la Figura 60, se le coloca los soportes fijos en cada una de las patas del bastidor. Con ayuda de un software especializado ANSYS se colocan todas las cargas en los elementos.

Click an object. Double-click to select an edge loop. Triple-click to select a solid.

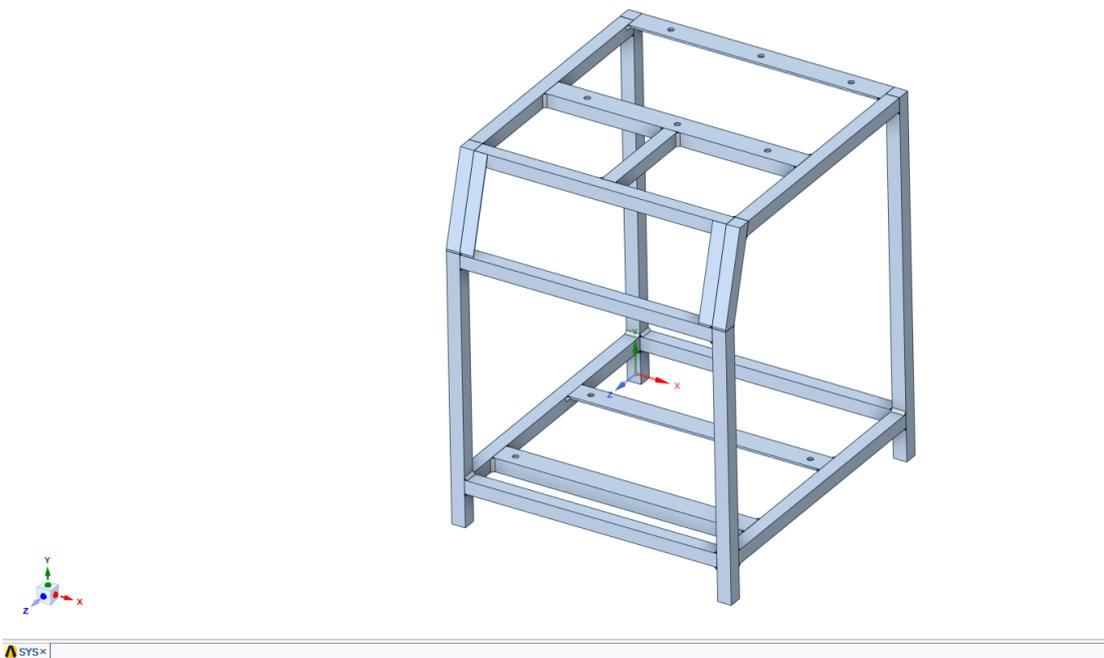


Figura 60. Diseño bastidor en ANSYS.

Deformación Total.

Como se puede evidenciar en la Figura 61, habrá una deformación más crítica en la zona donde se colocarán los pistones, A pesar de esto, es un valor aceptado debido a que la máquina experimentara un desplazamiento de 1.565mm en condiciones extremas.

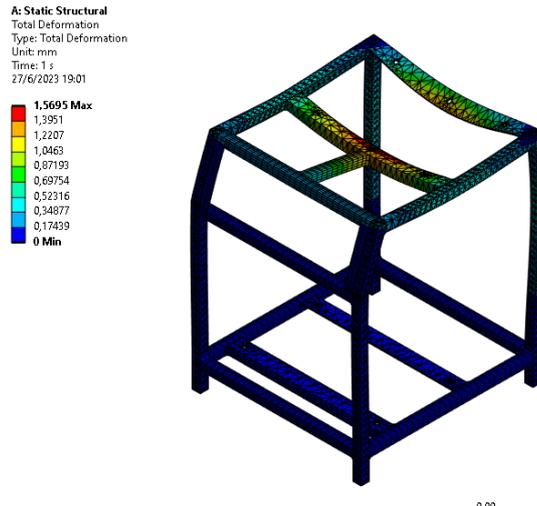


Figura 61. Deformación total Bastidor

Deformación direccional en el eje Y.

Visto en la Figura 62, que la deformación en dirección del eje Y siendo la altura del bastidor, presentara una zona critica de -3.70mm, indicando la existencia de una deformación en sentido contrario, similar a la deformación total presentada. Para conocer si el valor es aceptado, se tiene como referencia la NTP 298 (Almacenamiento en estanterías y estructuras) [56]. Indica que la deflexión máxima que se puede presentar en un elemento, relacionado a esta maquinaria debe ser menor a $L/200$ todo esto para estructuras metálicas, obteniendo un $L=1537.30$ mm de largo, obteniendo una deflexión máxima de 7.68mm. El diseño es válido dado que se obtuvo una deflexión máxima de 1.540 mm en los casos extremos de la máquina.

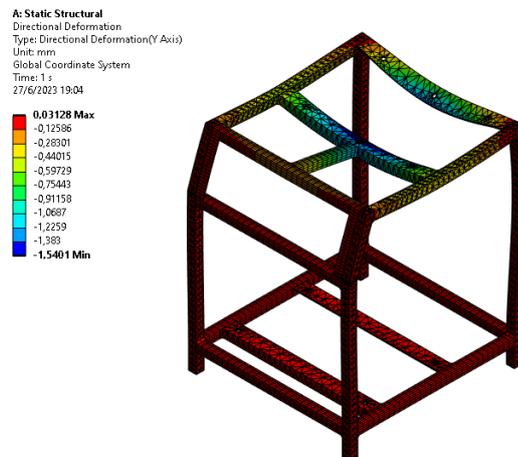


Figura 62. Deformación direccional en el eje Y.

Factor de Seguridad

Para obtener el factor de seguridad se toma en cuenta el mayor esfuerzo que la estructura soporta siendo de 126.46MPa como se observa en la Figura 63, El material al poseer un S_y de 250 MPa se divide con el esfuerzo equivalente de Von-Mises obteniendo un factor de seguridad de 1.9769. Este factor de seguridad nos indica que la resistencia de la máquina es casi mayor al doble de su capacidad.

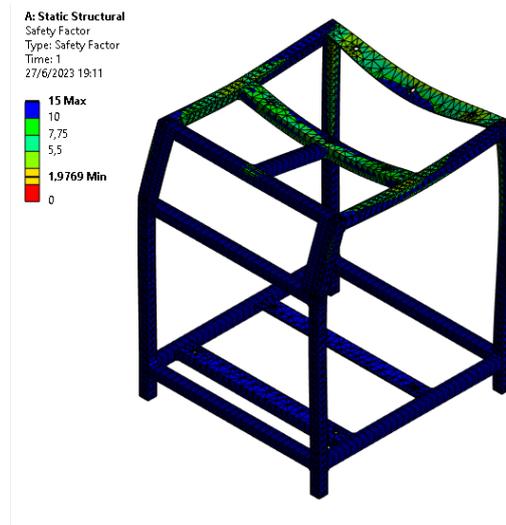


Figura 63. Análisis de factor de seguridad.

3.1.2 Análisis de esfuerzos placa inferior.

Para este análisis se debe tomar en cuenta el peso de las componentes y a su vez la tensión que va a recibir la placa base Figura 64, al momento que la máquina esté en funcionamiento.

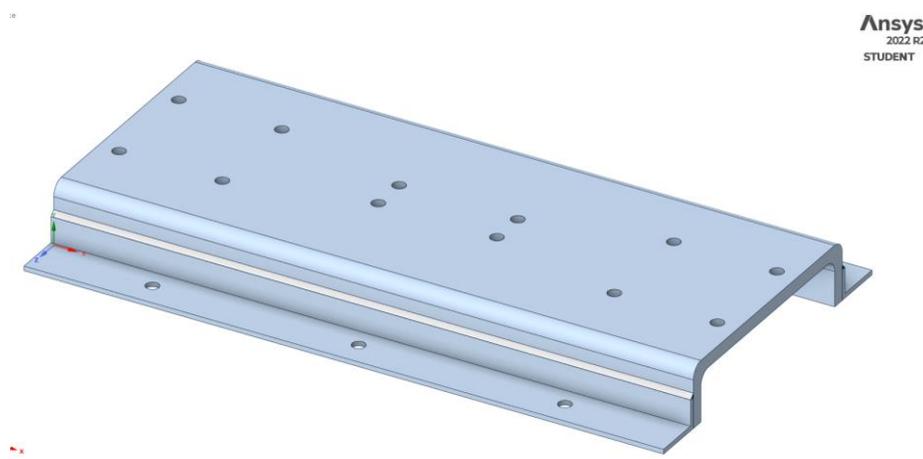


Figura 64. Placa Base

Deformación Total.

Como se puede evidenciar en la Figura 65, existirá una deformación más crítica en la zona donde se colocarán los pistones, a pesar de esto, es un valor aceptado debido a que se experimentara un desplazamiento de 0.0711mm en condiciones extremas.

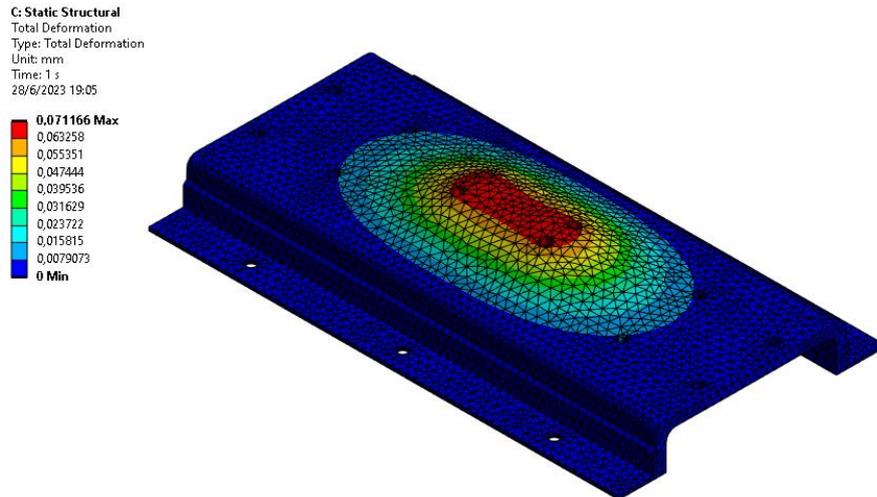


Figura 65. Deformación total placa base.

Deformación direccional en el eje Y.

Visto en la Figura 66, que la deformación en dirección del eje Y siendo la altura de la placa base, presentara una zona critica de 0.071mm, indicando la existe de un desplazamiento.

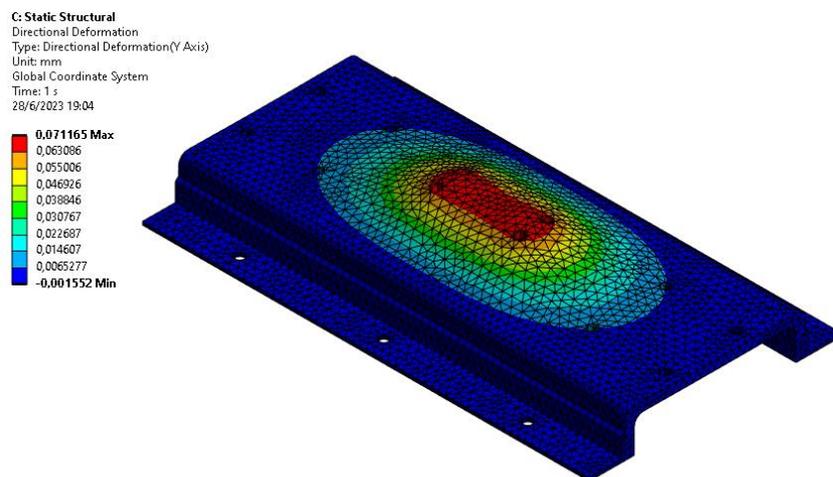


Figura 66. Deformación direccional en el eje Y placa base.

Factor de Seguridad

Obteniendo el factor de seguridad con el mayor esfuerzo que la estructura soporta siendo de 69.889MPa, como se observa en la Figura 67, obteniendo un factor de seguridad de 3.57 el cual es eficiente, debido a que soportara 3 veces la carga de tracción.

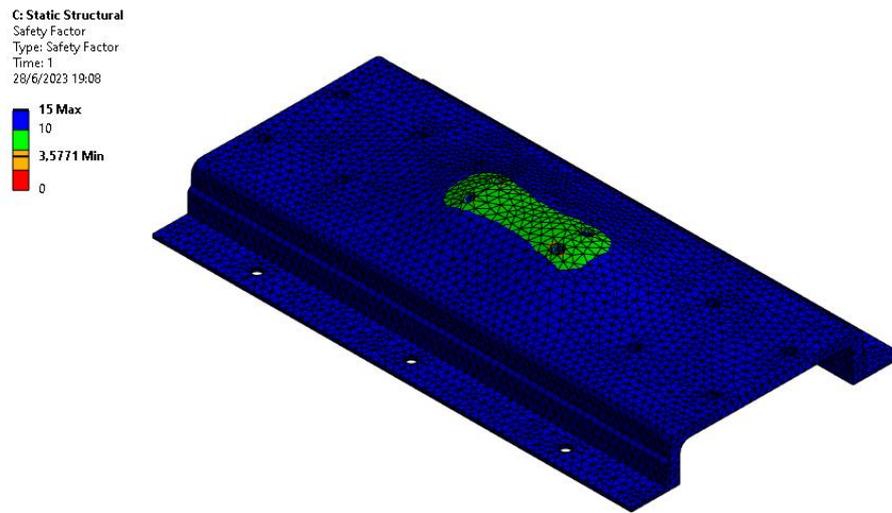


Figura 67. Análisis de factor de seguridad.

3.1.3 Análisis de esfuerzos placa superior.

Para este análisis se debe tomar en cuenta que la placa va a ejercer un desplazamiento vertical, por lo que se debe considerar el peso de la mordaza superior y la fuerza de tracción máxima que debe soportar la placa Figura 68.

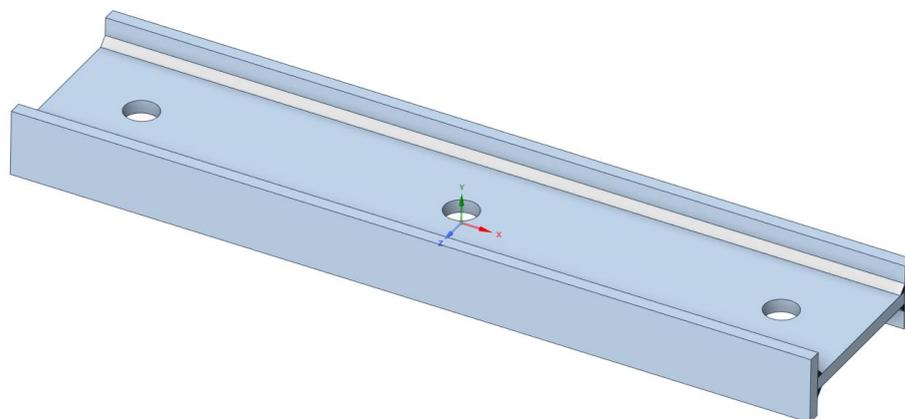


Figura 68. Placa I.

Deformación Total.

Como se puede evidenciar en la Figura 69, existirá una deformación más crítica en la zona donde generara la tracción la misma, a pesar de esto, es un valor aceptado debido a que el perfil experimentara un desplazamiento de 0.23mm en condiciones extremas.

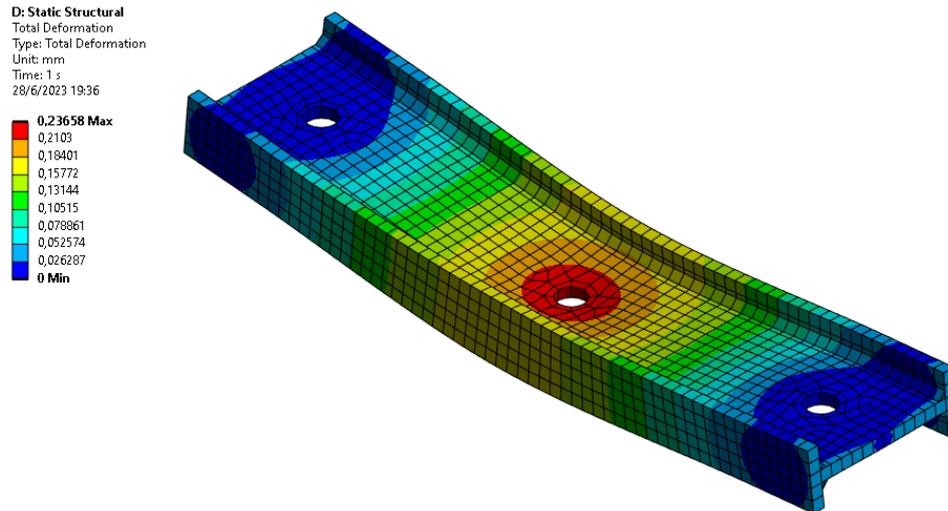


Figura 69. Deformación total placa I.

Deformación direccional en el eje Y.

Visto en la Figura 70, que la deformación en dirección del eje Y, siendo la altura de la placa base, presentara una zona critica de -0.236 mm, indicando la existe de un desplazamiento.

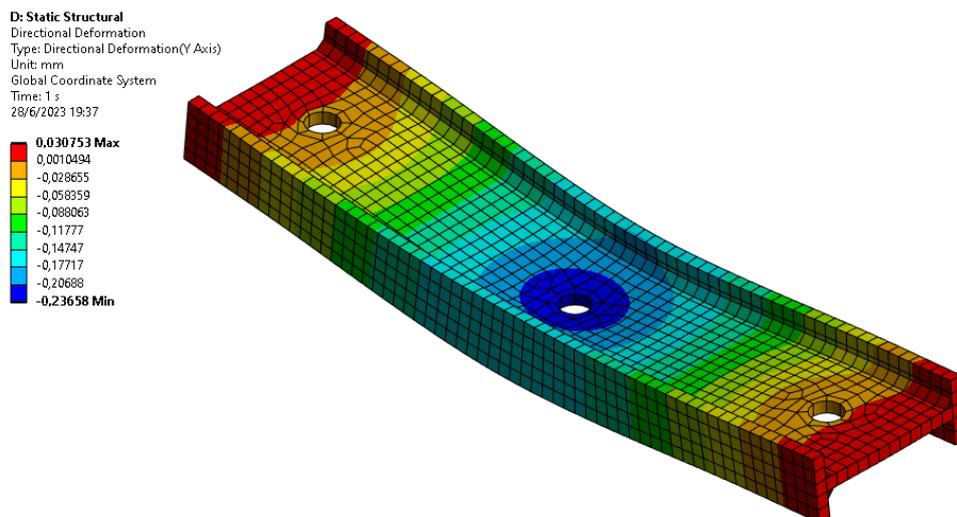


Figura 70. Deformación direccional en el eje Y placa base.

Factor de Seguridad

Obteniendo el factor de seguridad con el mayor esfuerzo que la estructura soporta siendo de 122.26MPa, como se observa en la Figura 71, obteniendo un factor de seguridad de 2.044.

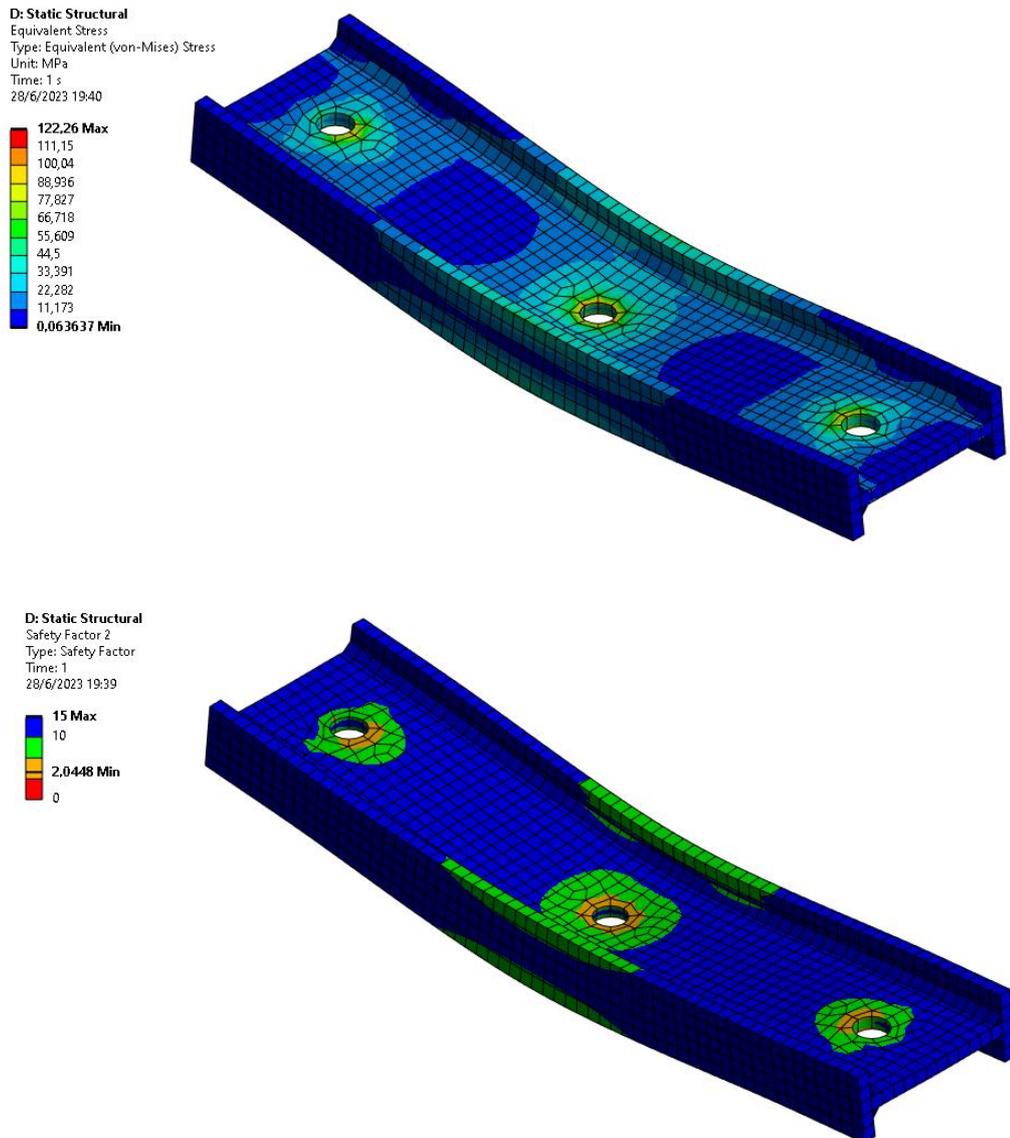


Figura 71. Análisis de factor de seguridad.

3.1.4 Construcción

Fase práctica en la que se empezó con la construcción de la máquina, esta etapa se implican una serie de procesos por la cual se convirtió en una actividad más compleja. Para garantizar la construcción debimos llevar una planificación y estar atentos ante cualquier factor de incidencia que se pueda presentar [57].

Tabla 17. Proceso de Construcción máquina de Deformaciones.

Proceso de construcción de la máquina para ensayos de tensión		
ESTRUCTURA		
Componente	Descripción	Designación
Base de soporte superior	Corte, soldadura y taladrado	
Base de soporte inferior	Corte, soldadura y taladrado	
Estructura para cilindro hidráulico	Corte, soldadura y taladrado	

Tabla 17. Proceso de Construcción máquina de Deformaciones- Continuación.

<p>Ensamble</p>	<p>Ensamble de los componentes superiores con pernos</p>	
<p>Mordazas</p>	<p>Taladrado y corte</p>	
<p>Estructura metálica</p>	<p>Corte y soldadura</p>	
<p>Láminas</p>	<p>Corte y armado de láminas</p>	

Estructura completa	Montaje de todos los componentes estructurales y cilindros hidráulicos	
---------------------	--	---

Tabla 18. Proceso de Construcción máquina de Deformaciones – Sistema Hidráulico.

SISTEMA HIDRÁULICO		
Componente	Descripción	Designación
Tanque para fluido hidráulico	Corte, soldadura y taladrado	
Motor, bomba y tapa para tanque hidráulico.	Corte, soldadura, taladrado y ensamble	

Tabla 18. Proceso de Construcción máquina de Deformaciones – Sistema Hidráulico – continuación.

<p>Tapa para el tanque hidráulico.</p>	<p>Implementación de base para la electroválvula</p>	
<p>Ensamble</p>	<p>Implementación de mangueras a todo el sistema hidráulico</p>	

Tabla 19. Proceso de Construcción máquina de Deformaciones – Sistema eléctrico.

<p>SISTEMA ELECTRICO</p>		
<p>Componente</p>	<p>Descripción</p>	<p>Designación</p>
<p>Componentes eléctricos</p>	<p>Montaje de sistema de control</p>	

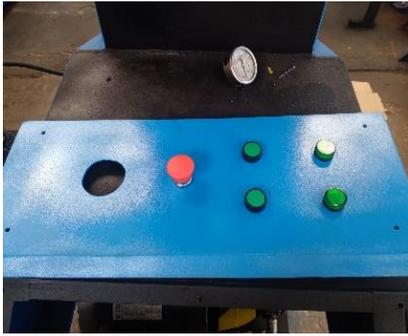
Lámina frontal para tablero	Implementación de pulsadores y luces piloto	
Controles On/off	Instalación de caja de paso con compuerta	

Tabla 20. Proceso de Construcción máquina de Deformaciones – pintura y ensamble

PINTURA Y ENSAMBLE		
Componente	Descripción	Designación
Máquina completa	Desmontaje y pintado	

Máquina final	Montaje de la máquina y pruebas finales	
---------------	---	---

3.1.5 Evaluación de pruebas de funcionamiento.

Proceso en el cual se realizó la revisión de todo el proceso y del producto diseñado totalmente, permitió evaluar la necesidad previamente identificada en la primera etapa y llevarlo a perfeccionar. En esta fase se reconoció errores en el diseño, para una previa modificación de las cuales se han detectado. También se lleva a cabo el funcionamiento del producto terminado, en caso de existir un error se debe evaluar la fase de diseño o construcción. Todo esto sirve para el perfeccionamiento de la máquina [57].

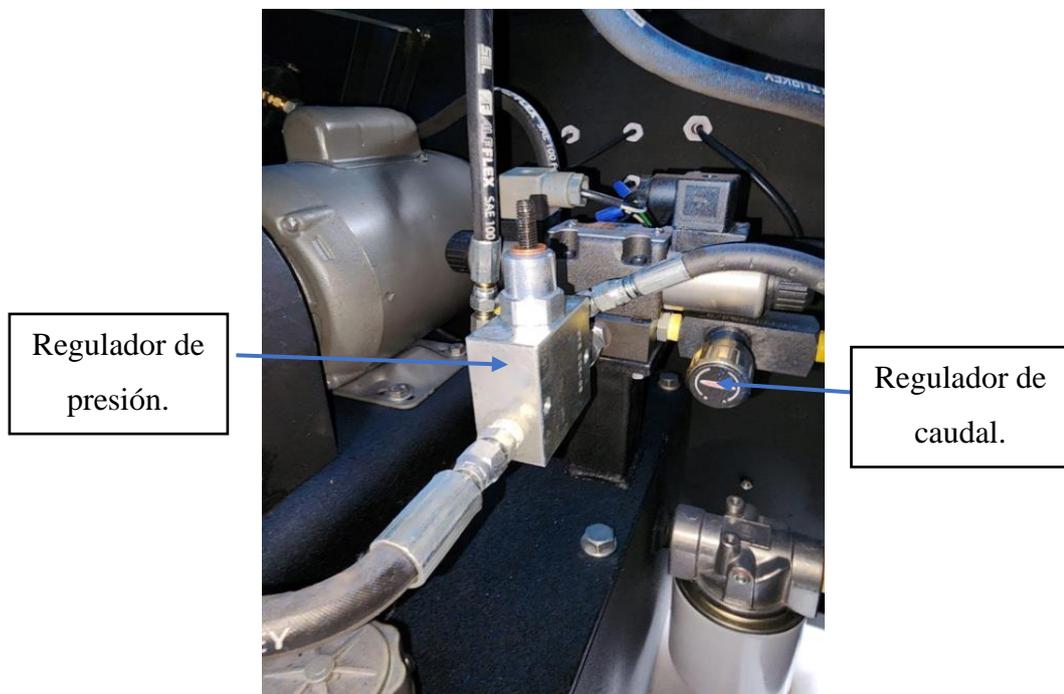


Figura 72. Regulación de presión y caudal.

3.1.6 Ensayos

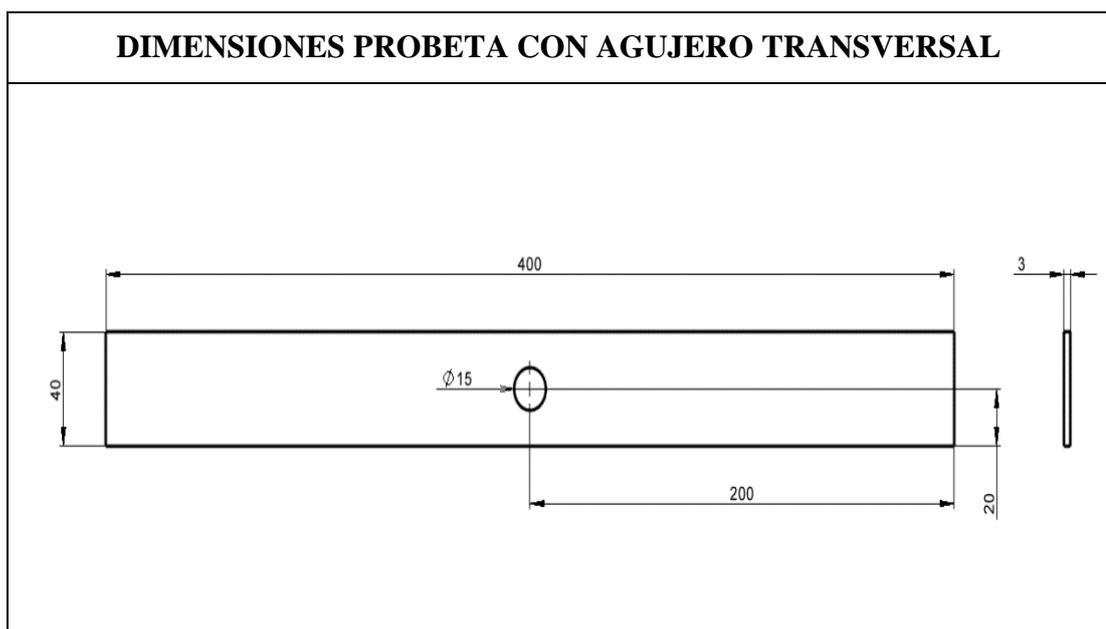
Es fundamental examinar la deformación local en la probeta, sobre todo cuando se producen cambios geométricos. Para ello pueden utilizarse técnicas de análisis de imágenes, como la medición de la deformación mediante sistemas de medición óptica. También es posible examinar la distribución de la tensión para ver si hay concentraciones significativas de tensión que puedan comprometer la integridad del material. Estos análisis son esenciales para comprender el comportamiento mecánico de los materiales durante los ensayos de tracción y para optimizar el diseño de estructuras y componentes. Los resultados obtenidos mediante estas técnicas analíticas son muy útiles para ingenieros e investigadores, ya que proporcionan información detallada sobre la respuesta mecánica de los materiales y les permiten tomar decisiones con conocimiento de causa. Por lo cual mediante el software ANSYS procedemos a realizar un análisis de las probetas para determinar la zona con más concentración de tensión.

➤ Ensayos en ANSYS.

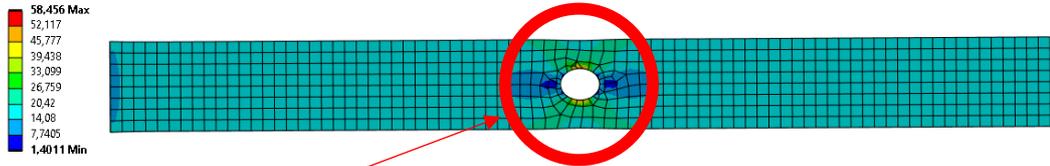
Para poder conocer donde se presentará más concentración de tensión, fue necesario realizar un ensayo en ANSYS para poder corroborar con la información.

➤ GRUPO 1

Tabla 21. Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 1.

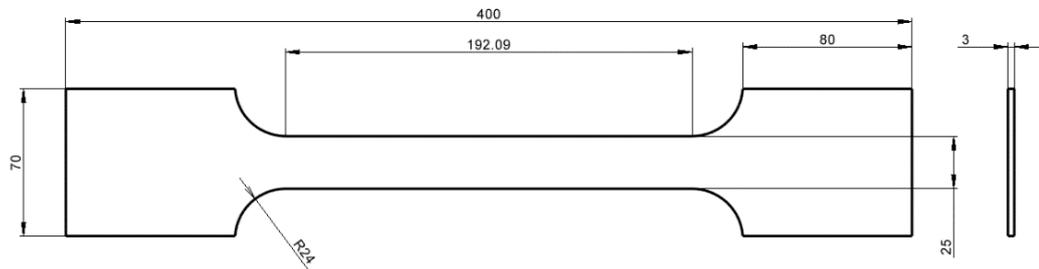


ANÁLISIS ANSYS



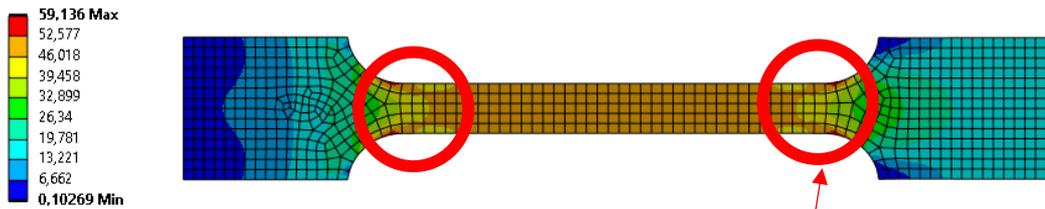
Fractura esperada

DIMENSIONES PROBETA CON MUESCAS



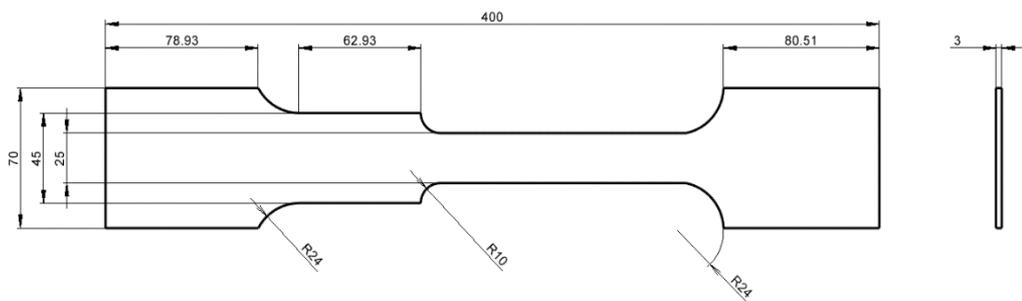
ANÁLISIS ANSYS

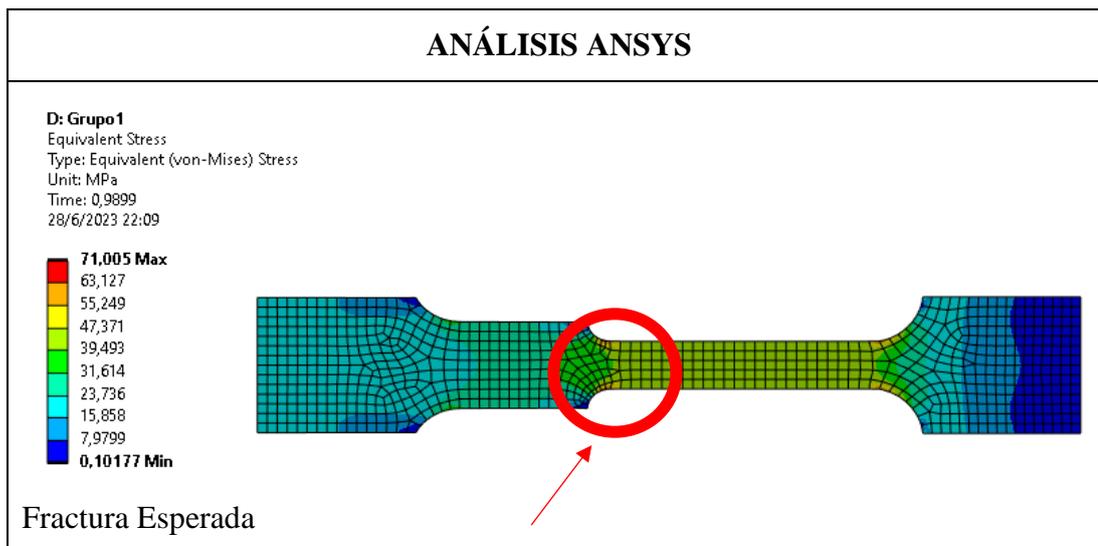
C: Grupo1
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: -3,2105
28/6/2023 22:04



Fractura Esperada

DIMENSIONES PROBETA CON FILETES





Una vez efectuado el análisis en ANSYS para el grupo 1 se procede a evaluarlos en la máquina construida y comparar los resultados

Tabla 22. Obtención y análisis de resultados con agujero transversal - Grupo 1.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN			
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando		
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA
II. DATOS DE LA MUESTRA			
N° de muestra:	1	Material:	Acrílico

Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:	X	Otros:			
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81		N		
Inicial	0(0)		0(0)		
Final	197.16kg * 9.81 $\frac{m}{s^2}$		1934.1396N		
V. IMAGEN					
Imagen deformación			Imagen fuerza (kg)		

IV. COMPARATIVA DE RESULTADOS ANSYS + MÁQUINA

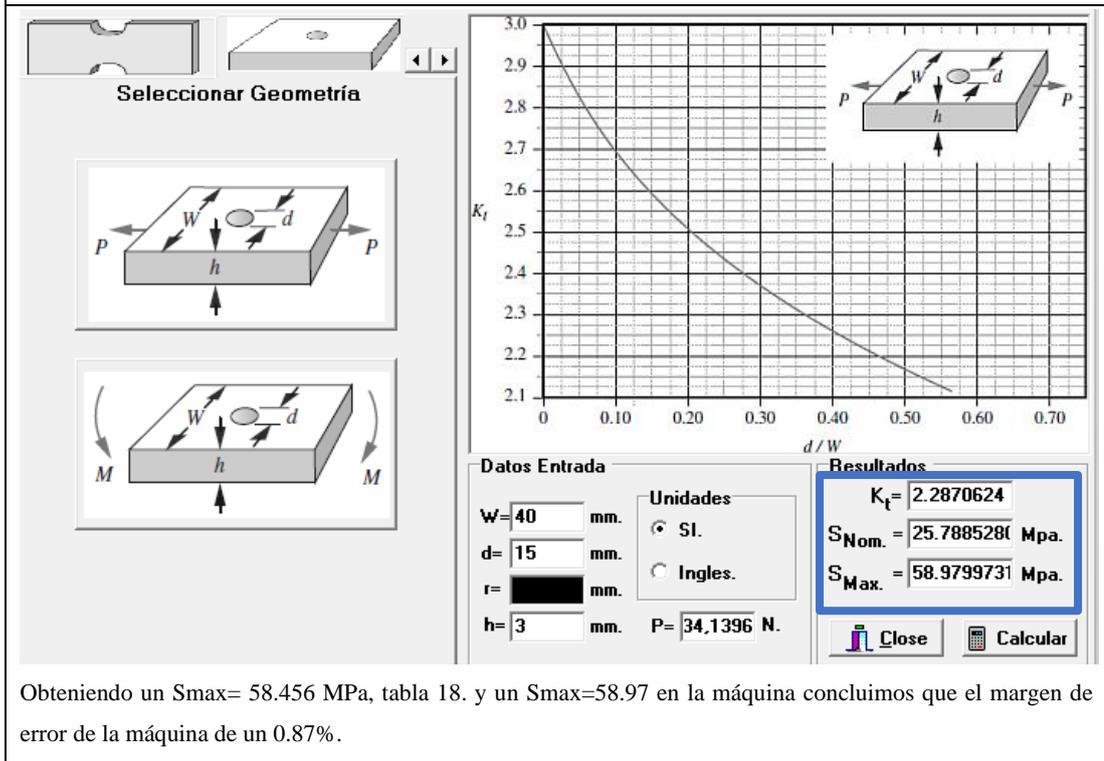
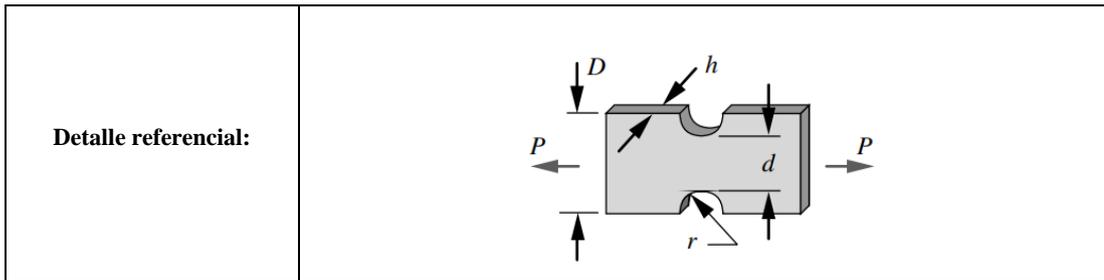


Tabla 23. Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 1.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN			
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando		
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA
II. DATOS DE LA MUESTRA			
N° de muestra:		Material:	Acrílico



III. PARÁMETROS DE ENSAYO

Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
-------------------------	---------	--------------------------	----------	---------------------	------

III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.

Calibrador:	X	Otros:	
--------------------	---	---------------	--

III. RESULTADOS DE ENSAYO

Lectura	Carga (kg)*9.81	N
Inicial	0(0)	0(0)
Final	$353.07 * 9.81 \frac{m}{s^2}$	3460.086N

V. IMAGEN

Imagen deformación	Imagen fuerza (kg)

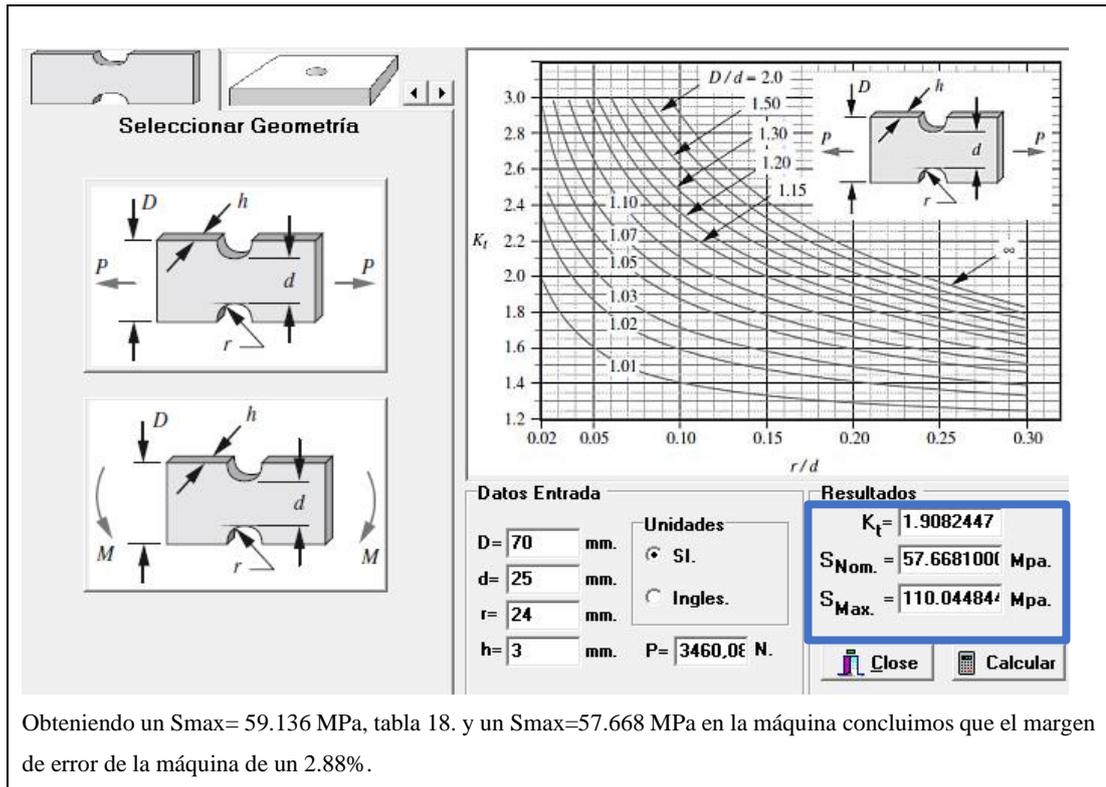
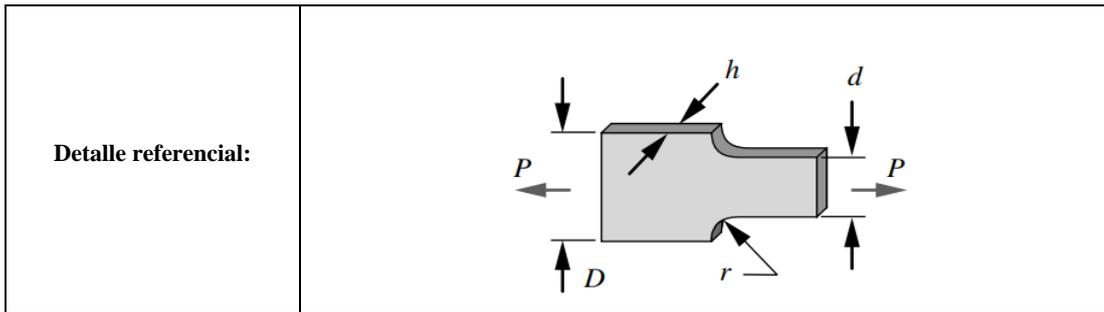


Tabla 24. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 1.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN			
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando		
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA
II. DATOS DE LA MUESTRA			
N° de muestra:		Material:	Acrílico



III. PARÁMETROS DE ENSAYO

Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
-------------------------	---------	--------------------------	----------	---------------------	------

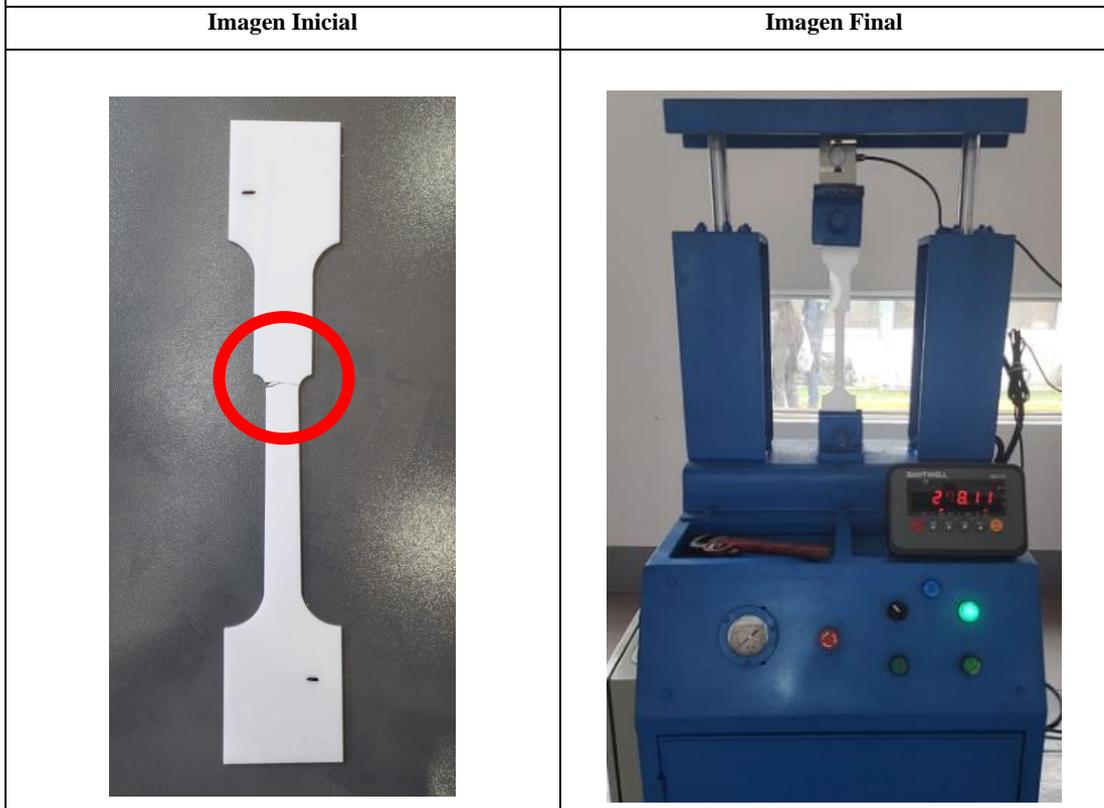
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.

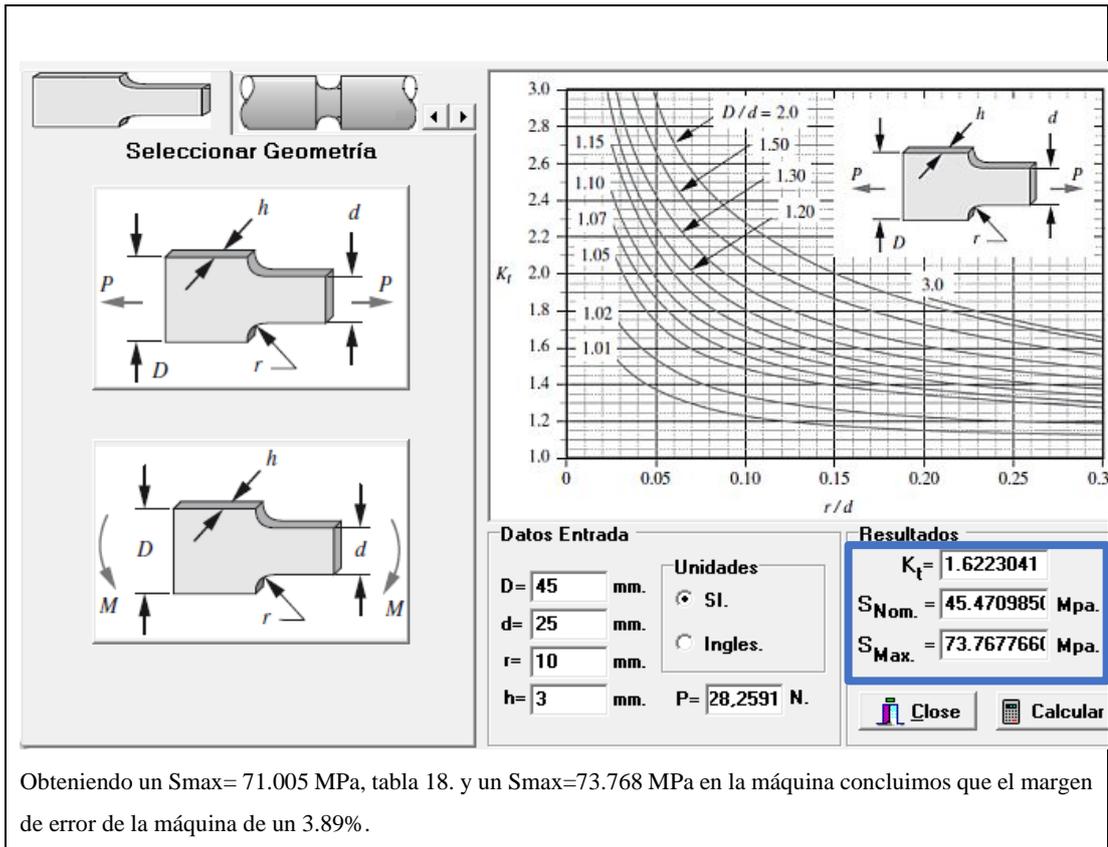
Calibrador:	X	Otros:	
--------------------	---	---------------	--

III. RESULTADOS DE ENSAYO

Lectura	Carga (kg)*9.81	N
Inicial	0(0)	0(0)
Final	$278.11 * 9.81 \frac{m}{s^2}$	2728.2591

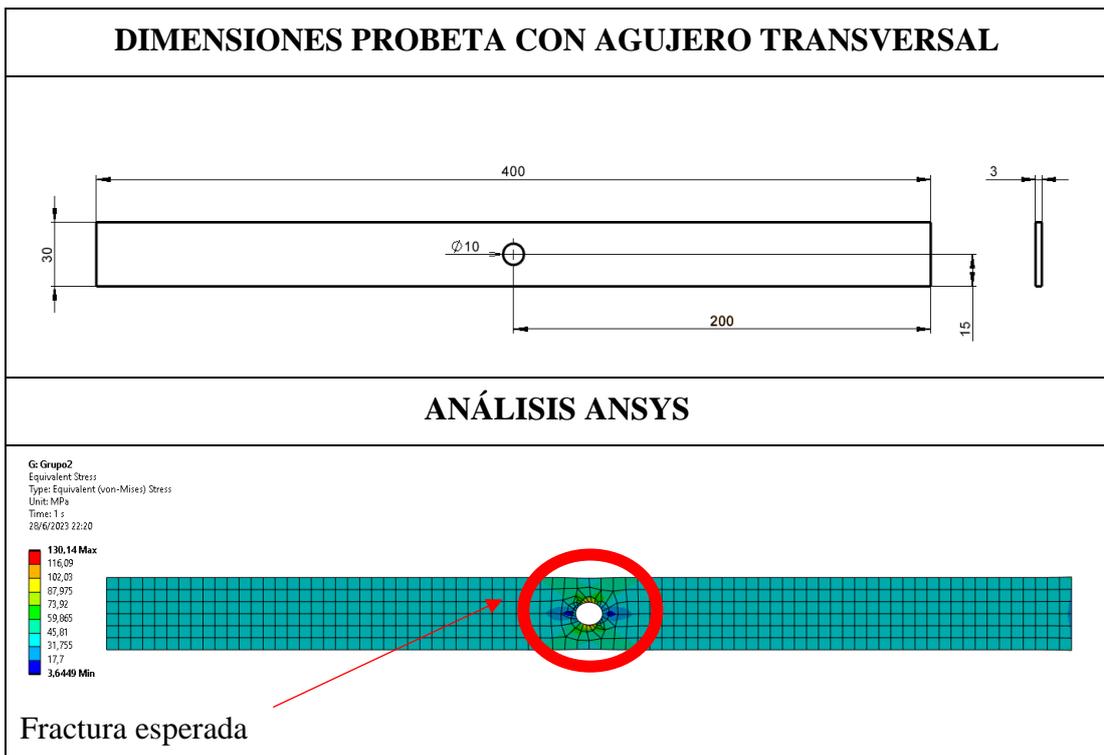
V. IMAGEN



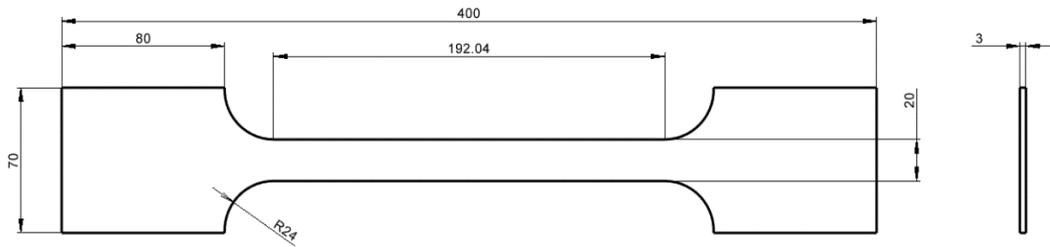


➤ **GRUPO 2**

Tabla 25. Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 2.

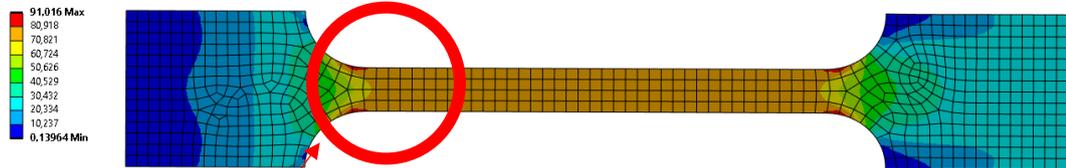


DIMENSIONES PROBETA CON MUESCAS



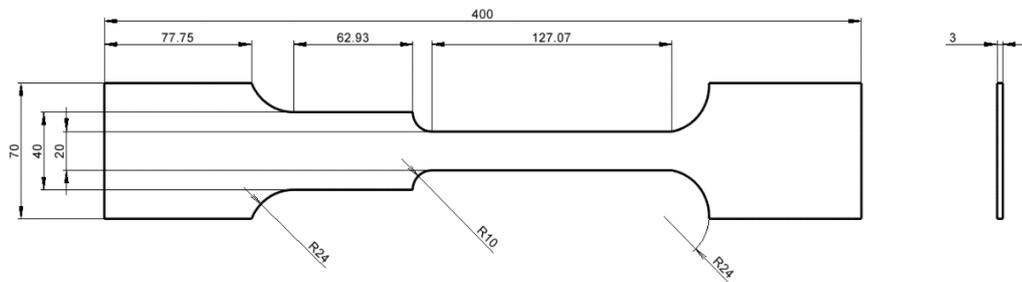
ANÁLISIS ANSYS

F: Grupo2
 Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: MPa
 Time: 1 s
 28/6/2023 22:18



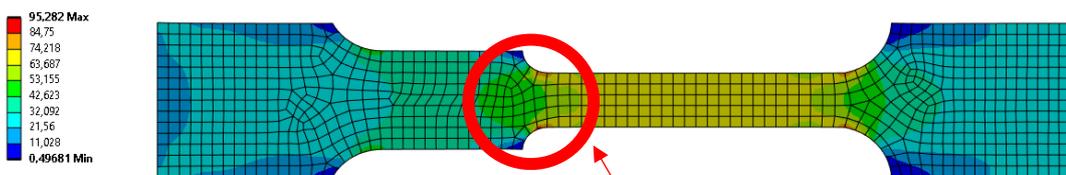
Fractura Esperada

DIMENSIONES PROBETA CON FILETES



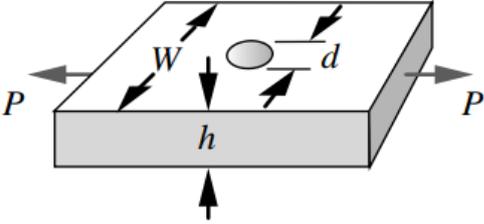
ANÁLISIS ANSYS

E: Grupo2
 Equivalent Stress
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress
 Unit: MPa
 Time: 1
 28/6/2023 22:24

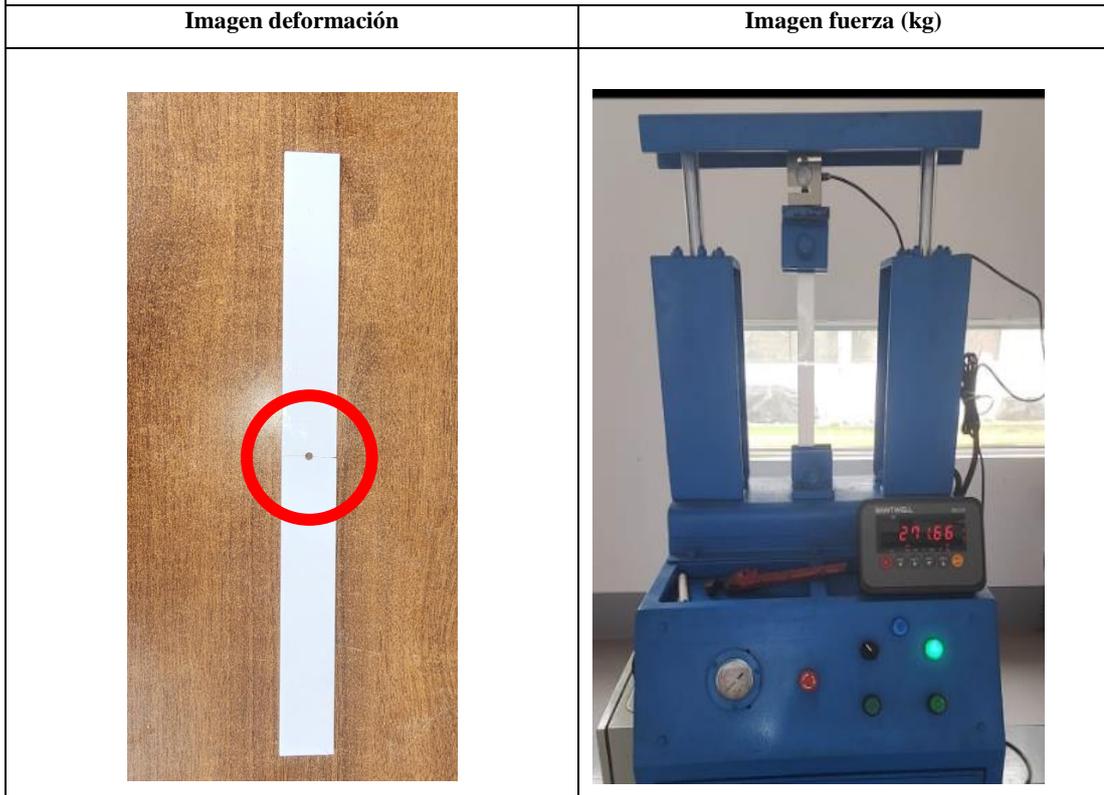


Posibles Fracturas

Tabla 26. Obtención y análisis de resultados con agujero transversal - Grupo 2.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE MECÁNICA				
CÓDIGO:	Versión:		Fecha:		Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN					
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM		
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando				
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:			
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA		
II. DATOS DE LA MUESTRA					
N° de muestra:	1	Material:	Acrílico		
Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:	X	Otros:			
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81			N	
Inicial	0(0)			0(0)	
Final	372.14 * 9.81 $\frac{m}{s^2}$			3650.693N	

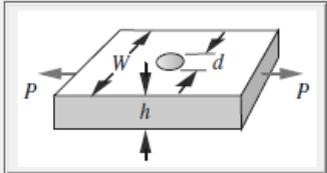
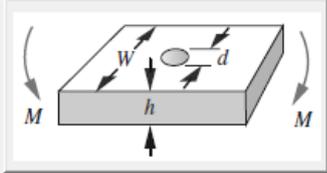
V. IMAGEN

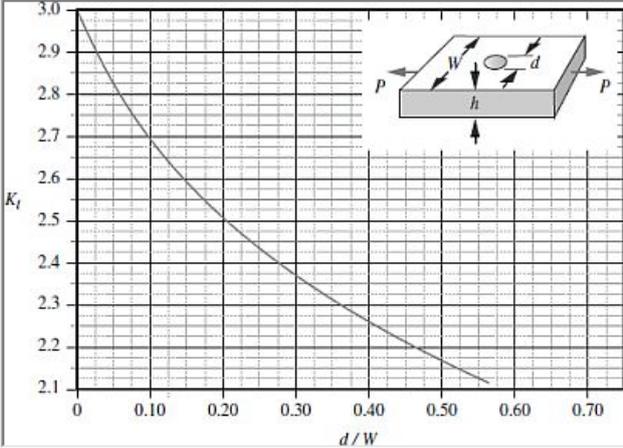


IV. COMPARATIVA DE RESULTADOS ANSYS + MÁQUINA

Acerca de:

Seleccionar Geometría

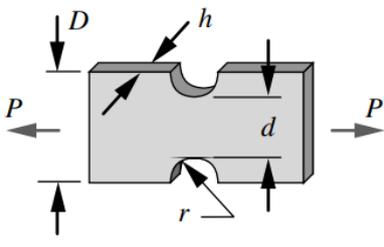





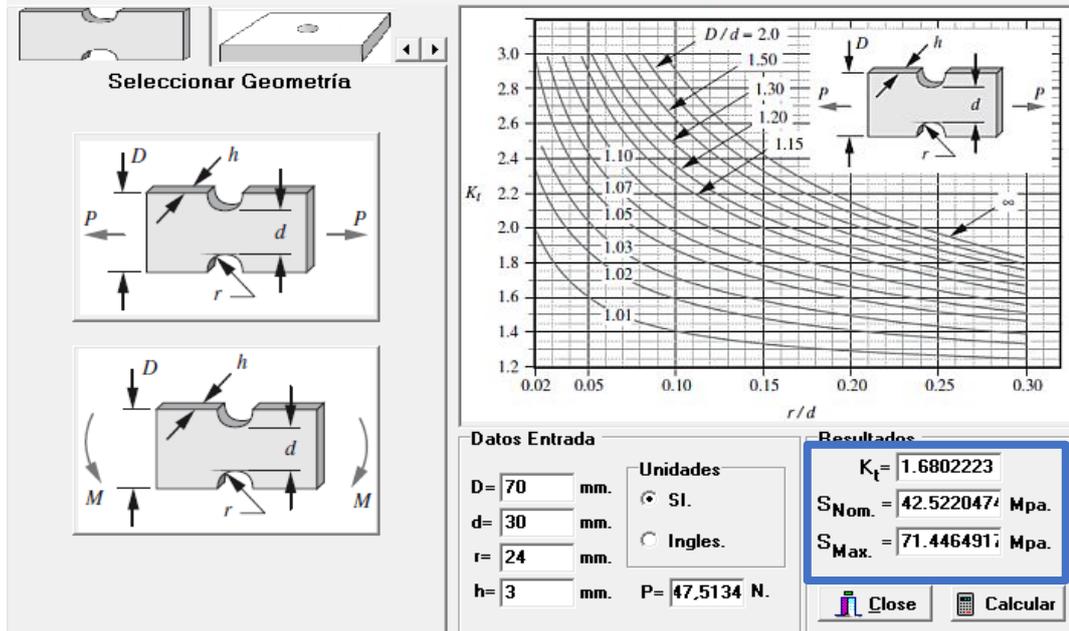
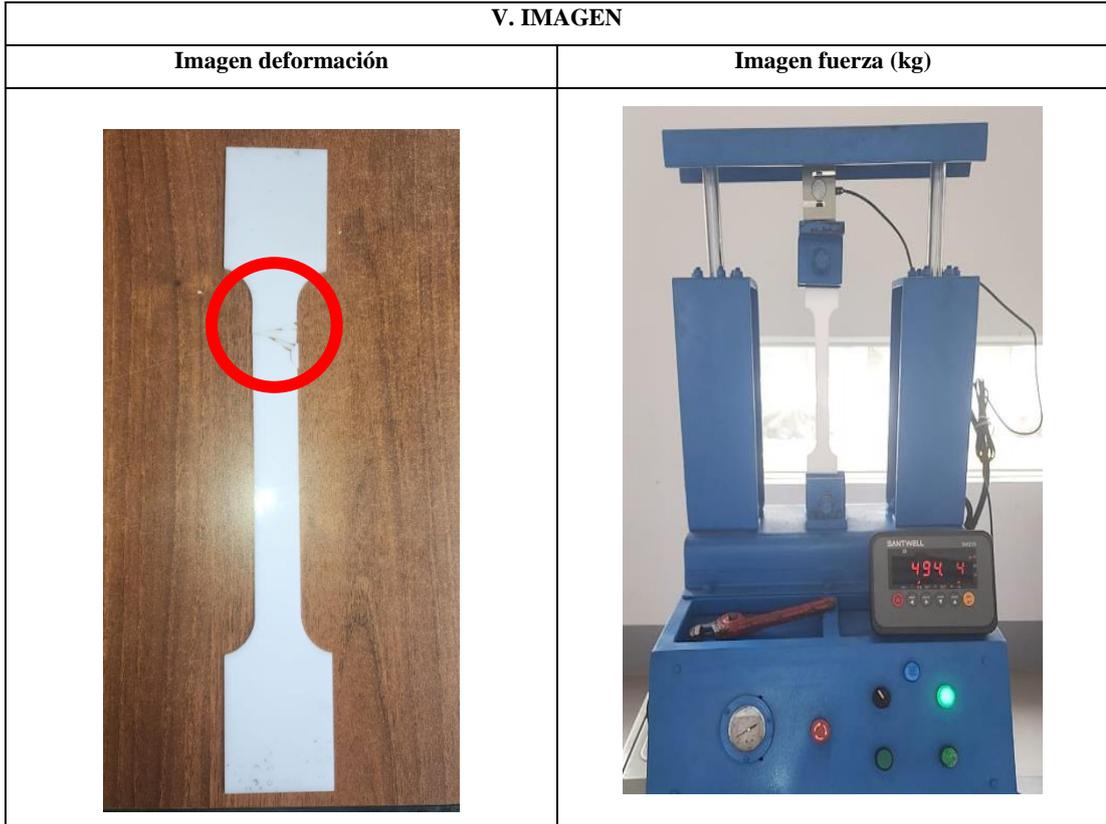
Datos Entrada		Resultados	
W=	35 mm.	$K_t =$	2.6043997
d=	5 mm.	$S_{Nom.} =$	29.610933 Mpa.
r=	mm.	$S_{Max.} =$	77.118705 Mpa.
h=	3 mm.	P=	564,984 N.

Obteniendo un $S_{max} = 130.14$ MPa, tabla 19. y un $S_{max} = 141.785$ en la máquina concluimos que el margen de error de la máquina de un 8.94%.

Tabla 27. Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 2.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE MECÁNICA				
CÓDIGO:	Versión:		Fecha:		Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN					
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM		
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando	Supervisado por:			
Método:	Deformación Controlada	Tipo de probeta:	PLANA		
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.				
II. DATOS DE LA MUESTRA					
N° de muestra:		Material:	Acrílico		
Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:		X	Otros:		
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81		N		
Inicial	0(0)		0(0)		
Final	458.98 * 9.81 $\frac{m}{s^2}$		4502.593		

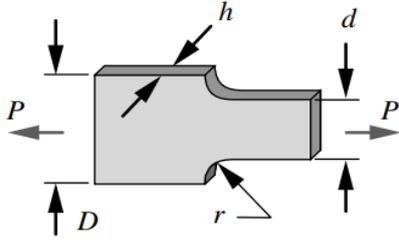
V. IMAGEN

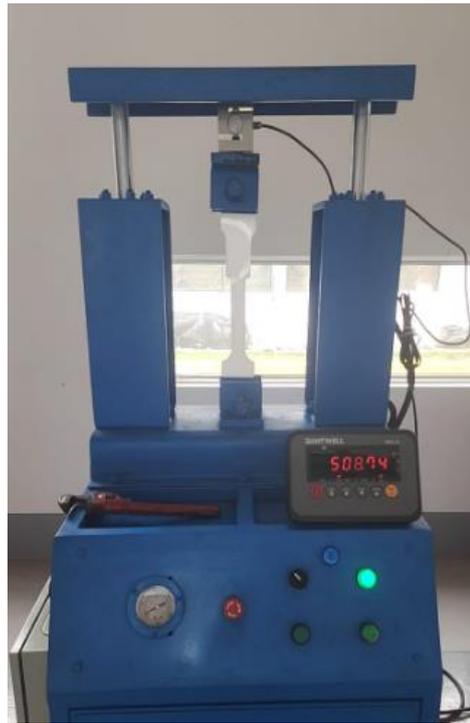


Obteniendo un $S_{max} = 91,016 \text{ MPa}$, tabla 19, y un $S_{max} = 91.717 \text{ MPa}$ en la máquina concluimos que el margen de error de la máquina de un 0.76%.

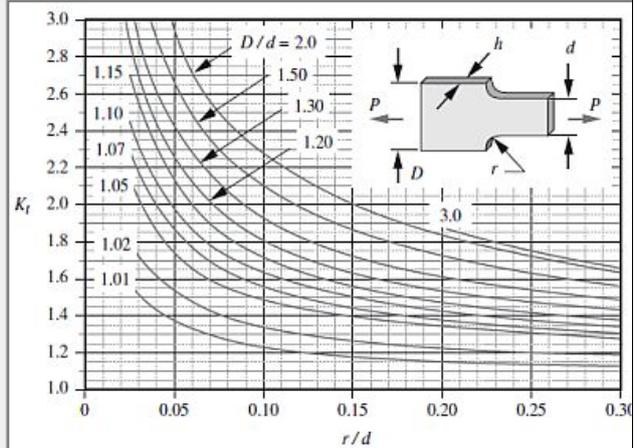
Tabla 28. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 2.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	
-------------------------------	--

		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
		CARRERA DE MECÁNICA			
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:			Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN					
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM		
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando				
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:			
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA		
II. DATOS DE LA MUESTRA					
N° de muestra:		Material:	Acrílico		
Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros:			
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81		N		
Inicial	0(0)		0(0)		
Final	508.74 * 9.81 $\frac{m}{s^2}$		4990.739		
V. IMAGEN					
Imagen Inicial			Imagen Final		



Seleccionar Geometría



Datos Entrada

D= 50 mm.
d= 30 mm.
r= 10 mm.
h= 3 mm.

Unidades
 SI.
 Ingles.

P= 990,734 N.

Resultados

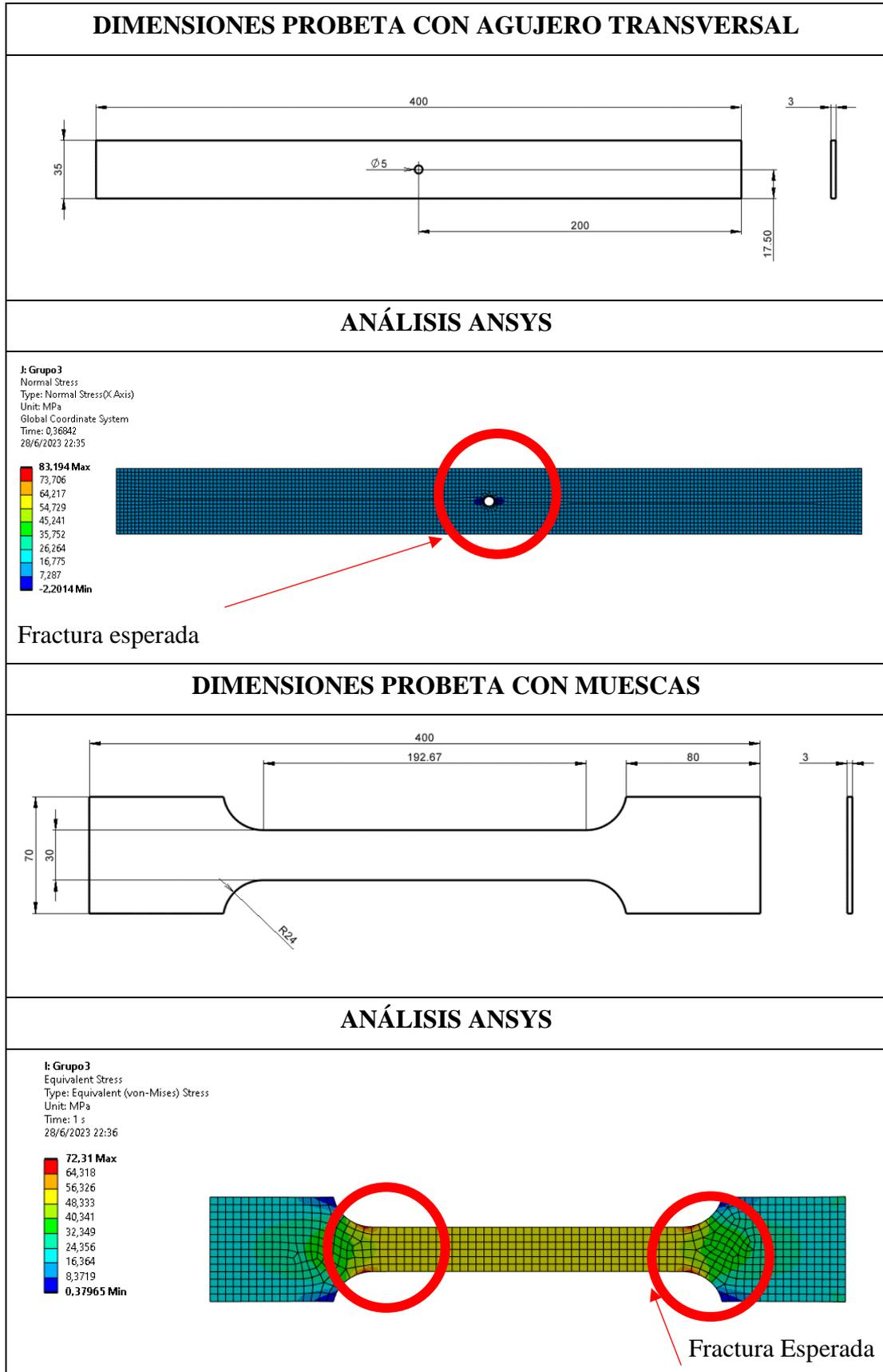
$K_t = 1.6207212$
 $S_{Nom.} = 55.452600 \text{ Mpa.}$
 $S_{Max.} = 89.873205 \text{ Mpa.}$

Close Calcular

Obteniendo un $S_{max} = 95.282 \text{ MPa}$, tabla 19. y un $S_{max} = 95.166 \text{ MPa}$ en la máquina concluimos que el margen de error de la máquina de un 0.17%.

➤ GRUPO 3

Tabla 29. Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 3.



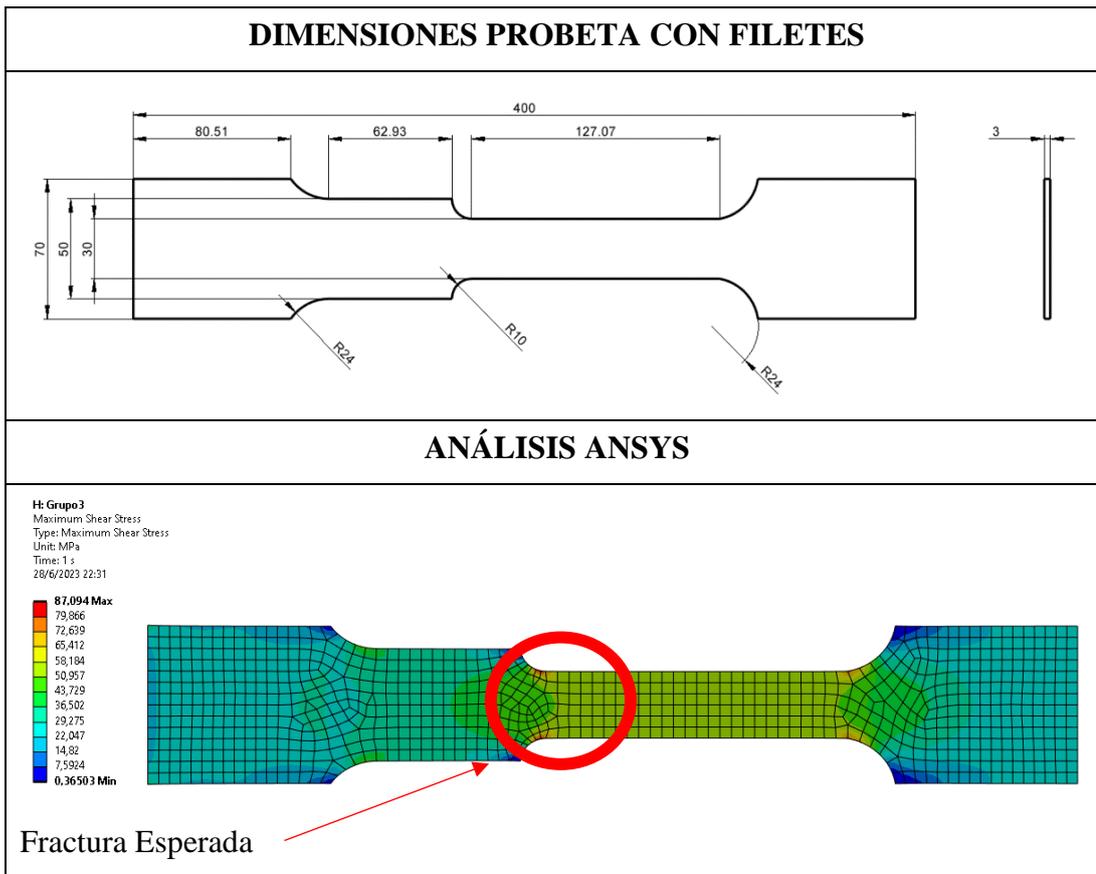


Tabla 30. Obtención y análisis de resultados con agujero transversal - Grupo 3.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN			
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando		
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA
II. DATOS DE LA MUESTRA			
N° de muestra:	1	Material:	Acrílico

Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:	X	Otros:			
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81		N		
Inicial	0(0)		0(0)		
Final	271.66 * 9.81 $\frac{m}{s^2}$		2664.984		
V. IMAGEN					
Imagen deformación			Imagen fuerza (kg)		
IV. COMPARATIVA DE RESULTADOS ANSYS + MÁQUINA					

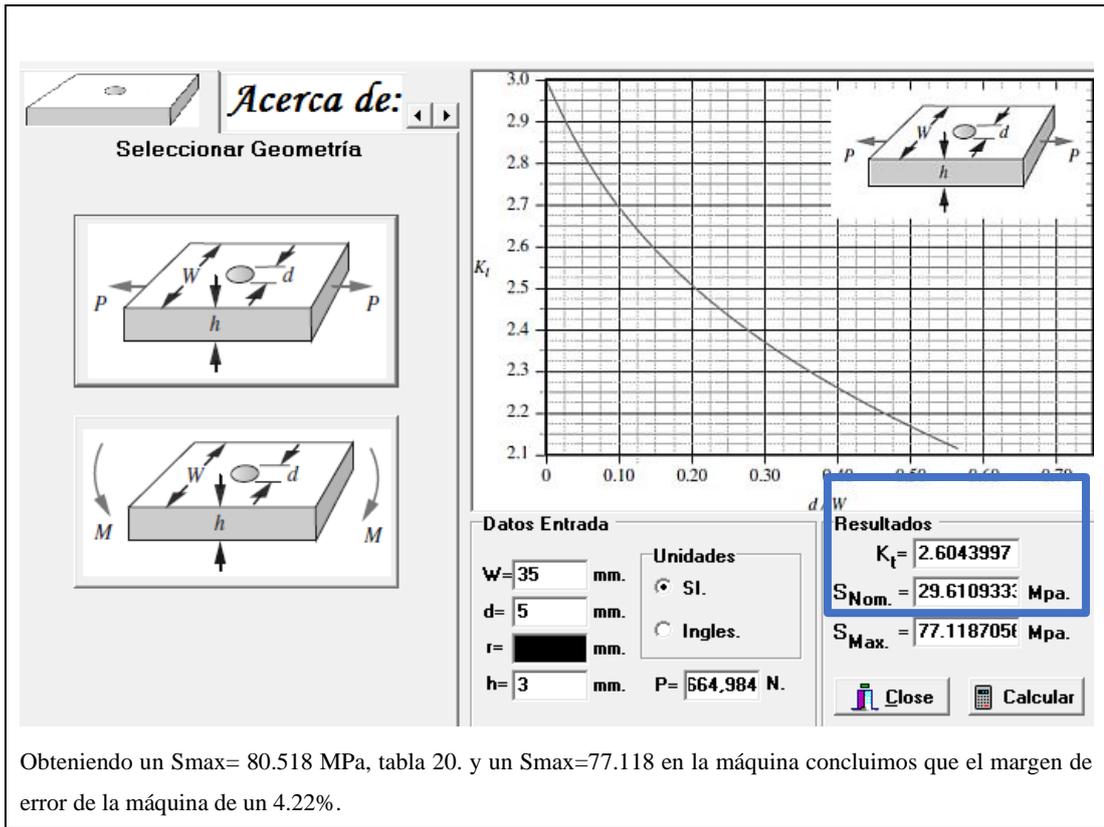


Tabla 31. Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 3.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN			
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando		
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:	Esesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA
II. DATOS DE LA MUESTRA			
N° de muestra:		Material:	Acrílico

Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:		X	Otros:		
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81			N	
Inicial	0(0)			0(0)	
Final	494.14 * 9.81 $\frac{m}{s^2}$			4847.513	
V. IMAGEN					
Imagen deformación			Imagen fuerza (kg)		

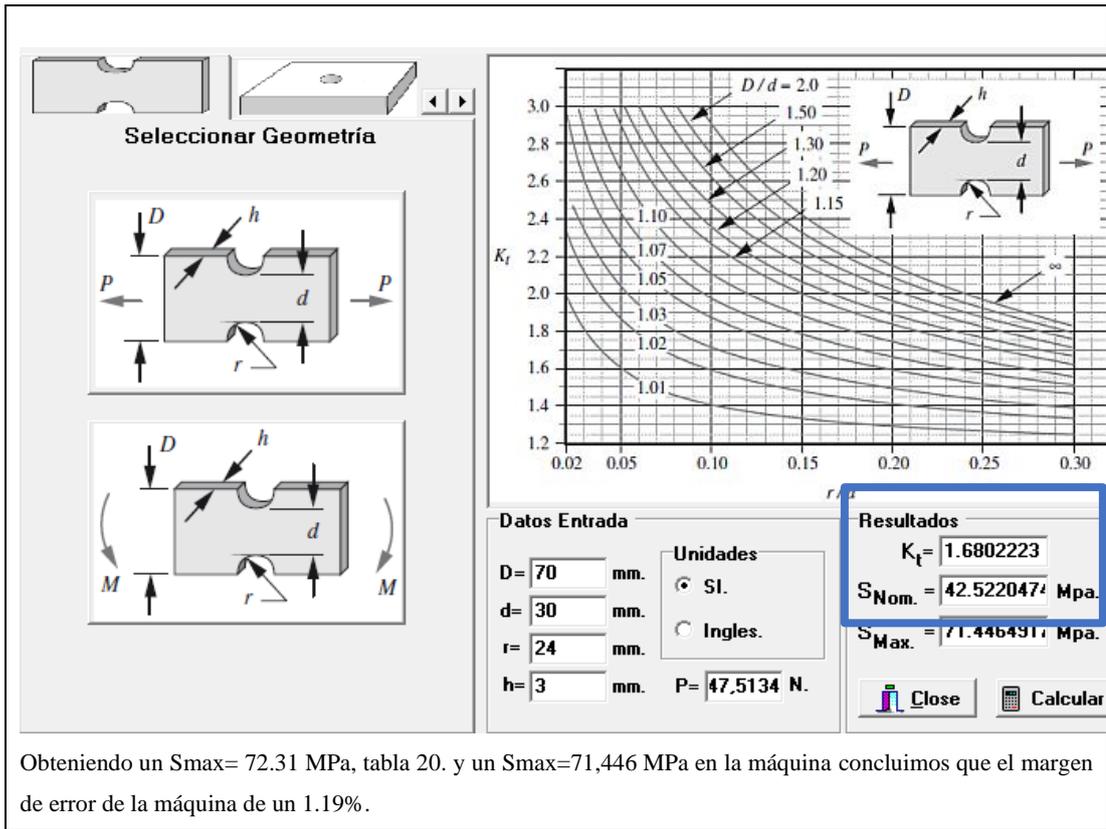
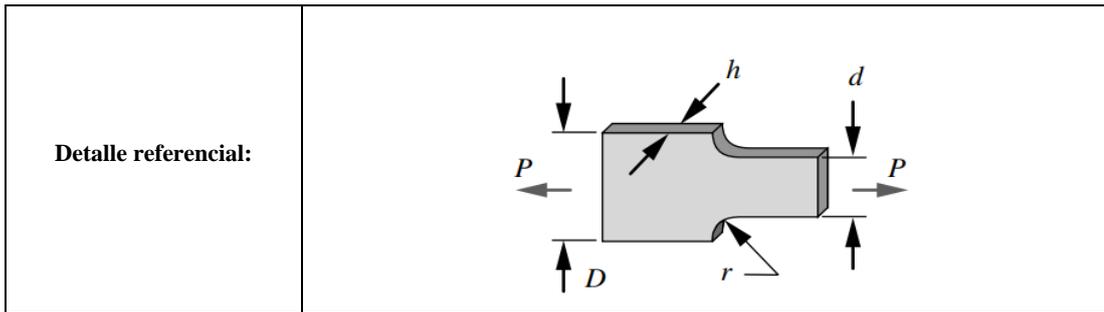


Tabla 32. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 3.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN			
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando		
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA
II. DATOS DE LA MUESTRA			
N° de muestra:		Material:	Acrílico



III. PARÁMETROS DE ENSAYO

Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
-------------------------	---------	--------------------------	----------	---------------------	------

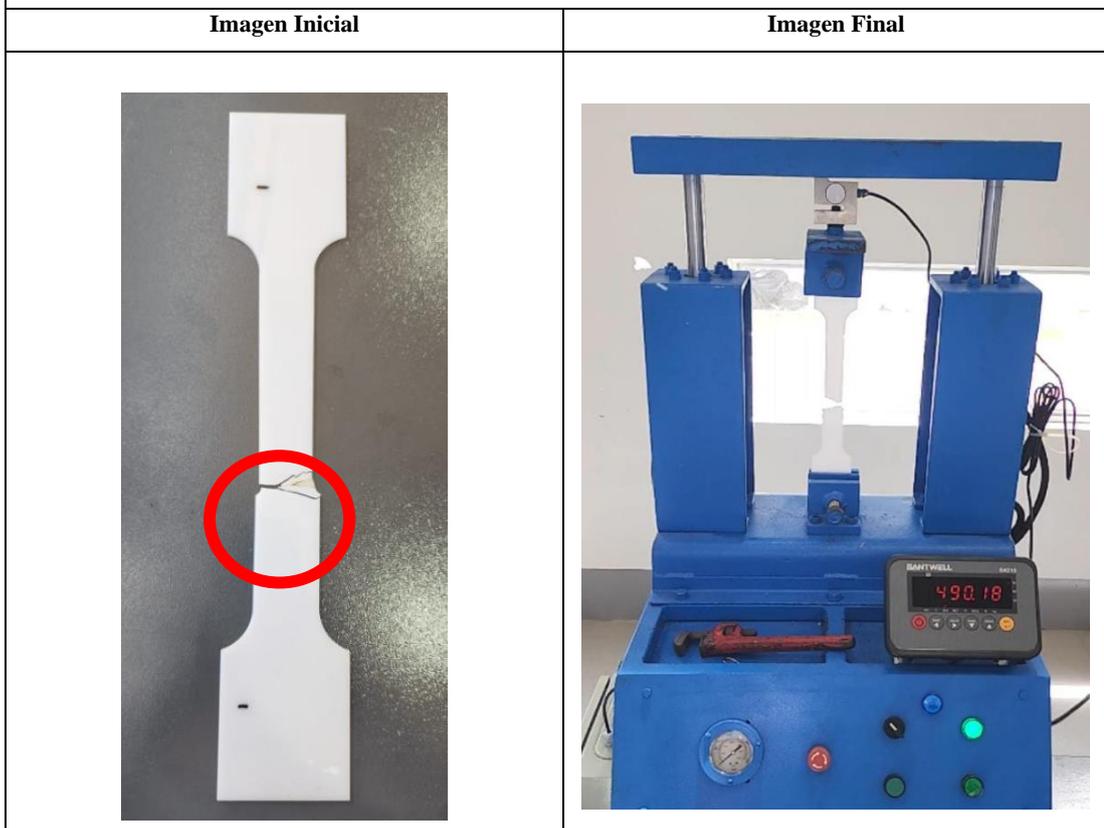
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.

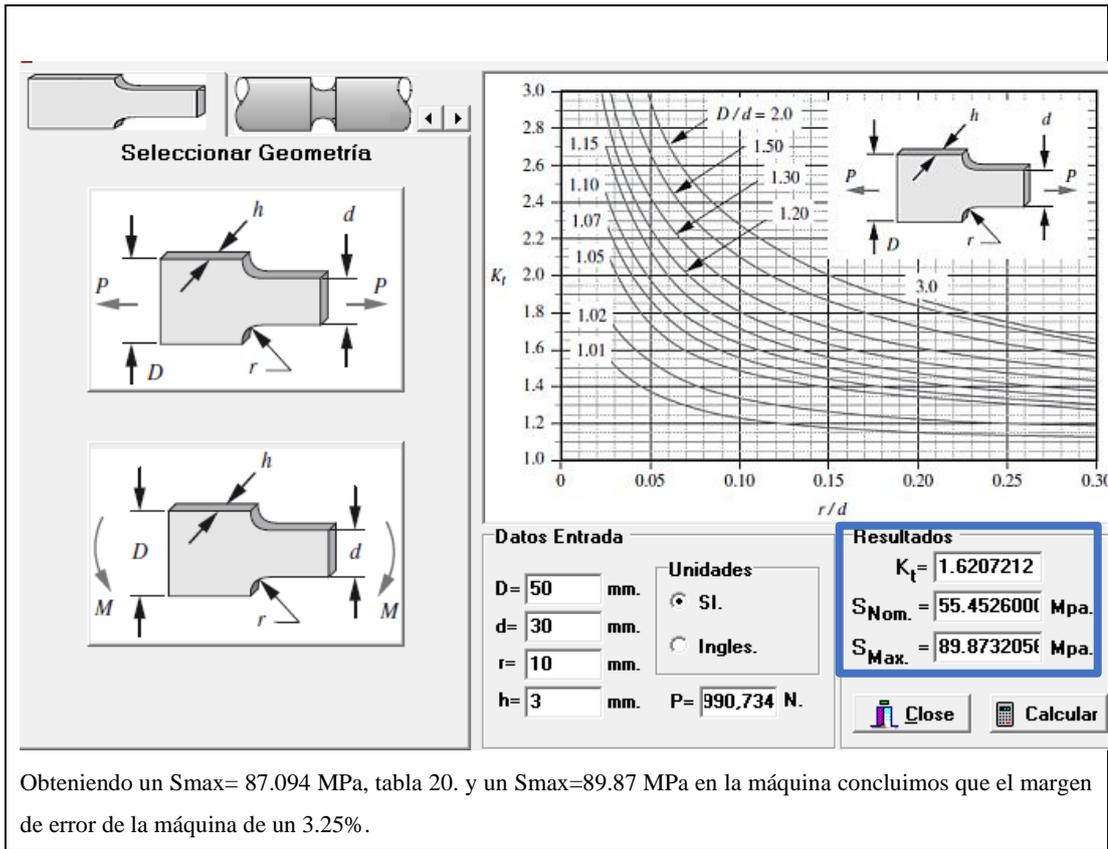
Calibrador:	X	Otros:	
--------------------	---	---------------	--

III. RESULTADOS DE ENSAYO

Lectura	Carga (kg)*9.81	N
Inicial	0(0)	0(0)
Final	490.18 * 9.81 $\frac{m}{s^2}$	4808.665

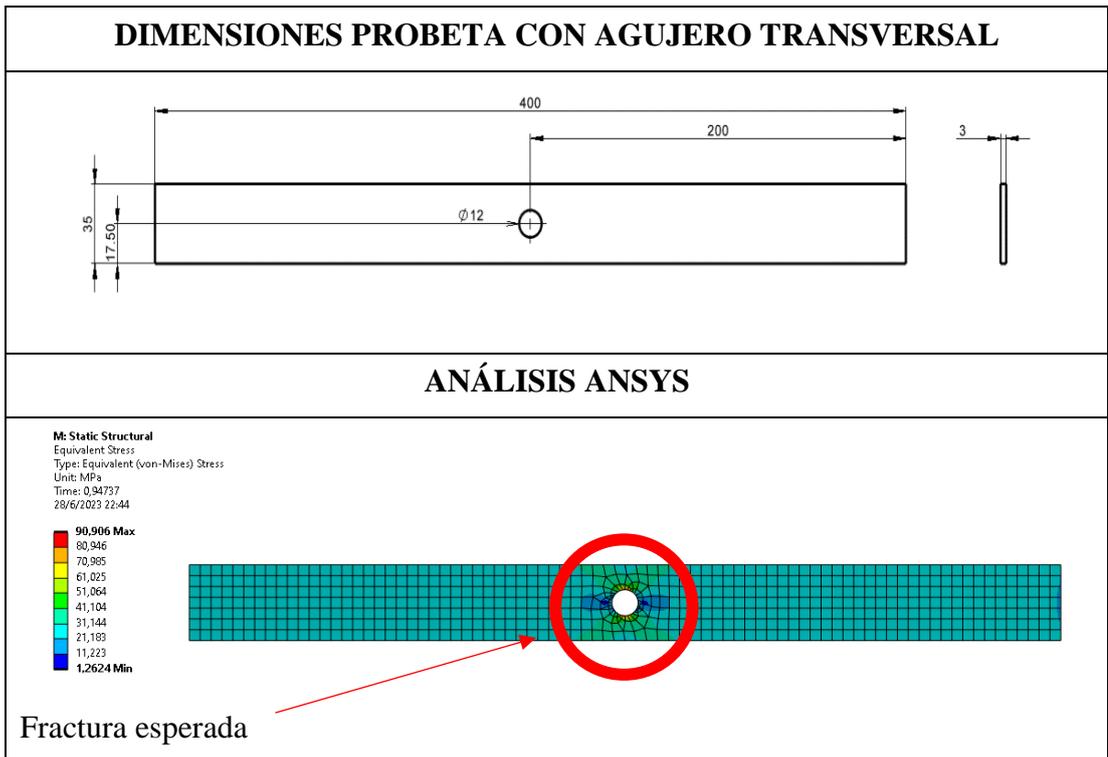
V. IMAGEN



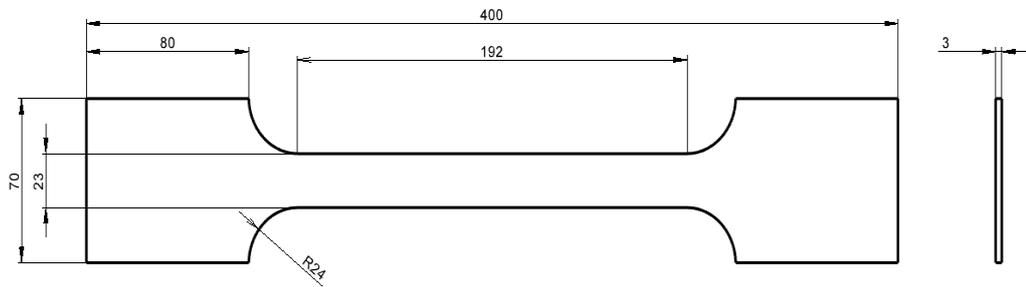


➤ **GRUPO 4**

Tabla 33. Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 4.

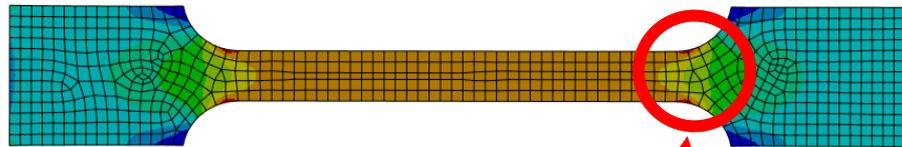
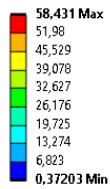


DIMENSIONES PROBETA CON MUESCAS



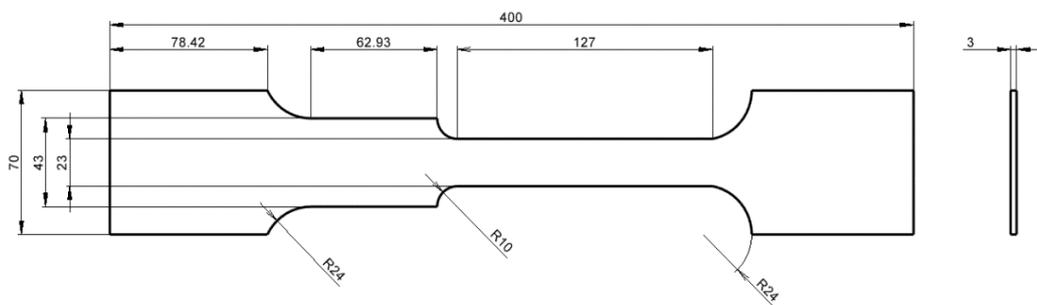
ANÁLISIS ANSYS

L: Grupo4
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1
28/6/2023 22:45



Fractura Esperada

DIMENSIONES PROBETA CON FILETES



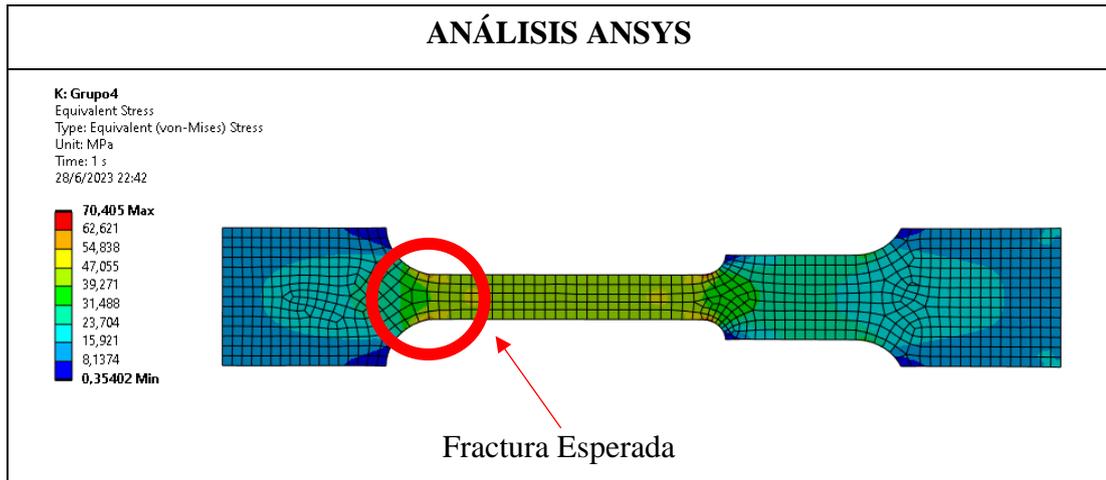
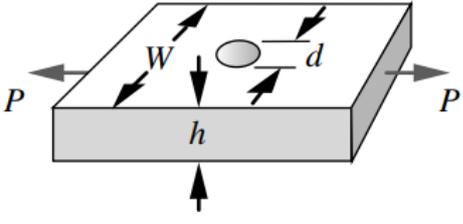


Tabla 34. Obtención y análisis de resultados con agujero transversal - Grupo 4.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN			
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando		
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA
II. DATOS DE LA MUESTRA			
N° de muestra:	1	Material:	Acrílico
Detalle referencial:			
III. PARÁMETROS DE ENSAYO			
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción
		Temperatura:	25°C

III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.		
Calibrador:	X	Otros:
III. RESULTADOS DE ENSAYO		
Lectura	Carga (kg)*9.81	N
Inicial	0(0)	0(0)
Final	$300.92 * 9.81 \frac{m}{s^2}$	2952.025
V. IMAGEN		
Imagen deformación	Imagen fuerza (kg)	
		
IV. COMPARATIVA DE RESULTADOS ANSYS + MÁQUINA		

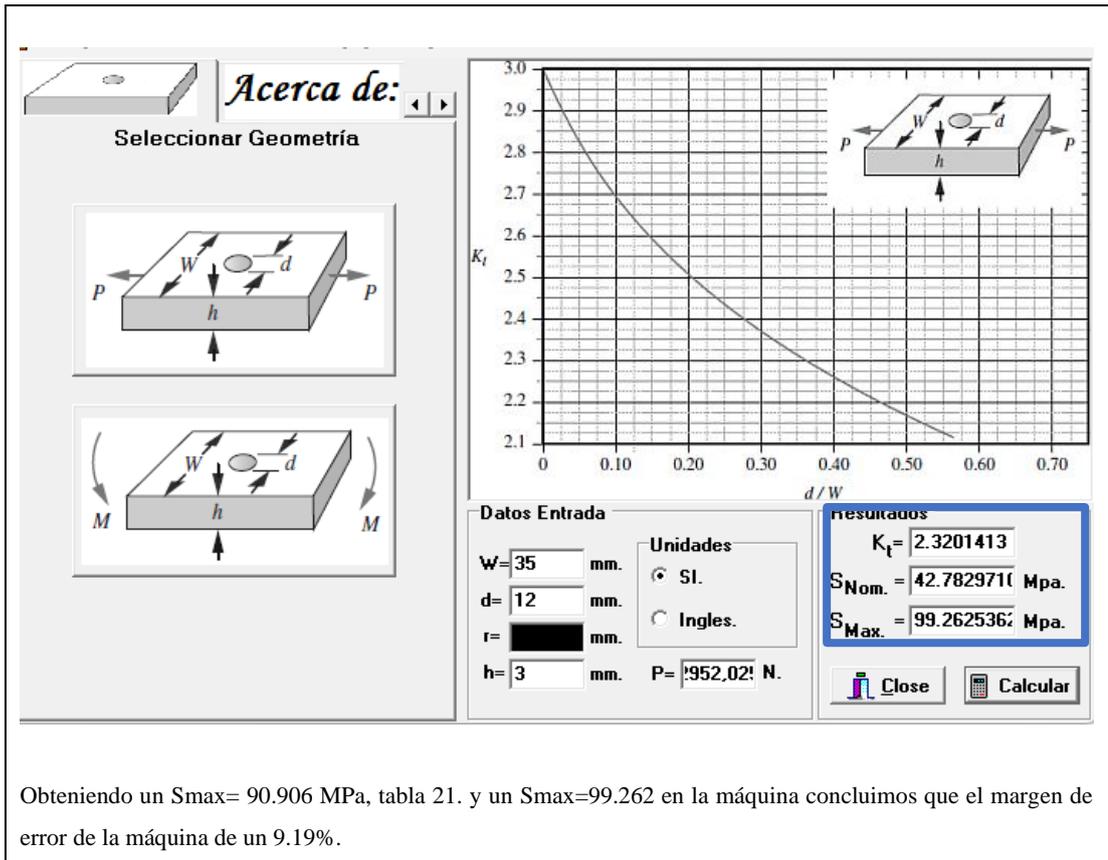


Tabla 35. Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 4.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN			
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando		
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA
II. DATOS DE LA MUESTRA			
N° de muestra:		Material:	Acrílico

Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:		X	Otros:		
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81		N		
Inicial	0(0)		0(0)		
Final	326.43 * 9.81 $\frac{m}{s^2}$		3202.27		
V. IMAGEN					
Imagen deformación			Imagen fuerza (kg)		

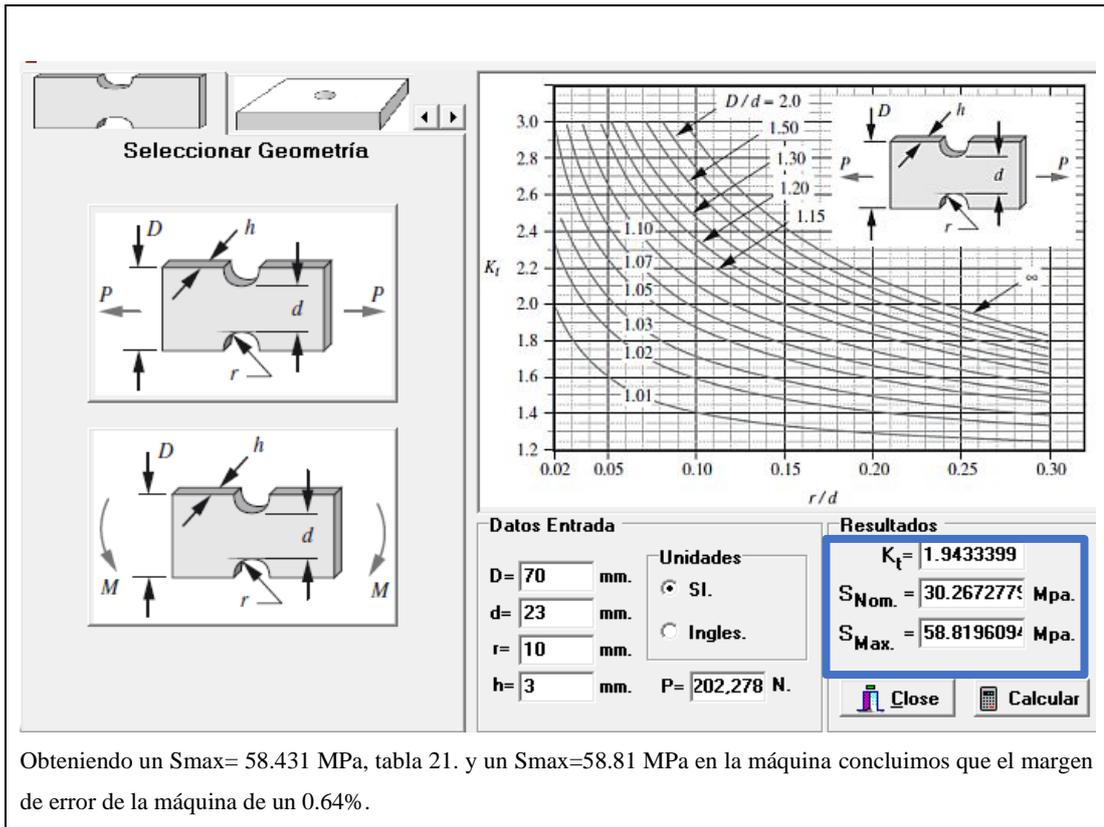
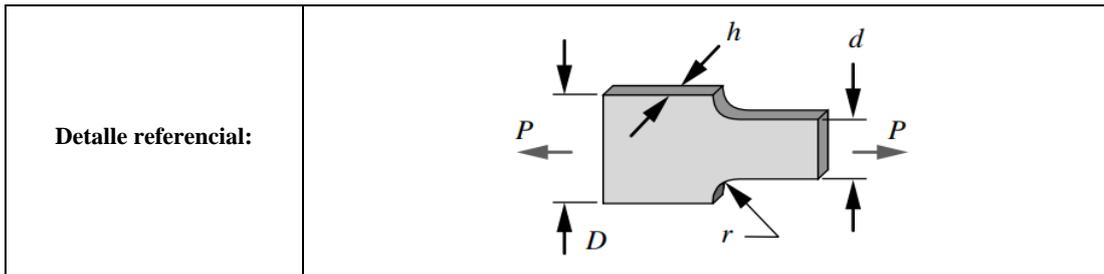


Tabla 36. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 4.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN			
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando		
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA
II. DATOS DE LA MUESTRA			
N° de muestra:		Material:	Acrílico



III. PARÁMETROS DE ENSAYO

Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
-------------------------	---------	--------------------------	----------	---------------------	------

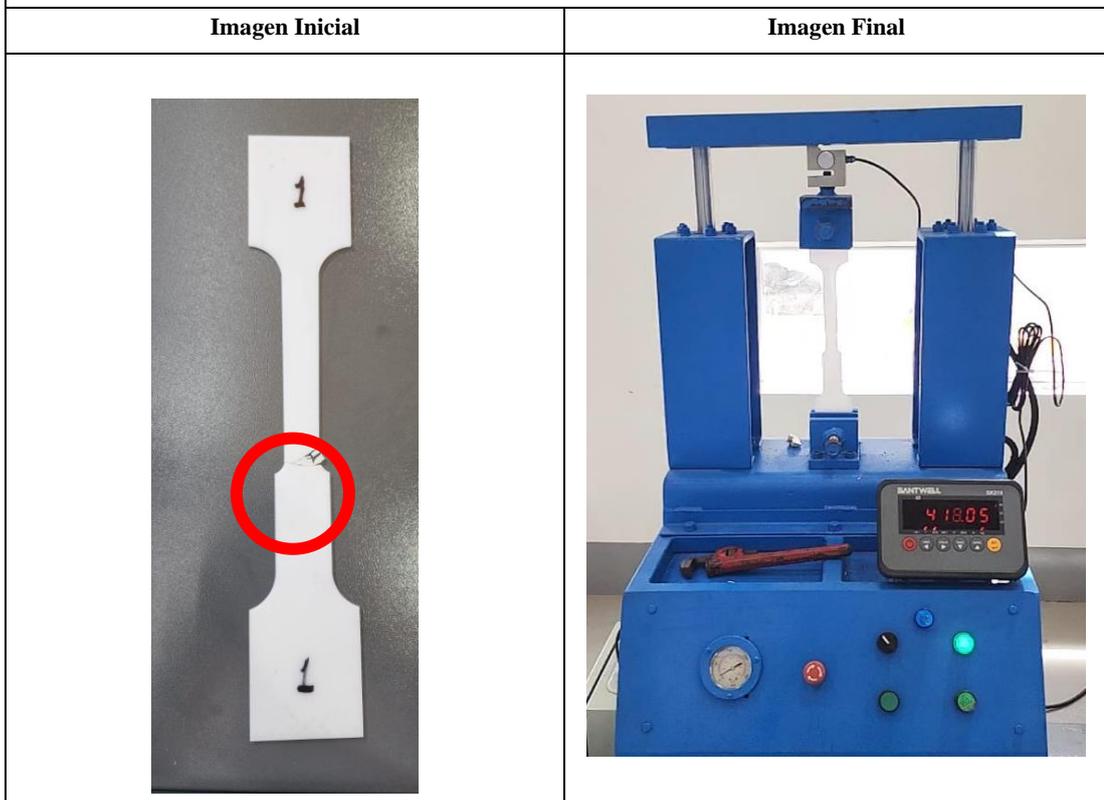
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.

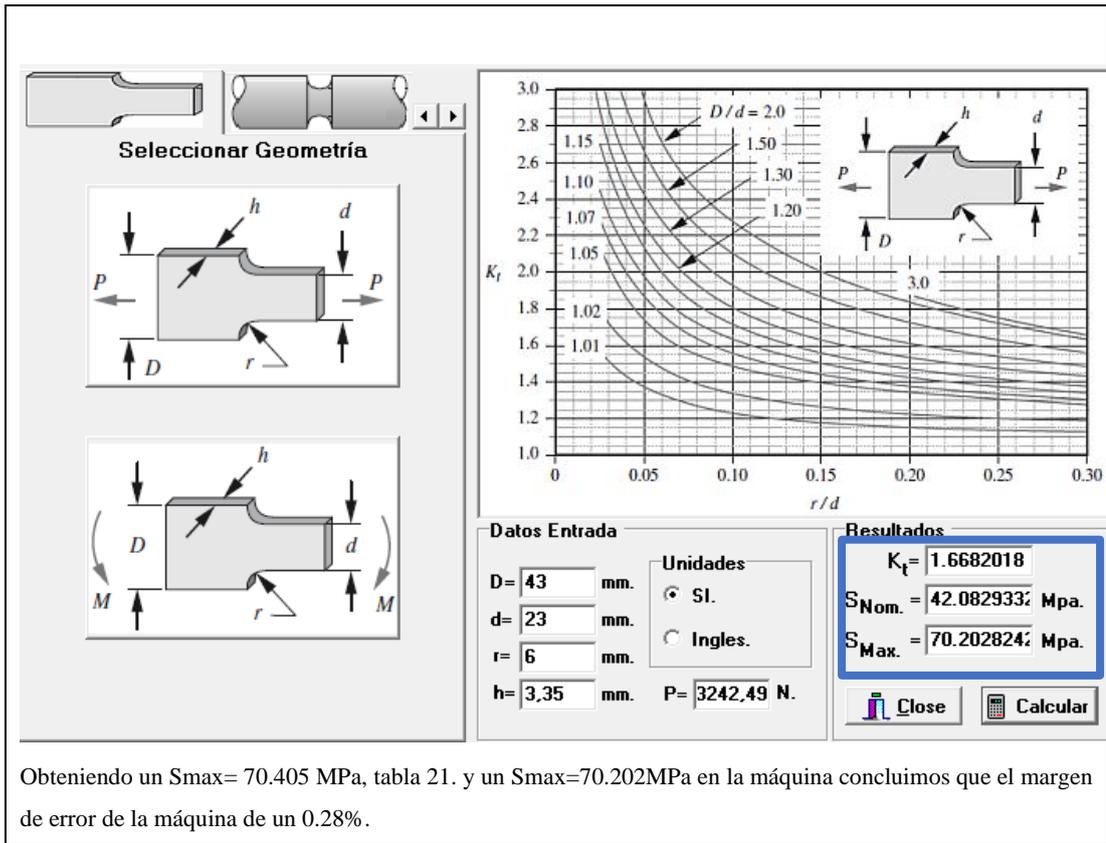
Calibrador:	X	Otros:	
--------------------	---	---------------	--

III. RESULTADOS DE ENSAYO

Lectura	Carga (kg)*9.81	N
Inicial	0(0)	0(0)
Final	$418.05 * 9.81 \frac{m}{s^2}$	4101.070N

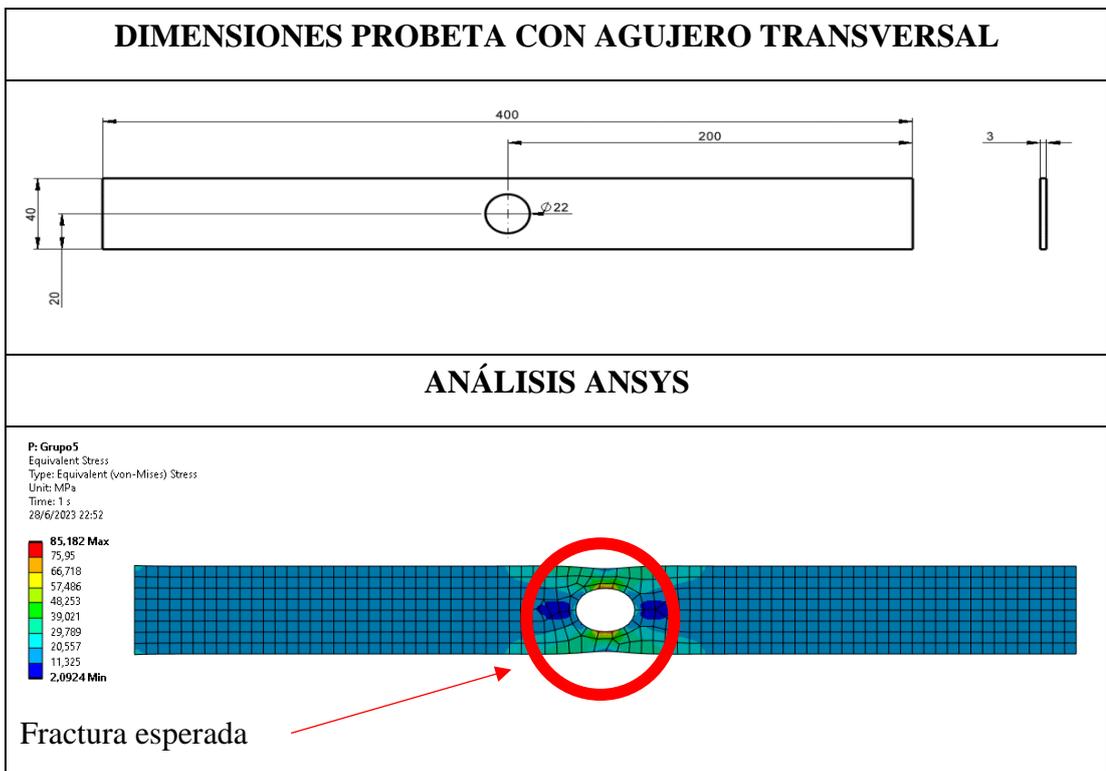
V. IMAGEN



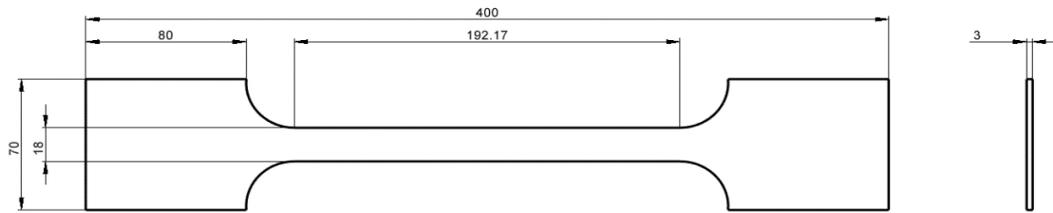


➤ Grupo 5

Tabla 37. Dimensiones y Análisis en ANSYS-Grupo 5.

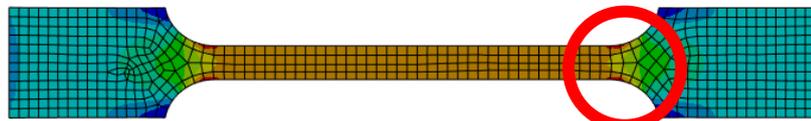
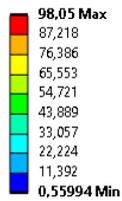


DIMENSIONES PROBETA CON MUESCAS



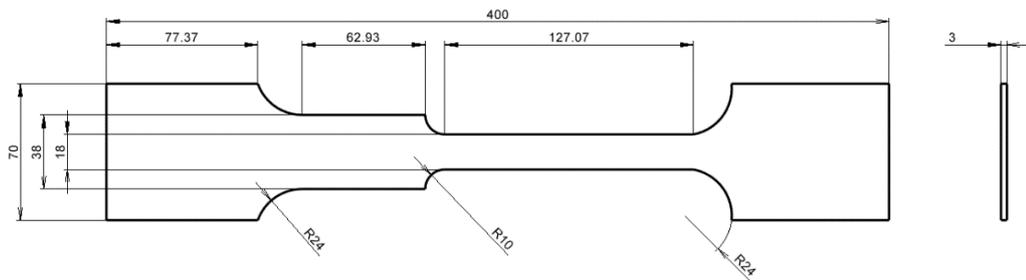
ANÁLISIS ANSYS

O: Grupo5
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1 s
28/6/2023 22:52



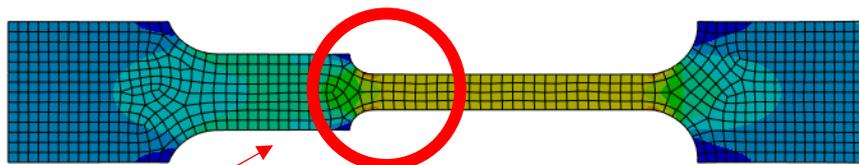
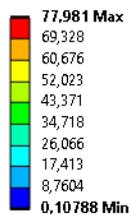
Fractura Esperada

DIMENSIONES PROBETA CON FILETES



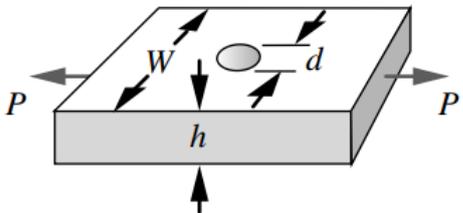
ANÁLISIS ANSYS

N: Grupo5
Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: MPa
Time: 1 s
28/6/2023 22:52

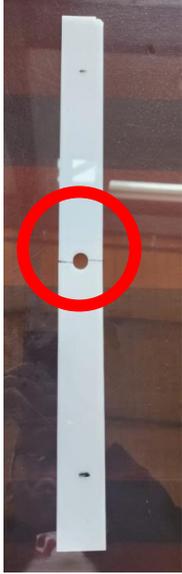
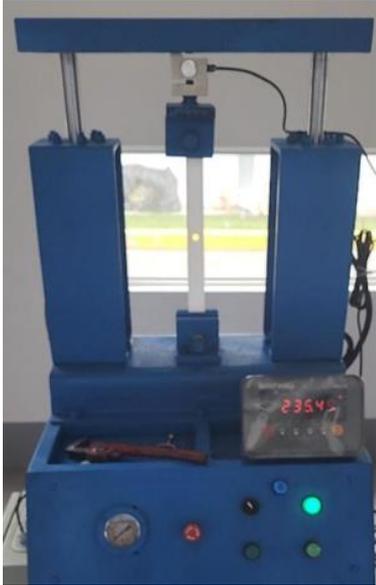


Fractura Esperada

Tabla 38. Obtención y análisis de resultados con agujero transversal -
Grupo 5.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE MECÁNICA				
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1		
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN					
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM		
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando				
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:			
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA		
II. DATOS DE LA MUESTRA					
N° de muestra:	1	Material:	Acrílico		
Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:	X	Otros:			
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81			N	
Inicial	0(0)			0(0)	
Final	235.49 * 9.81 $\frac{m}{s^2}$			2310.1569	

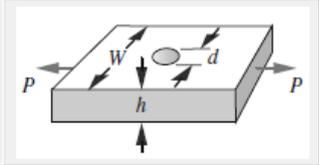
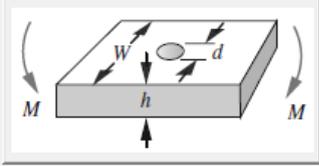
V. IMAGEN

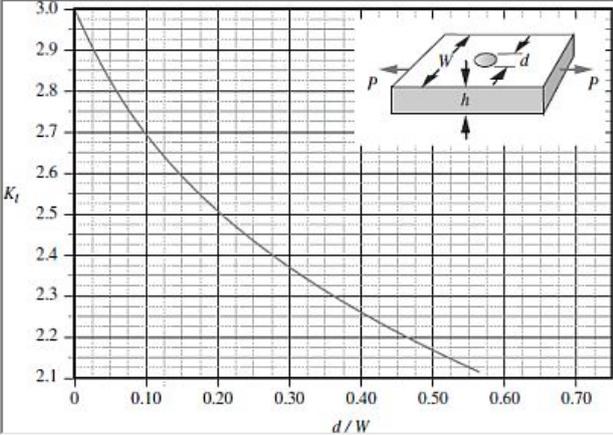
Imagen deformación	Imagen fuerza (kg)
	

IV. COMPARATIVA DE RESULTADOS ANSYS + MÁQUINA

Acerca de:

Seleccionar Geometría



Datos Entrada

W= 40 mm.

d= 22 mm.

r= mm.

h= 3 mm.

P= 10,1569 N.

Resultados

$K_t = 2.1255527$

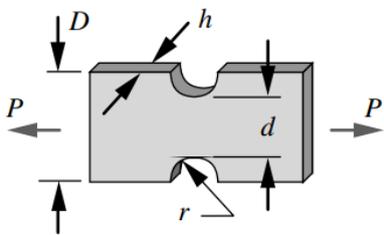
S_{Nom.} = 42.780683 Mpa.

S_{Max.} = 90.932595 Mpa.

Close Calcular

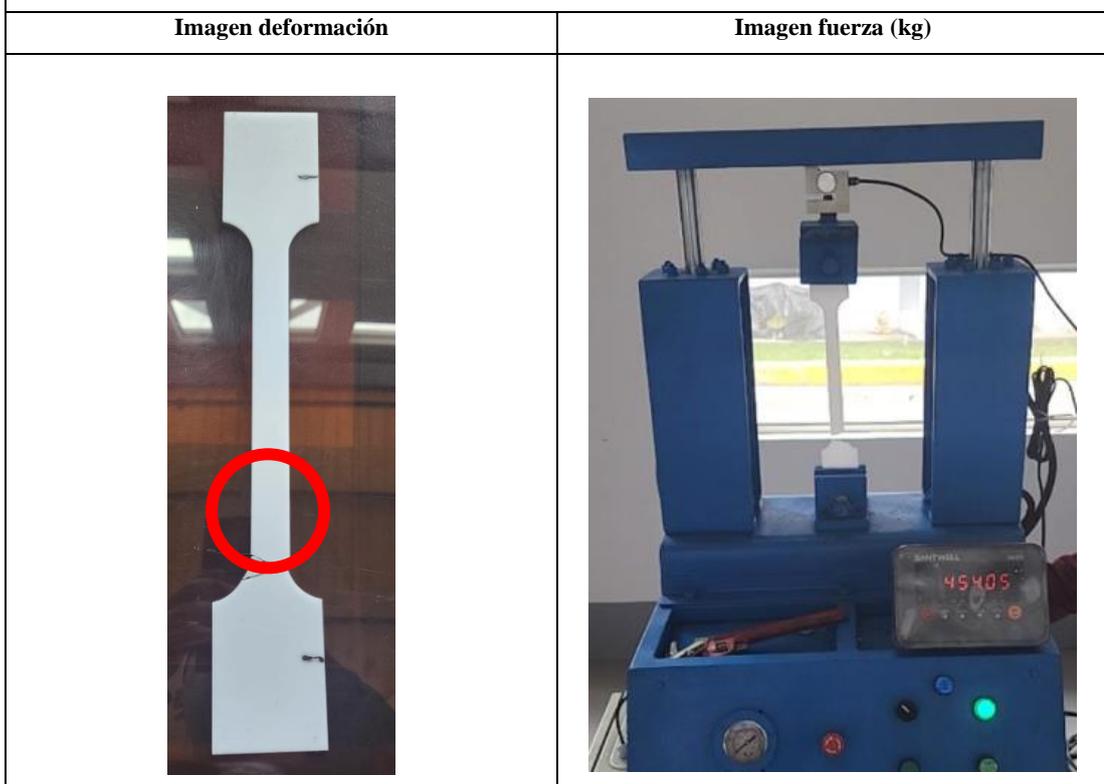
Obteniendo un S_{max}= 85.182 MPa, tabla 22. y un S_{max}=90.932 en la máquina concluimos que el margen de error de la máquina de un 6.75%.

Tabla 39. Obtención y análisis de resultados con muescas -Grupo 5.

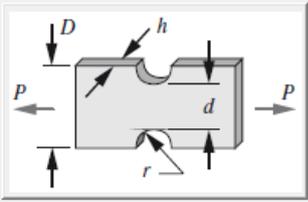
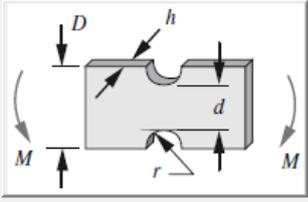
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE MECÁNICA				
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:			Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN					
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM		
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando				
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:			
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA		
II. DATOS DE LA MUESTRA					
N° de muestra:		Material:	Acrílico		
Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros:			
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81			N	
Inicial	0(0)			0(0)	

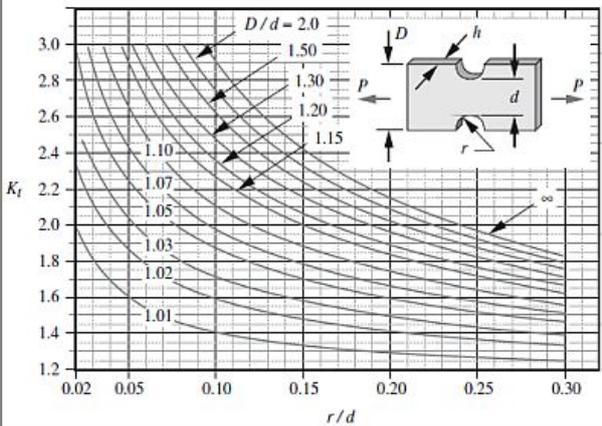
Final	$454.05 * 9.81 \frac{m}{s^2}$	4454.2305
--------------	-------------------------------	-----------

V. IMAGEN



Seleccionar Geometría

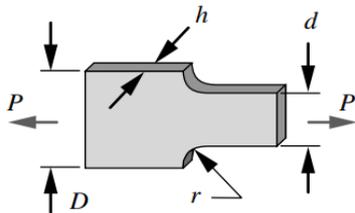





Datos Entrada		Resultados	
D= <input type="text" value="70"/> mm.	Unidades	<input checked="" type="radio"/> SI.	K_t = 1.8930941
d= <input type="text" value="18"/> mm.	<input checked="" type="radio"/> SI.	<input type="radio"/> Ingles.	S_{Nom.} = 51.769299; Mpa.
r= <input type="text" value="5"/> mm.	P= <input type="text" value="54,2305"/> N.		S_{Max.} = 98.004155; Mpa.
h= <input type="text" value="3"/> mm.		<input type="button" value="Close"/>	<input type="button" value="Calcular"/>

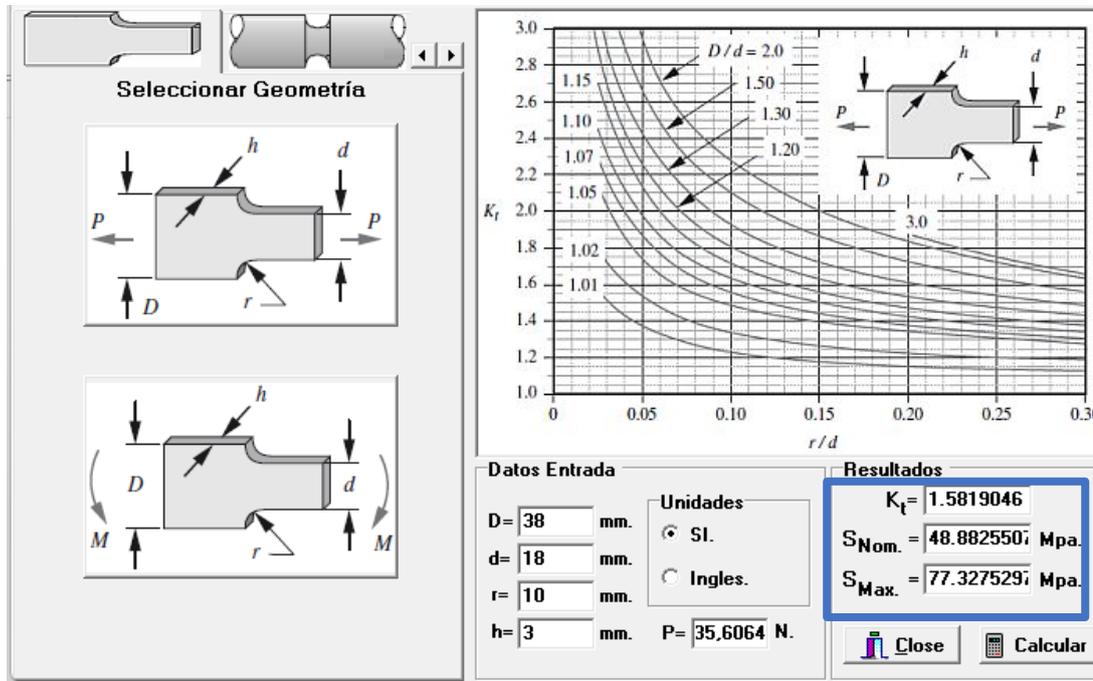
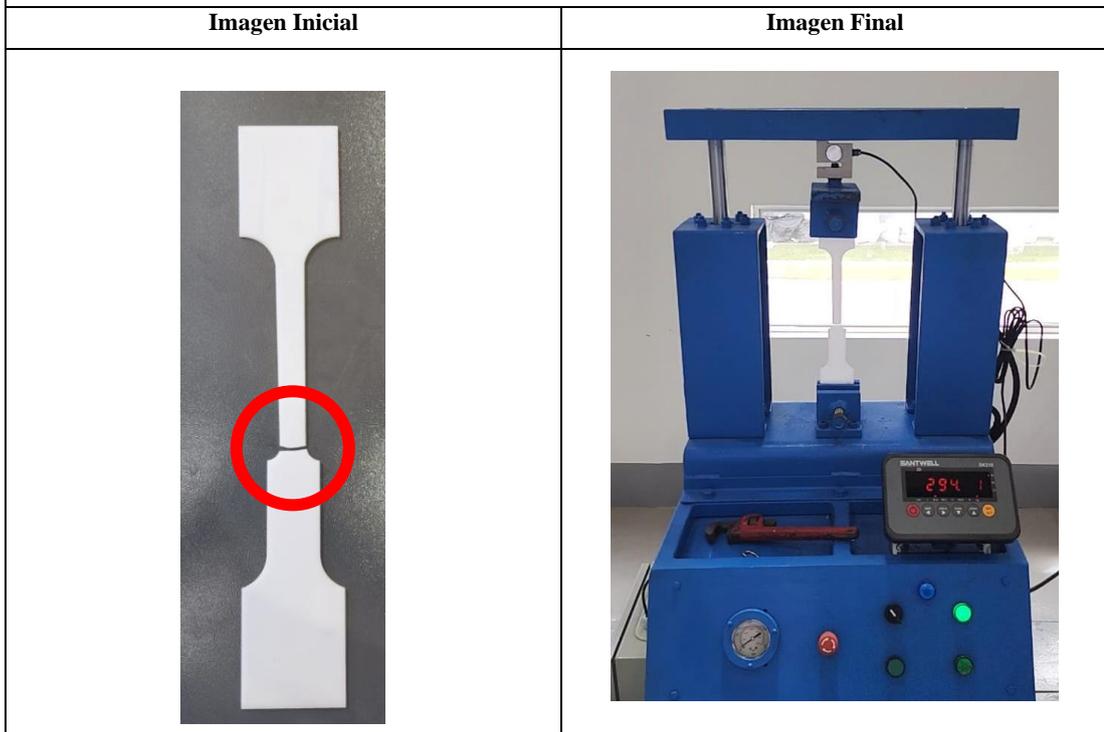
Obteniendo un $S_{max} = 98,05$ MPa, tabla 22. y un $S_{max} = 98,00$ MPa en la máquina concluimos que el margen de error de la máquina de un 0.05%.

Tabla 40. Obtención y análisis de resultados con filetes -Grupo 5.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE MECÁNICA				
CÓDIGO:	Versión:		Fecha:		Página 1 de 1
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN					
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM		
Nombre estudiantes:	Bastidas Bryan Gamboa Fernando				
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:			
Especificación del material:	Espesor: 3mm Resistencia a la tracción: 25.0 MPa.	Tipo de probeta:	PLANA		
II. DATOS DE LA MUESTRA					
N° de muestra:		Material:	Acrílico		
Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:	Tracción	Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:		X	Otros:		
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Carga (kg)*9.81			N	
Inicial	0(0)			0(0)	

Final	$294.11 * 9.81 \frac{m}{s^2}$	2885.219
--------------	-------------------------------	----------

V. IMAGEN



Obteniendo un $S_{max} = 77.981 \text{ MPa}$, tabla 22. y un $S_{max} = 77.327 \text{ MPa}$ en la máquina concluimos que el margen de error de la máquina de un 0.83%.

3.1.7 Análisis de Costos

El cálculo de los costos formó una parte principal de esta etapa, una vez identificado los materiales en fichas técnicas, permitió desarrollar un presupuesto de diseño en la que se investigaron varias proformas y nos acogimos a la más aceptable [29].

Tabla 41. Costos de Construcción.

RUBRO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD\$)	COSTO TOTAL (USD\$)
Material Estructural			
Tubos cuadrados 30x30x2 mm	3	30.00	90.00
Perfil L 50x30x2 mm	2	29.00	58.00
Perfil C 250x60x5 mm	1	15.00	15.00
Perfil I 140x50x10 mm	1	14.00	14.00
Placa de acero 10 mm Espesor	1	40.00	70.00
Laminas galvanizadas	1	45.00	45.00
Tornillería ½ pulg	47	0.50	23.50
Tuercas 1 pulg	2	0.50	1.00
Subtotal			316.50
Material Hidráulico			
Central hidráulica (Motor y tanque)	1	220.00	250.00
Bomba de desplazamiento variable 07/19 10ª3.65x176U	1	50.00	50.00

Electroválvula 4/3 vías configurables	1	220.00	220.00
Válvula antirretorno (desbloqueable)	2	80.00	80.00
Válvula limitadora de presión	2	45.00	90.00
Válvula reguladora de presión de 2 vías	2	50.00	100.00
Manómetro de glicerina 200 psi	1	25.00	25.00
Manguera de malla metálica ¼ EN853 1SN con neplos	6	16.00	96.00
Indicador de nivel	1	27.80	27.80
Cilindros Hidráulicos de 2” de camisa ext. x 1” de diam. de vástago	2	220.00	440.00
Subtotal			1378.80
Material eléctrico			
Celda de carga para 3 tn	1	230.00	230.00
Disyuntor 220 V-2 polos 16-32 amp	3	16.00	48.00
Contactador 220V 28 amp Schneider	1	50.00	50.00
Relé térmico 220V 3-4 Schneider	1	39.00	35.00

Pulsador (verde) normalmente abierto 220 V	2	2.00	4.00
Botonera On/Off trifásica 220V 30 amp	1	4.00	4.00
Botón de bloqueo de emergencia 220V	1	8.00	8.00
Luz piloto 220V	4	6.00	24.00
Caja de paso pesada con compuerta	1	50.00	50.00
Indicador SK210	1	90.50	90.50
Cable concéntrico trifásico 3x12	5	1.50	7.50
Subtotal			551.00
Mano de obra y gastos varios			
Mano de obra	1	300.00	300.00
Transporte	1	40.00	40.00
Subtotal			340.00
SUBTOTAL			2586.30
IMPREVISTOS (5%)			129.32
TOTAL			2715.62

CAPITULO IV

4.1 Conclusiones

1. Las revisiones bibliográficas y los parámetros de funcionamiento permitieron identificar los circuitos eléctricos, hidráulicos para establecer las limitantes de funcionamiento de la máquina, y proveer de un diseño que cumpla con los objetivos planteados.
2. Se ha logrado diseñar y construir una máquina didáctica que permite caracterizar los efectos de los cambios de geometría en probetas planas. Esta máquina cuenta con una capacidad máxima de 1 TON por cilindro y utiliza un sistema hidráulico con una presión máxima de 3000 psi. Se optó por este sistema debido a las ventajas que presenta en términos de mantenimiento, funcionamiento y operación por parte de los estudiantes.
3. Las pruebas de tensión realizadas en probetas planas utilizando la máquina diseñada han arrojado resultados favorables, cumpliendo con los requisitos y especificaciones establecidos. Además, se ha implementado un sistema controlado y un acoplamiento versátil que permite trabajar con diversas geometrías. Se han tomado las medidas de seguridad necesarias para garantizar la protección del usuario y evitar cualquier tipo de daño.
4. Los cambios en la geometría de una probeta ocasionados por los cambios en la sección como agujeros, filetes entre otros elevaron y concentraron los esfuerzos en la sección deseada. Los concentradores de tensión pueden surgir debido a diversas razones, como cambios bruscos de forma, discontinuidades geométricas, agujeros, ranuras o cambios en las propiedades del material. Estas irregularidades pueden generar gradientes de tensión concentrados en un área localizada, lo que provoca un aumento en el nivel de estrés y disminuye la capacidad de carga del componente.
5. Los procesos de validación tuvieron lugar a una falla máxima del 9%, siendo un porcentaje máximo y entrando en el rango teórico revisado del 10%, estos porcentajes de error se deben a la presencia del radio de filete ayuda a suavizar la transición y redistribuir gradualmente las tensiones, evitando así una concentración puntual de tensiones.

4.2 Recomendaciones

1. Mejorar los sistemas de seguridad de la máquina para proteger al operador y evitar accidentes. Esto podría incluir la instalación de sensores de seguridad, barreras protectoras para reducir los riesgos asociados con la carga y deformación de probeta.
2. Incorporar un control de temperatura dentro de la máquina, de ser posible simular situaciones del mundo real en las que las temperaturas pueden afectar el comportamiento mecánico del material.
3. Modificar las mordazas en el diseño de la máquina permitirá una mayor flexibilidad en la geometría de las probetas planas. Esto implican la adición de un mejor sistema de sujeción que sean ajustables o intercambiables que permiten cambiar la forma, el tamaño y la configuración geométrica de las probetas, y así aumentar las oportunidades de investigación y permitir la evaluación de una gama más amplia de cambios geométricos.
4. Llevar un registro detallado de cada etapa realizada, incluyendo los procedimientos y resultados, las observaciones y decisiones tomadas, permitirá una mejor redacción para realizar un análisis e impacto de las diversas variables.

REFERENCIAS

- [1] D. I. Mecanica, «Carrera Ingenieria Mecanica,» Escuela Politecnica Nacional, 2018. [En línea]. Available: civileducaciononline.uta.edu.ec/login/index.php. [Último acceso: 28 10 2022].
- [2] E. Nacional, «EPN,» Escuela Politécnica Nacional , 10 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.epn.edu.ec/la-inversion-asciende/>. [Último acceso: 26 2022].
- [3] C/ Argenters 2, «INSTRON,» Instron®, 09 10 2021. [En línea]. Available: <https://www.instron.com/es-es/our-company>. [Último acceso: 28 10 2022].
- [4] A. Alarcon, «MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS DESTRUCTIVOS.,» Universidad Tecnica del Norte, Ibarra, 2018.
- [5] D. Toscano, «ESTUDIO DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN EN EL ENSAYO,» Escuela Superior Politecnica del Litoral, Guayaquil, 2016.
- [6] D. Mora, «Máquina universal de ensayo,» Universidad Tecnica del Norte, Ibarra.
- [7] J. M. JUAN GALINDO, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO DE UNA MÁQUINA DE,» Universidad de Santo Tomas , Tijuana, 2021.
- [8] M. Torres, «Empleo del MEF para determinar las tensiones del,» Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Moa, 2010.
- [9] I. P. Mora, «EMPLEO DE TECNICAS NO DESTRUCTIVAS Y ENSAYOS DE TRACCIÓN EN LA,» Universidad de Talca , Talca, Chile, 2001.
- [10] G. M. V. Moreno, «Diseño y construcción de una máquina básica de ensayos destructivos de tracción y torsión,» Universidad de San Buenaventura, Bogotá, 2006.
- [11] G. Claros, «Diseño mecánico de una máquina universal de ensayos para polímeros,» Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2007.

- [12] H. O. Durngo, «Diseño, construcción y validación del prototipo de una máquina para ensayos de resistencia de materiales,» Ingeniería e Innovación, -, 2015.
- [13] F. F. Espinoza, Ensayos Mecánicos en Metales, Monterrey : Universidad Autónoma de Nuevo León, 1982.
- [14] J. E. Shhigley, Diseño en Ingeniería Mecánica, Ciudad de Mexico : MC Graw Hill, 2004.
- [15] Anónimo, «Infinitia,» Industrial Consulting Infinitia, 23 Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/ensayo-de-traccion-y-su-aplicacion-en-materiales/>. [Último acceso: 2 Enero 2022].
- [16] M. I. N. VILLAVICENCIO y D. F. N. ÁLVAREZ, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA REALIZAR EL ENSAYO DE TENSIÓN MECÁNICA,» ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO, Latacunga, 2008.
- [17] C. M. R. Talaigua y D. J. C. Bello, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENSAYOS DE FATIGA,» UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA, Montería, 2017.
- [18] S. d. E. Superior, «Boletín Anual,» SENESCYT, Quito, 2020.
- [19] B. U. Grados y E. Junior, «Diseño y construcción de una máquina de,» Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2022.
- [20] F. P. J. J. E. R. D. J. T. & M. D. F. Beer, Mecánica de materiales, McGraw-Hill Education, 2014.
- [21] J. & T. S. ere, Mechanics of Materials, Thomson Learning, 2004.
- [22] U. M. J, «Prototipo de una máquina de ensayo en compresión para el,» Universidad de Guadalajara campus Lagos de Moreno,, Guanajuato, Guanajuato, 2017.
- [23] I. M. G., «Análisis de fractura en ensayos de,» Centro e investigaciones en Optica, Guanajuato, 2017.

- [24] A. M. García Romero, «INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE LOS,» eman ta zabal zazu, Vasco, 2018.
- [25] Infinitia, «Industrial Consulting,» infinitiasearch, [En línea]. Available: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/clasificacion-propiedades-materiales/>. [Último acceso: 15 05 2023].
- [26] Z. Roell, «Ensayo de fatiga,» Roell, [En línea]. Available: <https://www.zwickroell.com/es/sectores/ensayo-de-materiales/ensayo-de-fatiga/>. [Último acceso: 15 05 2023].
- [27] Concepto, «Ley de Hoke,» Universidad de Buenos Aires., 15 07 2021. [En línea]. Available: <https://concepto.de/ley-de-hooke/>. [Último acceso: 05 02 2023].
- [28] Desde el murete, «Deformaciones elasticas y Plastticas,» Desde el murete, 21 04 2020. [En línea]. Available: <https://desdeelmurete.com/deformaciones-elasticas-y-plasticas-y-su-relacion-con-los-anclajes/>. [Último acceso: 05 02 2023].
- [29] J. Dominguez, «Fluencia,» El Maquinante, 18 02 2019. [En línea]. Available: <https://elmaquinante.blogspot.com/2019/02/fluencia.html>. [Último acceso: 05 02 2023].
- [30] W. D. Calister, «Material Propierties,» Retwisch, 2003. [En línea]. Available: <https://material-properties.org/es/que-es-la-fractura-del-material-mecanica-de-la-fractura-definicion/>. [Último acceso: 05 02 2023].
- [31] Desconocido, «Temas para la educacion,» Federacion de enseñanza, 15 07 2011. [En línea]. Available: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8567.pdf>. [Último acceso: 05 02 2023].
- [32] E. mundo, Artist, *El 'supermaterial' más tenaz y resistente*. [Art]. ORBYT, 2011.

- [33] ZwickRoell Academy, «Normas para Metales,» SesamM, 04 10 2021. [En línea]. Available: <https://www.zwickroell.com/es/sectores/metales/normas-para-metales/ensayo-de-traccion-en-metal-a-alta-temperatura-iso-6892-2/>. [Último acceso: 06 02 2023].
- [34] A. G. Rodriguez, «Fabricacion de probetas para ensayos,» TRIM COMPOSITES, 06 03 2019. [En línea]. Available: <http://www.trimcomposites.com/post/fabricaci%C3%B3n-de-probetas-para-ensayos-norma-astm>. [Último acceso: 06 02 2023].
- [35] M. T. Bua, «Definicion y analisis del problema,» Xunta de Galicia , 12 5 2001. [En línea]. Available: https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464945204/contido/1_fase_definicion_y_analisis_del_problema.html#:~:text=Definir%20un%20problema%20consiste%20especificar,pueden%20ser%20de%20varios%20tipos.&text=Las%20referidas%20a%20l. [Último acceso: 29 11 2022].
- [36] Matweb, «Matweb Material Property Data,» 08 10 2022. [En línea]. Available: <https://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=3cb08da2a0054447a3790015b7214d07&ckck=1>. [Último acceso: 06 12 2022].
- [37] I. S. C. Anda, GUÍA DE MÓDULO, Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, 2021.
- [38] Fluidtecnik, «Gestiona Web,» 05 08 2021. [En línea]. Available: <https://docs.gestionaweb.cat/1301/flu.pdf>. [Último acceso: 26 12 2022].
- [39] Matweb, «Material Property Data,» Tinyutl, 04 05 2011. [En línea]. Available: <https://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?MatGUID=afc003f4fb40465fa3df05129f0e88e6&ckck=1>. [Último acceso: 28 01 2023].
- [40] E. Salazar, «CAPACIDAD DE CARGA DE CILINDROS OLEOHIDRÁULICOS: Norma ISO/TS 13725,» Universidad Politécnica de Cataluña, Cataluña, 2005.
- [41] Boschrexthorh, *Hydraulic cylinder*, New York: rexroth a Bosch Company, 2022.

- [42] Desconocido, «Upcommons,» 5 10 2020. [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3324/55872-9.pdf?sequence=9&isAllowed=y>. [Último acceso: 07 12 2022].
- [43] M. Pompe, «pyphidraulica,» 30 08 2000. [En línea]. Available: <https://www.pyphidraulica.com.ar/catalogo/Bomba%20de%20engranajes%200.25%20-0.50.pdf>. [Último acceso: 07 12 2022].
- [44] A. U. Barreda, «Ingeniería Hidráulica y Ambiental,» 03 12 2012. [En línea]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382012000300007. [Último acceso: 07 12 2022].
- [45] Italmatic, «Sistema de alimentacion,» LNS, 2015. [En línea]. Available: <https://italmatic.es/>. [Último acceso: 07 12 2022].
- [46] Static2, «Motor electrico trifasico.,» Brochure, 04 10 2019. [En línea]. Available: <https://static2.weg.net/medias/downloadcenter/h1d/h3d/WEG-w50-motor-electrico-trifasico-50005368-brochure-spanish-web.pdf>. [Último acceso: 02 02 2023].
- [47] GENEBRE, «Válvula reductora de presión a pistón REDUX GE,» L'HOSPITALET, [En línea]. Available: https://pimgenebre2.indabasolutions.com/genebre/documents/fichas_tecnicas/3318.pdf. [Último acceso: 04 02 2023].
- [48] Infiltró, «Selección de filtros según aplicación,» Airguard, 12 08 2020. [En línea]. Available: <http://www.infiltró.es/index.php/seleccion-de-filtros-segun-aplicacion>. [Último acceso: 29 01 2023].
- [49] Parker, «Hydraulic Filter Division,» iprotect, Peru, 2021.
- [50] INTECH GmbH, «Cálculos y selección de tuberías. Diámetro óptimo de tubería,» INTEH, 2023. [En línea]. Available: https://intech-gmbh.es/pipelines_calc_and_select/#:~:text=El%20di%C3%A1metro%20%C3%B3ptimo%20de%20tuber%C3%ADa,capacidad%20de%20transporte%20del%20sistema.. [Último acceso: 29 02 2023].

- [51] N. t. Ecuatorial, « NTE INEN-ISO 12922,» 01 01 2014. [En línea]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_12922_extracto.pdf. [Último acceso: 03 05 2023].
- [52] D. SD, «Aceite hidráulico iso 68 rojo y ámbar, canecas, tanques, lubricantes tambores,» Hydraulic OIL, Amaguaña, 2011.
- [53] Werk Industrial, «Conexiones Hidraulicas Fundamentales.,» 09 04 2021. [En línea]. Available: <https://werkindustrial.com/2021/04/09/conexiones-hidraulicas-fundamentales-para-sus-sistemas-hidraulicos/#contact>. [Último acceso: 29 01 2023].
- [54] Contaval, «CeldasZ,» 20 06 2017. [En línea]. Available: <https://www.contaval.es/celulas-carga-teoria/>. [Último acceso: 12 04 2023].
- [55] DIPAC, «Productos de Acero,» Dep. de Ventas, 12 01 2022. [En línea]. Available: <https://dipacmanta.com/producto/tubos/tubo-estructural/tubo-estructural-cuadrado-negro/>. [Último acceso: 05 02 2023].
- [56] F. Gamboa, «Análisis estructurales SolidWorks». Ecuador 06 02 2023.
- [57] A. Engenharia, «Viga online,» Loja, 20 05 2020. [En línea]. Available: <https://www.aprenderengenharia.com.br/viga-online>. [Último acceso: 03 05 2023].
- [58] DIPAC, «Productos de Acero,» DipacTungurahua, 15 10 2022. [En línea]. Available: <https://dipacmanta.com/producto/tubos/tubo-estructural/tubo-estructural-cuadrado-negro/>. [Último acceso: 31 01 2023].
- [59] L. M. Jashimoto, «FUERZA MÁXIMA DE AGARRE CON MANO DOMINANTE Y NO DOMINANTE,» researchgate, 08 2017. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Fuerza-de-agarre-promedio-Fuente-Armstrong-2002_fig1_242234005. [Último acceso: 03 05 2023].

- [60] R. L. Araujo, «Tornillo-Tuerca,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.pinterest.com/pin/504332858252239810/>. [Último acceso: 03 05 2023].
- [61] P. Ringegni, Cálculo de uniones soldadas, Lima: Facultad de Ingeniería U.N.L.P., 2013.
- [62] American Welding Society, Código de soldadura estructural—Acero, New York: American Welding Society, 2015.
- [63] J. c. McCormac, Diseño de Estructuras de Acero, New Jersey: Alfaomega, 2013.
- [64] J. M. T. d. Pino, «Almacenamiento en estanterías y estructuras,» Ministerio del trabajo y asuntos sociales de España, [En línea]. Available: https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_298.pdf/5bd527bc-d34d-484d-861f-441d8876eba9?version=2.1&t=1683190568691#:~:text=El%20almacenamiento%20en%20estanter%C3%ADas%20y,de%20manutenci%C3%B3n%20manual%20o%20mec%C3%A1nica.. [Último acceso: 31 05 2023].
- [65] M. T. Bua, «El metodo de proyectos en tecnologia,» Xunta de Galicia, 30 04 2014. [En línea]. Available: https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464945204/contido/5_fase_construccin.html. [Último acceso: 29 11 2022].
- [66] P. P. P. A. HERRERA CAICEDO EDISON MARCELO, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO PARA REALIZAR ENSAYOS DE TENSIÓN BIAxIAL EN MATERIALES,» ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, Quito, 2018.
- [67] J. M. Gere y B. J. Goodno, Mecanica de Materiales, Septima Edicion ed., CENGACE Learning, p. 1017.
- [68] M. I. N. VILLAVICENCIO y D. F. N. ÁLVAREZ, «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA REALIZAR EL,» ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO SEDE LATACUNGA , Latacunga, 2017.

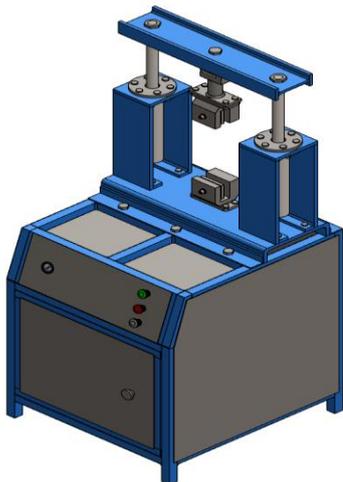
- [69] I. G. Noguera, «Ensayo de traccion,» Universidad Politecnica de Valencia , 21 Sep 2011. [En línea]. Available: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/fsanacac/2015/09/23/elongacion/#:~:text=L%C3%ADmite%20de%20proporcionalidad%3A%20valor%20de,de%20la%20cedencia%20o%20fluencia..> [Último acceso: 13 11 2022].
- [70] Anonimo, «INSTRON,» Illinois Tool Works , [En línea]. Available: <https://www.instron.com/es-ar/resources/glossary/e/elastic-limit#:~:text=El%20mayor%20esfuerzo%20que%20se,aproximadamente%20igual%20al%20l%C3%ADmite%20proporcional..> [Último acceso: 13 11 2022].
- [71] C. Vargas, «Punto de Fluencia,» Buenas Tareas, 14 Enero 2013. [En línea]. Available: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Punto-De-Fluencia/7009936.html>. [Último acceso: 13 Noviembre 2022].
- [72] Desconocido, «Esfuerzo Maximo,» Universidad Tecnologica de Durango , 01 01 2000. [En línea]. Available: <http://mecatronica4b.blogspot.com/2011/11/esfuerzo-maximo.html>. [Último acceso: 28 11 2022].
- [73] P. & C. C. R. Gallego Botero, «Diseño Mecánico De Una Máquina Universal de Ensayos para polimeros,» Pereira-Risaralda., Lima, 2007.
- [74] Ametek, «Test & calibration instrument,» 2006. [En línea]. Available: <https://pdf.directindustry.es/pdf/ametek-sensors-test-calibration-28936.html>. [Último acceso: 29 11 2022].
- [75] W. t. I. Manufacturing, «Máquina de ensayo de tracción manual,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.directindustry.es/prod/wenzhou-tripodinstrument-manufacturing-co-ltd-82633.html>.
- [76] S. T. Machines, «Máquina de ensayos de tracción hidráulica,» 20 10 2021. [En línea]. Available: www.servosis.com. [Último acceso: 29 11 2022].
- [77] O. & M. Martinez, «Diseño y Construcción de una Máquina para Realizar,» Venezuela, 2010.

- [78] Anonimo, «Educacion Tecnologica,» Universidad de la Punta, 08 10 2004. [En línea]. Available: http://contenidosdigitales.ulp.edu.ar/exe/educaciontecnologia/identificacin_de_necesidades.html. [Último acceso: 29 11 2022].
- [79] F. Arana, «Parábola de Pepito,» de *Método experimental para principiantes*, Mexico , Joaquín Mortiz, 1980, pp. 13-21.
- [80] Anonimo, «Cálculos de las Probetas,» Apandales, 25 08 2020. [En línea]. Available: <https://apandales4.files.wordpress.com/2014/02/ntc5951.pdf>. [Último acceso: 11 30 2022].
- [81] J. D. C. VALVERDE, «ISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE USANDO VENTOSA NEUMÁTICA, CONTROLADO CON PLC Y PANTALLA TÁCTIL PARA LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESPOCH,» ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO , Riobamba, 2014.
- [82] A. C. Sole, «Motor Geretor,» de *Neumatica e Hidraulica*, Madrid, Marcombo, 2007, p. 407.
- [83] M. control, «Cómo seleccionar la manguera hidráulica correcta para transmisión de potencia,» Madi Control, 06 03 2021. [En línea]. Available: <https://www.madicontrol.com/como-seleccionar-la-manguera-hidraulica-correcta-para-transmision-de-potencia/>. [Último acceso: 12 12 2022].
- [84] Eurolab, «Laboratour,» Laboratory Server, 04 2021. [En línea]. Available: <https://www.laboratuar.com/es/testler/malzeme-testleri/en-iso-527-2-plastiklerin-cekme-ozelliklerinin-belirlenmesi-kaliplama-ve-ekstruzyon-plastikleri-icin-test-kosullari/>. [Último acceso: 21 12 2022].
- [85] I. E. d. Normalizacion, «PLÁSTICOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE TENSIÓN,» NTE INEN 2043:2013, Quito-Ecuador, 2013.

- [86] C. d. Segrià, «Mettler Toledo S.A.E.», 21 10 2020. [En línea]. Available: https://www.mt.com/es/es/home/site_content/contact_us.QVVUT0NIRU0tUkE.html. [Último acceso: 25 01 2023].
- [87] ClasificacionDE, «Clasificación de,» <https://www.clasificacionde.org/clasificacion-de-los-polimeros/> 10 2019. [En línea]. [Último acceso: 25 01 2023].
- [88] MAXIPRESS TEC, «Maxima presión,» BIT BLOG, 25 10 2017. [En línea]. Available: <https://www.maxipresstec.com/manguera-ultra-alta-presion-high-pressure-hose-cuidados/#:~:text=%2D%20Muchas%20veces%20se%20utilizan%20mangueras,%C3%BAtil%20se%20ver%C3%A1%20reducida%20dr%C3%A1sticament>.. [Último acceso: 01 29 2023].
- [89] F. Gamboa, «Diagrama de Conexión». Ecuador Patente 000, 29 01 2023.
- [90] J. M. Aguilar, «Las deformaciones de las carrocerías,» Autobodyazine, 01 11 2017. [En línea]. Available: <https://www.autobodymagazine.com.mx/2017/11/01/deformaciones-carroceria/>. [Último acceso: 05 02 2023].
- [91] R. G. Soutullo, «Corrosion y tratamiento de las superficies,» IngenieroMarino, 30 11 2020. [En línea]. Available: <https://www.linkedin.com/in/robertogarc%C3%ADa-soutullo-417577a0/>. [Último acceso: 05 02 2023].
- [92] Anonimo, «Materiales,» Universidad Particular de valencia , 10 04 2021. [En línea]. Available: https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm11/pfcm11_3_3.html. [Último acceso: 05 02 2023].
- [93] Predictiva21, «Diagnostico de vibraciones,» Predictiva, 07 03 2020. [En línea]. Available: <https://predictiva21.com/diagnostico-de-vibraciones/>. [Último acceso: 05 02 2023].

ANEXOS

ANEXO 01 Manual de Funcionamiento

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Página	1 de 5
Sistema:	Sistema mecánico, hidráulico y eléctrico		
Función:	Máquina para elaborar ensayos de tensión que caractericen los efectos	Fecha:	26/04/2023
			
<p>Como primer punto antes de poner en funcionamiento la máquina se debe tomar en cuenta las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurarse que no haya objetos en las mordazas que impidan el funcionamiento correcto. • Asegurarse que todos los interruptores estén apagados antes de ser conectado a la energía eléctrica. • Asegurarse que el sistema de automatización este correctamente conectado. • Asegurarse de que no existan fugas de fluido hidráulico en los pistones. • Comprobar que el nivel de fluido hidráulico sea el correcto. 			

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Página	2 de 5
Sistema:	Sistema mecánico, hidráulico y eléctrico		
Función:	Máquina para elaborar ensayos de tensión que caractericen los efectos	Fecha:	26/04/2023



Al finalizar con las comprobaciones se puede accionar la máquina para realizar los ensayos de tensión.

1. Conectar la máquina de ensayos de tensión a corriente 220V.
2. Accionar el botón de encendido en el lado posterior de la máquina.



3. Comprobar que, al accionar el botón de encendido, la luz piloto también se active.



	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Página	3 de 5
Sistema:	Sistema mecánico, hidráulico y eléctrico		
Función:	Máquina para elaborar ensayos de tensión que caractericen los efectos	Fecha:	26/04/2023

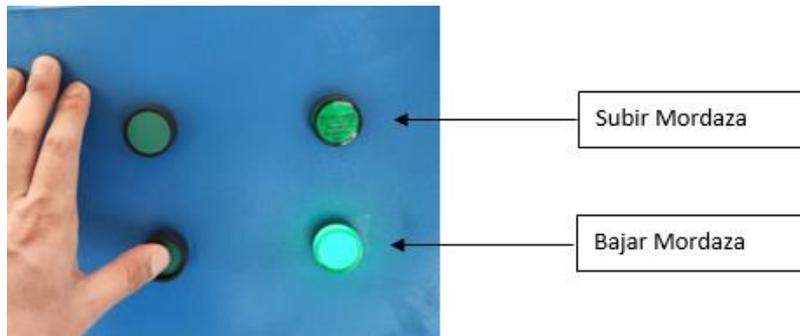
4. Accionar la pantalla SANTWELL para la medición de la fuerza en los ensayos.



5. Tener listas las probetas a ensayar en acrílico



6. Ajustar las mordazas a la altura adecuada según la longitud de las probetas a ensayar

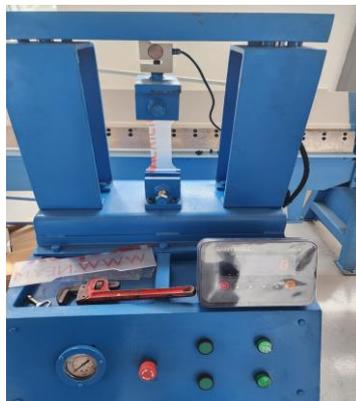


	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Página	4 de 5
Sistema:	Sistema mecánico, hidráulico y eléctrico		
Función:	Máquina para elaborar ensayos de tensión que caractericen los efectos	Fecha:	26/04/2023

7. Proceder a ajustar las probetas en las mordazas de la máquina de forma adecuada para un correcto ensayo.



8. Se procede a accionar el sistema hidráulico para realizar el ensayo de tensión.

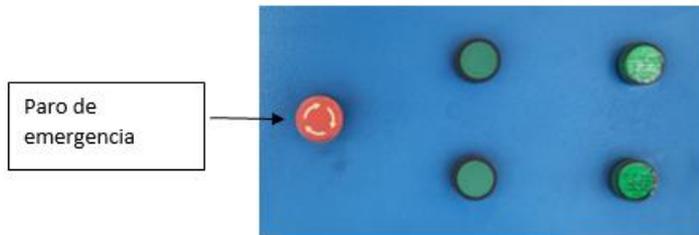


9. Finalmente se obtiene la fuerza y la probeta rota según se deseaba en el ensayo.



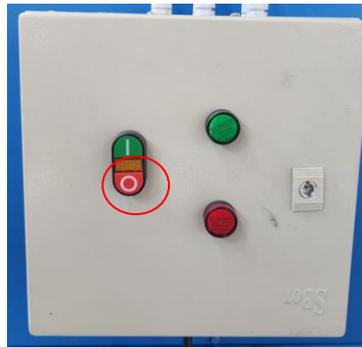
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Página	5 de 5
Sistema:	Sistema mecánico, hidráulico y eléctrico		
Función:	Máquina para elaborar ensayos de tensión que caractericen los efectos	Fecha:	26/04/2023

10. De existir algún tipo de fallo en el equipo o por razones de seguridad se tiene el botón de paro de emergencia.



11. Al terminar los ensayos bajar los pistones hasta el punto mínimo para evitar fugas de fluidos hidráulicos.

12. Apagar con el pulsador rojo en el lado lateral de la máquina.



13. Finalmente desconectar el enchufe de 220V

Anexo 02. Instrucciones de seguridad

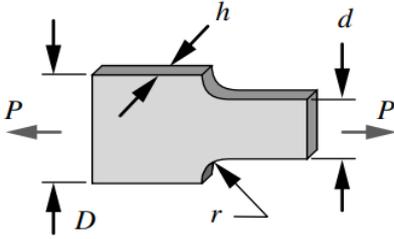
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Página	1 de 1
Sistema:	Sistema mecánico, hidráulico y eléctrico		
Función:	Máquina para elaborar ensayos de tensión que caractericen los efectos	Fecha:	26/04/2023
<p>Con la máquina de ensayos de tensión es probable que puedan ocurrir accidentes al momento de la utilización de la máquina por lo que es de vital importancia considerar las siguientes medidas de seguridad.</p>			
<ul style="list-style-type: none"> • Al utilizar la máquina es necesario el uso de guantes, gafas y mandil para protección corporal. • No sobrepasar las 2 toneladas con los materiales que vayan a ser ensayados. • Se debe evitar a toda costa colocar los dedos o las manos dentro de los sistemas hidráulicos ya que puede provocar graves lesiones, así como también colocar las manos dentro de las mordazas al momento de realizar el ensayo. • El material recomendado para las probetas que serán ensayadas es el acrílico con una longitud máxima de 35 cm. • Cuando la máquina este realizando el ensayo se debe mantere al menos a un metro a la redonda ya que al romperse la probeta pueden salir expulsado pequeños fragmentos de esta. • Se debe realizar un ajuste preciso en las mordazas ya que puede haber el peligro de que la probeta salga expulsada de la máquina. • Cuando la máquina este realizando el ensayo, se debe mantener cualquier parte del cuerpo alejada del sistema mecánico e hidráulico a excepción del operario que va a ser el que controle únicamente la botonera de forma adecuada y con el equipo necesario. • De existir algún tipo de fallo o problema con la integridad del operario se debe activar inmediatamente el botón de PARO DE EMERGENCIA, con lo que la máquina parara su funcionamiento en su totalidad. 			

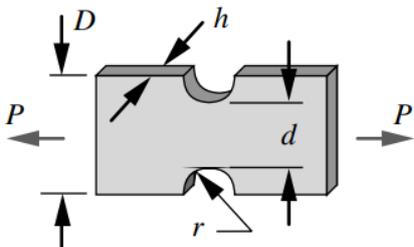
Anexo 03. Manual de mantenimiento para máquina de ensayos de tensión en probetas planas

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
		CARRERA DE MECÁNICA		
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Fuerza Max:	2 Tn	
Sistema:	Sistema mecánico, hidráulico y eléctrico			
Función:	Máquina para elaborar ensayos de tensión que caractericen los efectos	Fecha:	26/04/2023	
Actividades	Regularidad	Duración	Recomendaciones	
Comprobar el funcionamiento de los cilindros hidráulicos.	Mensual	5 minutos	Visualizar que ambos cilindros hidráulicos suban al mismo nivel.	
Cambiar las mangueras del sistema hidráulico.	Cada 4 años	45 minutos	Desmontar las mangueras antiguas y montar de forma adecuada las nuevas mangueras con las especificaciones adecuadas.	
Comprobar el color, olor y espesor del fluido hidráulico.	Semestralmente	30 minutos	Desmantelar el tanque hidráulico para poder saber el estado del fluido hidráulico.	
Comprobar el ajuste correcto de las bridas y pistones.	Mensual	10 minutos	Utilizar las herramientas correctas para ajustar en caso de ser necesarias.	
Limpieza de residuos en las mordazas.	Diario	5 minutos	Limpiar las mordazas ya que muchas veces quedan residuos de las probetas ensayadas.	
Limpieza y adecuamiento del sistema eléctrico.	Semanal	10 minutos	Limpiar del sistema eléctrico ya que puede haber impurezas que impiden su correcto funcionamiento.	

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
	CARRERA DE MECÁNICA		
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Fuerza Max:	2 Tn
Sistema:	Sistema mecánico, hidráulico y eléctrico		
Función:	Máquina para elaborar ensayos de tensión que caractericen los efectos	Fecha:	26/04/2023
Actividades	Regularidad	Duración	Recomendaciones
Revisión del correcto funcionamiento de las luces piloto.	Semestralmente	5 minutos	Revisar las instalaciones de las luces ya que son los principales indicadores del funcionamiento de la máquina.
Limpieza general de la máquina de ensayos.	Semanalmente	10 minutos	Realizar una limpieza general de la máquina con un trapo de microfibra.
Revisar que no existan fugas entre el vástago y el cilindro.	Mensualmente	5 minutos	Limpiar el vástago con un trapo blanco para ver si existen fugas, y de ser así, realizar los arreglos correspondientes.
Revisar que no existan fugas en el tanque hidráulico y función de la electroválvula	Anualmente	1 hora	Desmantelar el tanque hidráulico para revisar los empaques y la electroválvula, así como los demás componentes que conforman a este.
Revisar el correcto funcionamiento del manómetro.	Anualmente	5 minutos	Revisar el manómetro al momento de realizar los ensayos de tensión para corroborar el funcionamiento adecuado.
Lubricación general para un correcto funcionamiento	Mensualmente	20 minutos	Lubricar la máquina es importante para evitar oxidaciones y malos funcionamientos en la misma.

Anexo 04. Formato para ensayos de tensión.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA				
	CARRERA DE MECÁNICA				
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1		
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN					
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM		
Nombre estudiantes:					
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:			
Especificación del material:		Tipo de probeta:	Plana		
II. DATOS DE LA MUESTRA					
N° de muestra:		Material:	Acrílico		
Detalle referencial:					
III. PARÁMETROS DE ENSAYO					
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:		Temperatura:	25°C
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.					
Calibrador:	X	Otros:			
III. RESULTADOS DE ENSAYO					
Lectura	Presión Manométrica	Carga (kg)*9.81	Longitud (mm)	Longitud (mm)	
Inicial	0(0)	0(0)			
Punto 1					
Punto 2					
Final					
V. IMAGEN					
Imagen Inicial			Imagen Final		

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
	CARRERA DE MECÁNICA			
CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1	
I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN				
Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM	
Nombre estudiantes:				
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:		
Especificación del material:		Tipo de probeta:	PLANA	
II. DATOS DE LA MUESTRA				
N° de muestra:		Material:	Acrílico	
Detalle referencial:				
III. PARÁMETROS DE ENSAYO				
Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:		
		Temperatura:	25°C	
III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.				
Calibrador:	X	Otros:		
III. RESULTADOS DE ENSAYO				
Lectura	Presión Manométrica	Carga (kg)*9.81	Longitud (mm)	Longitud (mm)
Inicial	0(0)	0(0)		
Punto 1				
Punto 2				
Final				
V. IMAGEN				
Imagen Inicial			Imagen Final	

--	--

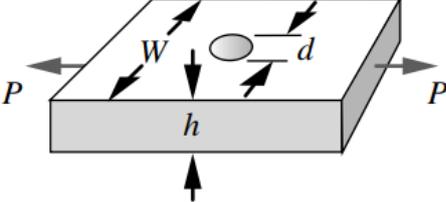
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
	CARRERA DE MECÁNICA	

CÓDIGO:	Versión:	Fecha:	Página 1 de 1
----------------	-----------------	---------------	----------------------

I. REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Máquina:	Máquina para ensayos de tensión	Centro de Estudio y Análisis.	Laboratorio de Ensayo de Materiales – FICM
Nombre estudiantes:			
Método:	Deformación Controlada	Supervisado por:	
Especificación del material:		Tipo de probeta:	PLANA

II. DATOS DE LA MUESTRA

N° de muestra:		Material:	Acrílico
Detalle referencial:			

III. PARÁMETROS DE ENSAYO

Norma Utilizada:	Ninguna	Tiempo de ensayo:		Temperatura:	25°C
-------------------------	---------	--------------------------	--	---------------------	------

III. INSTRUMENTOS A UTILIZAR.

Calibrador:	X	Otros:	
--------------------	---	---------------	--

III. RESULTADOS DE ENSAYO

Lectura	Presión Manométrica	Carga (kg)*9.81	Longitud (mm)	Longitud (mm)
Inicial	0(0)	0(0)		
Punto 1				
Punto 2				
Final				

V. IMAGEN

Imagen Inicial	Imagen Final

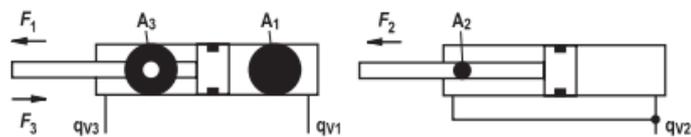
--	--

Technical data

(For applications outside these values, please consult us!)

Areas, forces, flow (for operating pressure up to 210 bar)

Piston ØAL in mm	Piston rod ØMM in mm		Area ratio φ A1/A3	Areas			Force ¹⁾						Flow at 0.1 m/s ²⁾			max. available stroke length in mm ⁴⁾
	160 bar	210 bar		Piston A ₁ in cm ²	Rod A ₂ in cm ²	Ring A ₃ in cm ²	Pressure F ₁ kN		Diff. F ₂ kN		Pulling F ₃ kN		OFF q _{v1} l/min	Diff. q _{v2} l/min	ON q _{v3} l/min	
							160 bar	210 bar	160 bar	210 bar	160 bar	210 bar				
25	12	-	1.3	4.9	1.1	3.8	7.9	-	1.8	-	6.1	-	2.9	0.7	2.3	600
	18	18	2.1		2.5	2.4		10.3	4.1	5.3	3.8	5.0		1.5	1.4	
32	14	-	1.3	8.0	1.5	6.5	12.9	-	2.5	-	40.4	-	4.8	0.9	3.9	800
	22	22	1.9		3.8	4.2		16.9	6.1	8.0	6.8	8.9		2.3	2.5	
40	18	-	1.3	12.6	2.5	10.0	20.1	-	4.1	-	16.0	-	7.5	1.5	6.0	1000
	22	22	1.4		3.8	8.8		26.4	6.1	8.0	14.0	18.4		2.3	5.3	
	28	28	2.0		6.2	6.4		26.4	9.9	12.9	10.2	13.4		3.7	3.8	
50	22	-	1.3	19.6	3.8	15.8	31.4	-	6.1	-	25.3	-	11.8	2.3	9.5	1200
	28	28	1.5		6.2	13.5		41.2	9.9	12.9	21.6	28.3		3.7	8.1	
	36	36	2.1		10.2	9.5		41.2	16.3	21.4	15.1	19.9		6.1	5.7	
63	28	-	1.3	31.2	6.2	25.0	49.9	-	9.9	12.9	40.0	-	18.7	3.7	15.0	1400
	36	36	1.5		10.2	21.0		65.5	16.3	21.4	33.6	44.1		6.1	12.6	
	45	45	2.1		15.9	15.3		65.5	25.4	33.4	24.4	32.1		9.5	9.2	
80	36	-	1.3	50.3	10.2	40.1	80.4	-	16.3	21.4	64.1	-	30.2	6.1	24.0	1700
	45	45	1.5		15.9	34.4		105.6	25.4	33.4	55.0	72.2		9.5	20.6	
	56	56	2.0		24.6	25.6		105.6	39.4	51.7	41.0	53.8		14.8	15.4	
100	45	-	1.3	78.5	15.9	62.6	125.7	-	25.4	33.4	100.2	-	47.1	9.5	37.6	2000
	56	56	1.5		24.6	53.9		164.9	39.4	51.7	86.3	113.2		14.8	32.3	
	70	70	2.0		38.5	40.1		164.9	61.6	80.8	64.1	84.1		23.1	24.0	
125	56	-	1.3	122.7	24.6	98.1	196.4	-	39.4	51.7	156.9	-	73.6	14.8	58.9	2300
	70	70 ³⁾	1.5		38.5	84.2		³⁾	61.6	80.8	134.8	³⁾		23.1	50.5	
	90	90 ³⁾	2.1		63.6	59.1		³⁾	101.8	133.6	94.6	³⁾		38.2	35.5	
160	70	-	1.3	201.1	38.5	162.6	321.7	-	61.6	80.8	260.1	-	120.6	23.1	97.5	2600
	90	90	1.5		63.6	137.4		422.2	101.8	133.6	219.9	288.6		38.2	82.5	
	110	110 ³⁾	1.9		95.0	106.0		³⁾	152.1	199.6	169.7	³⁾		57.0	63.6	
200	90	-	1.3	314.2	63.6	250.5	502.7	-	101.8	133.6	400.9	-	188.5	38.2	150.3	3000
	110	110	1.4		95.0	219.1		659.7	152.1	199.6	350.6	460.2		57.0	131.5	
	140	140 ³⁾	2.0		153.9	160.2		³⁾	246.3	323.3	256.4	³⁾		92.4	96.1	



¹⁾ Theoretical static cylinder force
(without consideration of the efficiency and admissible load for attachment parts such as swivel heads, plates, or valves, etc.)

²⁾ Stroke velocity

³⁾ On request

⁴⁾ Larger stroke lengths upon request

0.25 - 0.5



Roscas M10x1 profundidad útil 9 mm.
Roscas G1/4 profundidad útil 9 mm.

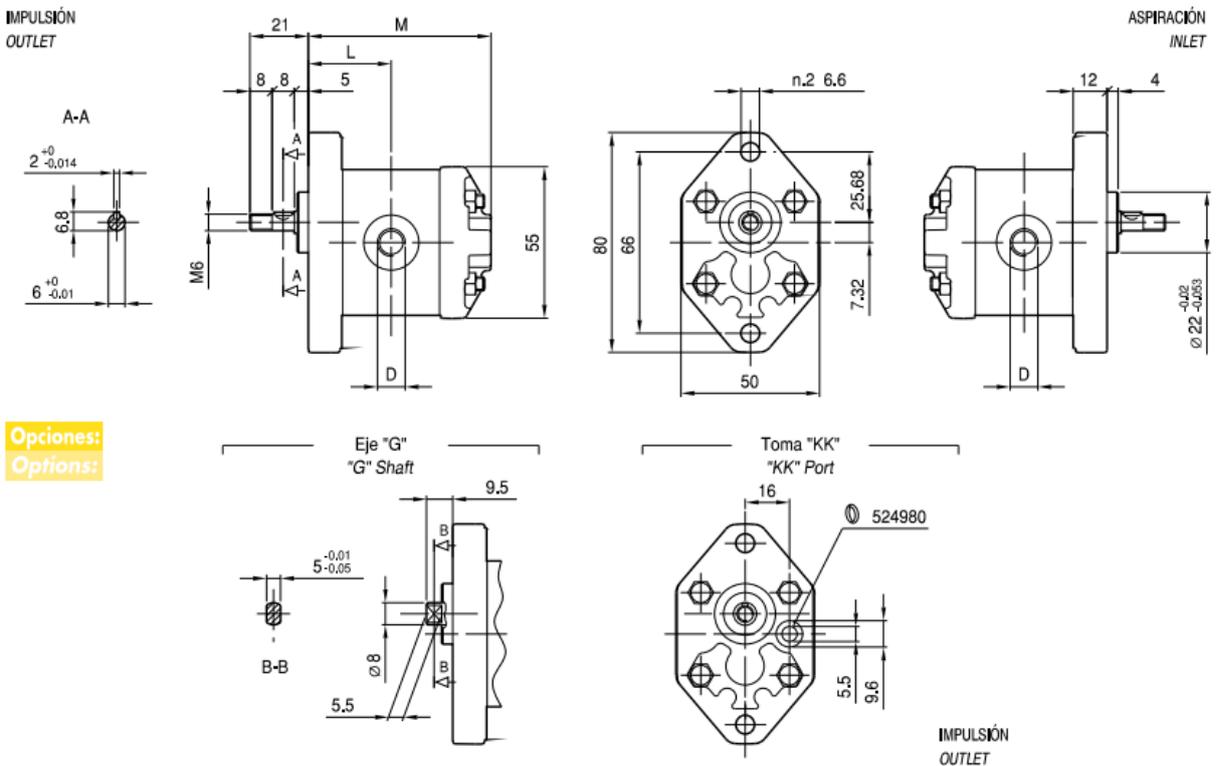
M10x1 threads depth 9 mm.
G1/4 threads depth 9 mm.

OPCIONES

"KK": incluye también las tomas de aspiración e impulsión D en el cuerpo, como en la correspondiente versión standard.

OPTIONS

"KK": also D inlet and outlet ports are present on the body, as well as on the correspondent standard version.



Opciones:
Options:

TIPO TYPE	CILINDRADA DISPLACEMENT	CAUDAL a 1500 giros/min FLOW at 1500 rev/min	PRESIÓN MÁXIMA MAX PRESSURE			VELOCIDAD MÁXIMA MAX SPEED	DIMENSIONES DIMENSIONS		
			P ₁	P ₂	P ₃		M	L	D
	cm ³ /giro [cm ³ /rev]	litros / min [litres/min]	bar	bar	bar	giros / min [rpm]	mm	mm	-
0.25 D 18	0,19	0,29	190	210	230	7000	54	24	M10x1
0.25 D 24	0,26	0,38	190	210	230	7000	55	24,5	M10x1
0.25 D 30	0,32	0,48	190	210	230	7000	56	25	M10x1
0.25 D 36	0,38	0,58	190	210	230	7000	57	25,5	M10x1
0.25 D 48	0,51	0,77	190	210	230	7000	59	26,5	M10x1
0.25 D 60	0,64	0,96	190	210	230	7000	61	27,5	M10x1
0.5 D 0,50	0,50	0,75	190	210	230	7000	63	28,5	G1/4
0.5 D 0,75	0,63	0,94	190	210	230	7000	64	29	G1/4
0.5 D 1,00	0,88	1,31	190	210	230	7000	66	30	G1/4
0.5 D 1,30	1,00	1,50	190	210	230	6000	67	30,5	G1/4
0.5 D 1,60	1,25	1,88	190	210	230	5000	69	31,5	G1/4

Anexo 06. Catálogo motor hidráulico.

HOJA DE DATOS							
Motor Trifásico de Inducción - Rotor de Jaula							
Cliente :							
Línea del producto : Multimontaje 00047 IE2 Trifásico				Código del producto :		15361828	
Carcasa : 71 Potencia : 0.37 kW (0.5 HP) Polos : 4 Frecuencia : 60 Hz Tensión nominal : 220/440 V Corriente nominal : 1.87/0.935 A Corriente de arranque : 8.60/4.30 A Ip/In : 4.6 Corriente en vacío : 1.35/0.675 A Rotación nominal : 1690 rpm Resbalamiento : 6.11 % Torque nominal : 1.54 ft.lb Torque de arranque : 240 % Torque máximo : 250 % Clase de aislamiento : F Factor de servicio : 1.15 Momento de inercia (J) : 0.0157 sq.ft.lb Categoría : N				Tiempo de rotor bloqueado : 63s (frío) 35s (caliente) Elevación de temperatura : 80 K Régimen de servicio : S1 Temperatura ambiente : -20°C hasta +40°C Altitud : 1000 m Grado de protección : IP55 Método de refrigeración : IC411 - TEFC Forma constructiva : B34T Sentido de giro ¹ : Ambos Nivel de ruido ² : 47.0 dB(A) Método de Arranque : Partida directa Masa aproximada ³ : 16.8 lb			
Potencia 50% 75% 100% Rendimiento (%) 68.0 71.0 72.0 Cos Φ 0.50 0.63 0.72				Fuerzas en la fundación Tracción máxima : 33 lb Compresión máxima : 50 lb			
Pérdidas en puntos de funcionamiento estándar (velocidad; par), en porcentaje de la potencia nominal							
P1 (0,9;1,0)	P2 (0,5;1,0)	P3 (0,25;1,0)	P4 (0,9;0,5)	P5 (0,5;0,5)	P6 (0,5;0,25)	P7 (0,25;0,25)	
45.1	38.8	41.1	28.7	20.3	17.2	12.2	
Tipo de cojinete :		<u>Delantero</u>		<u>Trasero</u>			
Sello :		6203 ZZ		6202 ZZ			
Intervalo de lubricación :		V'Ring		V'Ring			
Cantidad de lubricante :		-		-			
Tipo de lubricante :		Mobil Polyrex EM					
Notas							
Esta revisión reemplaza y cancela la anterior, la cual deberá ser eliminada. (1) Mirando la punta delantera del eje del motor. (2) Medido a 1m y con tolerancia de +3dB(A). (3) Masa aproximada sujetos a cambios después del proceso de fabricación. (4) Al 100% de la carga completa.				Los valores indicados son valores promedio con base en ensayos y para alimentación en red senoidal, sujetos a las tolerancias de la norma IEC 60034-1.			
Rev.	Resumen de los cambios			Ejecutado	Verificado	Fecha	
Ejecutor							
Verificador						Página	Revisión
Fecha	21/06/2023					1 / 1	

HYDROMECHANICA



del Ecuador S.A.

VBCD SE

VÁLVULA DE CONTRABALANCE SIMPLE



CARACTERÍSTICAS

- Cuerpo: acero galvanizado
- Partes internas: acero templado y ajustado
- Sellos: BUNA N estandar
- Tipo cabezal: fuga menor

USO Y OPERACIÓN:

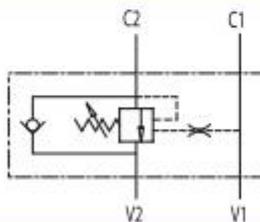
Las válvulas se usan para controlar los movimientos del actuador y bloquear en una dirección para la realización de las siguientes funciones:

Descenso controlado de la carga que no lleva su propio peso como la válvula no permite ningún cavitaciones del actuador;
Limitación de la presión máxima en caso de impactos debidos a cargas, sobrecargas o maniobras repentinas (control de carga con distribuidor de centro abierto)

APLICACIÓN:

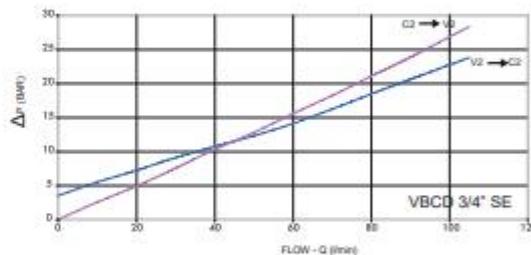
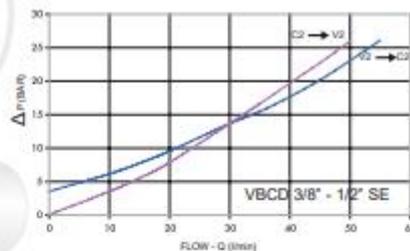
Conecta V1 y V2 al flujo de presión, C1 al lado libre de flujo del actuador y C2 al lado del actuador donde quiere bloquear el flujo. Montaje en línea.

SÍMBOLO



CURVAS DE CAIDA DE PRESIÓN

Temperatura de aceite: 50°C Viscosidad: 30 cSt



MATRIZ:
Dirección: Clemente Ballén 1707 y Av. del Ejército.
Telef: 2323939 - 2531923 - 2522228
0999586009
ventas2@hydromecanica.com

QUITO:
Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-103 y Manuel de Lizarzaburu
Telef: (02)2409322 - (02)2411921 0983729761
ventas_quito@hydromecanica.com

SUCURSAL NORTE:
Dirección: Km.3 Av. Juan Tanga Marengo, Frente a Caterpillar, a lado de las antenas de TV Cable.
Telef: 2381994 - 2315850 0997689047
hydecua_gye@hydromecanica.com

Serie EPF iprotect®

Filtro de alta presión ecológico

ESTADO TOTAL DEL SISTEMA CON
PREVENCIÓN



Características del producto

La serie EPF es un filtro de aceite hidráulico integrado, extremadamente compacto y respetuoso con el medio ambiente que presenta un núcleo de elemento reutilizable. Su capacidad de flujo máxima es de unos 700 l/min (185 GPM) Y su presión de funcionamiento máxima permitida es de 450 bares (6.500 psi).

- Diseñado con la tecnología de filtración patentada iprotect®.
- Permite obtener soluciones compactas, ya que el elemento de filtro permanece en la cuba durante el servicio.
- Reducción típica del 50 % en los residuos gracias al núcleo del elemento reutilizable.
- No hay posibilidad de error en la instalación gracias a su diseño "inteligente".
- Fácil de integrar en soluciones de colectores hidráulicos.

Especificaciones técnicas

Presión de funcionamiento máxima:

Máx. 450 bares

Material de la junta

Nitrilo

Rango de temperatura de funcionamiento

De -40 a +100 °C

Configuración de derivación:

Presión de apertura de 7 bares

Alojamiento del filtro:

Cabezal de hierro fundido (GSI)

Cuba de acero.

Otras opciones están disponibles bajo solicitud.

Elementos y repuestos

Repuestos			Repuestos		
Modelo	Mediático	Número de pieza	Modelo	Mediático	Número de pieza
EPF 1 Longitud 1	02QI	944418Q	EPF 3 Longitud 1	02QI	944434Q
	05QI	944419Q		05QI	944435Q
	10QI	944420Q		10QI	944436Q
	20QI	944421Q		20QI	944437Q
EPF 2 Longitud 1	02QI	944426Q	EPF 3 Longitud 2	02QI	944438Q
	05QI	944427Q		05QI	944439Q
	10QI	944428Q		10QI	944440Q
	20QI	944429Q		20QI	944441Q
EPF 2 Longitud 2	02QI	944430Q	EPF 4 Longitud 1	02QI	944442Q
	05QI	944431Q		05QI	944443Q
	10QI	944432Q		10QI	944444Q
	20QI	944433Q		20QI	944445Q
EPF 4 Longitud 2	02QI	944446Q	EPF 4 Longitud 2	02QI	944446Q
	05QI	944447Q		05QI	944447Q
	10QI	944448Q		10QI	944448Q
	20QI	944449Q		20QI	944449Q
EPF 5 Longitud 1	02QI	944450Q	EPF 5 Longitud 1	02QI	944450Q
	05QI	944451Q		05QI	944451Q
	10QI	944452Q		10QI	944452Q
				20QI	944453Q

Información para cursar pedidos

Número de pieza	Caudal l/min	Valor de filtración (micras)	Conexión	Puerto indicador
EPF1110QIBPMG081	40	10	G½	Conectado
EPF2110QIBPMG121	100	10	G¾	Conectado
EPF2210QIBPMG121	140	10	G¾	Conectado
EPF3110QIBPMG161	220	10	G1	Conectado
EPF3210QIBPMG161	250	10	G1	Conectado
EPF4110QIBPMG201	430	10	G1 ¼	Conectado
EPF4210QIBPMG201	450	10	G1 ¼	Conectado
EPF5110QIBPMG241	500	10	G1 ½	Conectado

Indicadores de repuesto	
Modelo	Configuración de 5 bares; N/P
M3 - Indicador de presión diferencial visual	FMUM3MVMS08
T1 - Interruptor de presión diferencial eléctrico	FMUT1MVMS08

RIE

EN 853 1ST

EXCEDE SAE 100R1A

Manguera una malla metálica

Descripción: Manguera hidráulica de una malla metálica media presión.

Tubo interior: Negro, goma sintética resistente al aceite.

Recubrimiento: Negro, goma sintética resistente al aceite, agua, ozono.

Refuerzo: 1 malla acero.

Temperatura: -40°C a +100°C intermitente hasta 125°C para fluidos basados en petróleo.

-40°C a +70°C para fluidos basados en agua.

Aplicaciones: Sistemas hidráulicos con fluidos basados en petróleo o agua/glycol y para aceites y lubricantes.

Terminal: PF-xxxx

Casquillo: P-10xx



Diámetro interior (in) (mm)		Diámetro sobre malla (in) (mm)		Diámetro exterior (in) (mm)		Máxima presión trabajo (psi) (bar)		Mínima presión rotura (psi) (bar)		Radio curvatura (in) (mm)		Peso (kg/mtr)
1/4	6,3	0,437	11,1	0,629	15,9	3260	225	13050	900	4,0	100	0,29
5/16	8,0	0,500	12,7	0,689	17,5	3115	215	12325	850	4,5	115	0,34
3/8	9,5	0,594	15,1	0,780	19,8	2610	180	10440	720	5,0	130	0,43
1/2	12,7	0,720	18,3	0,906	23,0	2320	160	9280	640	7,0	180	0,54
5/8	15,9	0,843	21,4	1,031	26,2	1885	130	7540	520	8,0	200	0,63
3/4	19,0	1,000	25,4	1,189	30,2	1520	105	6090	420	9,5	240	0,80
1	25,4	1,311	33,3	1,500	38,1	1275	88	5075	350	12,0	300	1,15
1 1/4	31,8	1,594	40,5	1,811	46,0	910	63	3625	250	16,5	420	1,50
1 1/2	38,1	1,843	46,8	2,063	52,4	725	50	2900	200	19,5	500	1,74
2	50,8	2,374	60,3	2,626	66,7	580	40	2320	160	25,0	630	2,47

HYDROMECHANICA

del Ecuador S.A.



VBPSE A

VÁLVULAS CHECK PILOTEADAS SIMPLES DE 4 VÍAS TIPO A



CARACTERÍSTICAS

- Cuerpo: acero galvanizado
- Partes internas: acero templado y ajustado
- Sellos: BUNA N estandar
- Tipo cabezal: cualquier fuga



USO Y OPERACIÓN:

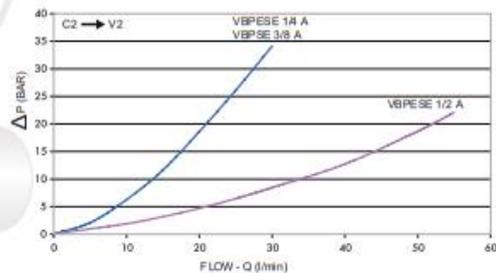
Las válvulas de retención son usadas para bloquear el cilindro en una dirección. El flujo es libre en una dirección y bloqueada en la dirección reversa hasta que la presión piloto sea aplicada.

CURVAS DE CAIDA DE PRESIÓN

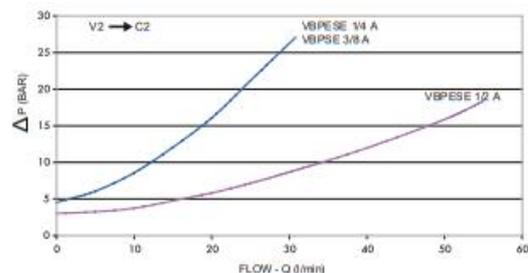
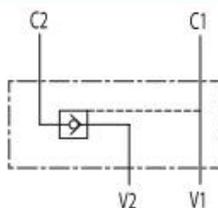
Temperatura de aceite: 50°C Viscosidad: 30 cSt

APLICACIÓN:

Conecte V1 y V2 al flujo de presión y C1 y C2 al actuador con protección para los ojos.



SÍMBOLO



MATRIZ:
 Dirección: Clemente Ballén 1707 y Av. del Ejército.
 Telef: 2323939 - 2531923 - 2522228
 0999586009
 ventas2@hydromecanica.com

QUITO:
 Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-103 y
 Manuel de Lizaraburu
 Telef: (02)2409322 - (02)2411921 0983729761
 ventas_quito@hydromecanica.com

SUCURSAL NORTE:
 Dirección: Km.3 Av. Juan Tanka Marengo,
 Frente a Caterpillar, a lado de las antenas de TV Cable.
 Telef: 2381994 - 2315850 0997689047
 hydecua_gye@hydromecanica.com

Anexo 11. Válvula de control direccional.

HYDROMECHANICA®
del Ecuador S.A.



RH06... 1 - ... F...

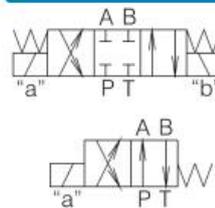
Válvula de control direccional cetop 3



- Válvulas de control direccional de 4/3 y 4/2 vías con operación de solenoide, construcción de alta resistencia
- Bobinas de voltaje de CA y CC extraíbles: reemplazo rápido y rotación en cualquier dirección sin fugas del sistema
- Tubos con núcleo de pasador húmedo conectados a un tanque con capacidad de alta presión
- Opción de anulación manual (botón pulsador)
- Máximo control de la potencia hidráulica
- Confiabilidad y larga vida
- Superficie de montaje CETOP3 (NG6)



SÍMBOLO



- Las válvulas RH06 ... 1 ... F ... son válvulas direccionales de carrete accionadas por solenoide. Se usan para controlar el inicio, la detención y la dirección del flujo.
- Las válvulas RH06 ... 1 ... F ... consisten en un carrete, carcasa, muelles y solenoides.
- Este modelo está diseñado con carrete centrado de dos resortes para válvulas 4 / 3- y 4 / 2-. La carcasa tiene 5-cámaras.
- Los solenoides de funcionamiento son de tipo DC. Para el suministro de AC, los solenoides están provistos de rectificador, que está integrado en la tierra de instalación de los conectores. Los voltajes de suministro estándar son 12V DC, 24V DC, 48V DC, 110V AC (RAC) y 220V AC (RAC).
- Los conectores eléctricos cumplen con la norma DIN 43 650.
- En caso de problema con el suministro eléctrico, se proporciona una opción para anulación manual.

MATRIZ:

Dirección: Clemente Ballén 1707 y Av. del Ejército.
Telef: 2323939 - 2531923 - 2522228
0999586009
ventas2@hydromecanica.com

QUITO:

Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-103 y
Manuel de Lizarzaburu
Telef: (02)2409322 - (02)2411921 0983729761
ventas_quito@hydromecanica.com

SUCURSAL NORTE:

Dirección: Km.3 Av. Juan Tanca Marengo,
Frente a Caterpillar, a lado de las antenas de TV Cable.
Telef: 2381994 - 2315850 0997689047
hydecua_gye@hydromecanica.com



RD-1475

VÁLVULA CHECK PILOTEADA (LOCK VALVE)

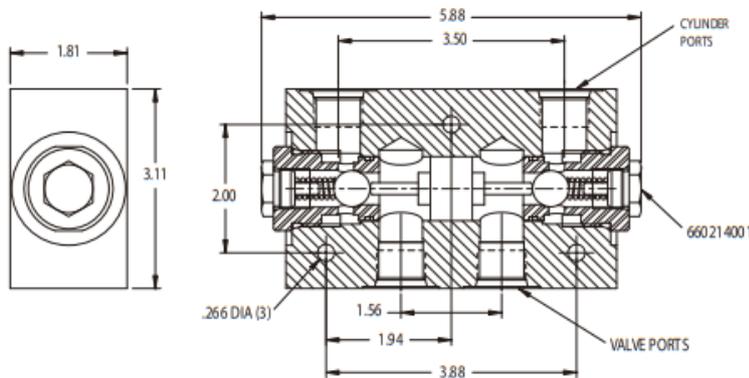
Prince



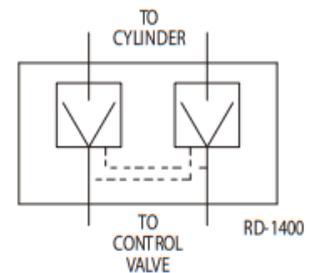
- **CAPACIDAD:** 30 GPM flujo de entrada máximo
- **PRESIÓN:** 3000 PSI máxima presión operacional
- **PROPORCIÓN PILOTO:** 4:1

INSTALACIÓN / DIMENSIONES

MODELO ESTANDAR DISPONIBLE	
MODELO #	MEDIDAS DE PUERTO
RD-1475	3/4 NPTF



SÍMBOLO



El modelo de válvula PRINCE RD-1400 es una válvula de bloqueo operada por piloto doble. Esta válvula bloqueará un cilindro en su lugar cuando una válvula de control direccional esté en la posición neutral. En funcionamiento el aceite se dirige a uno de los puertos de la válvula y el aceite puede fluir libremente al orificio del cilindro correspondiente. La presión en este puerto de válvula desplazará del carrete piloto abriendo la válvula de retención opuesta o válvula check. Esto permitirá que el aceite regrese a través de la válvula de retención opuesta. Esta válvula tiene un asiento de acero endurecido y una bola de acero y, por lo tanto, no debe utilizarse en aplicaciones que requieran una fuga absoluta. Cuando se utiliza un control operado por piloto para bajar una carga pesada, la válvula puede vibrar. Un orificio en la línea en algunos casos puede ser beneficioso.

<p>MATRIZ: Dirección: Clemente Ballén 1707 y Av. del Ejército. Telef: 2323939 - 2531923 - 2522228 0999586009 ventas2@hydromecanica.com</p>	<p>QUITO: Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-103 y Manuel de Lizarzaburu Telef: (02)2409322 - (02)2411921 0983729761 ventas_quito@hydromecanica.com</p>	<p>SUCURSAL NORTE: Dirección: Km.3 Av. Juan Tanca Marengo, Frente a Caterpillar, a lado de las antenas de TV Cable. Telef: 2381994 - 2315850 0997689047 hydecua_gye@hydromecanica.com</p>
---	---	--

HYDROMECHANICA®
del Ecuador S.A.



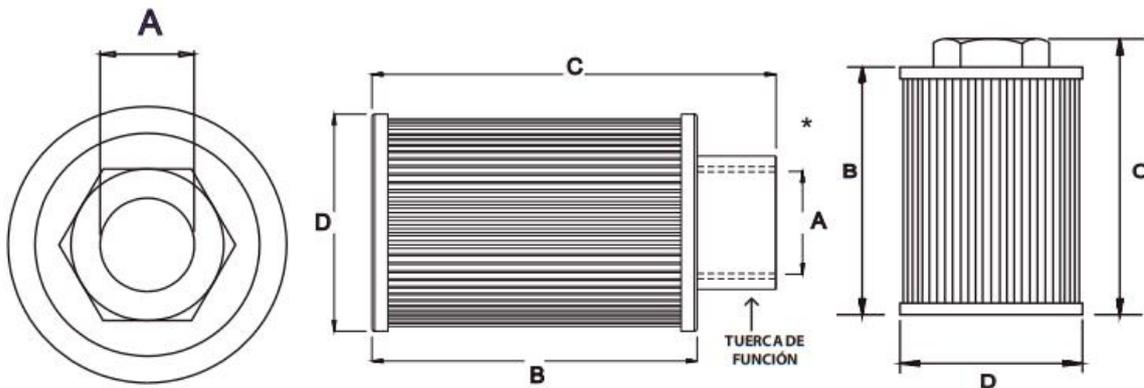
MF-SC2

FILTRO DE SUCCIÓN



MODELO	FLUJO LPM	MEDIDAS ROSCA A CODIGO		HT B	TOTAL HT C	CAP DIA D	SCREEN AREA (SQ. CMS)	WT KGS	MAGNET WRAP
SC2-003	12	3/8	03	50	62	42	220	0.16	1
SC2-005	20	1/2	04	64	78	66	400	0.24	1
SC2-007	30	3/4	06	75	89	66	438	0.28	2
SC2-010	40	1	08	122	137	66	710	0.33	2
SC2-020	80	1-1/4	10	160	175	85	1045	0.45	2
SC2-030	120	1-1/2	12	190	205	85	1450	0.50	2
SC2-050	200	1-1/2	12	240	254	100	2195	0.60	2
SC2-051	200	2	16	240	254	100	2195	0.70	2
SC2-075	300	2-1/2	20	240	255	130	2580	0.95	3
SC2-100	400	3	24	285	300	130	3225	1.15	3
SC2-150	600	3	24	325	340	130	4650	1.60	3
SC2-200	800	4	32	220	295	200	6225	4.20	4
SC2-300	1200	4	32	306	381	200	8840	4.50	4
SC2-400	1600	4	32	387	462	200	11225	4.80	4
SC2-600	2400	4	32	540	615	200	15675	5.40	4

DISPONIBLE SOLAMENTE CON HILOS NPT



Dimensiones en mm para referencia solamente

MATRIZ:
Dirección: Clemente Ballén 1707 y Av. del Ejercito.
Telef: 2323939 - 2531923 - 2522228
0999586009
ventas2@hydromecanica.com

QUITO:
Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-103 y
Manuel de Lizarzaburu
Telef: (02)2409322 - (02)2411921 0983729761
ventas_quito@hydromecanica.com

SUCURSAL NORTE:
Dirección: Km.3 Av. Juan Tanca Marengo,
Frente a Caterpillar, a lado de las antenas de TV Cable.
Telef: 2381994 - 2315850 0997689047
hydecua_gye@hydromecanica.com

Anexo 14. Manómetro con glicerina.



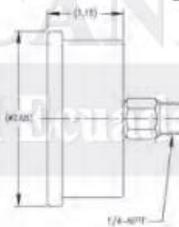
MANÓMETRO CON GLICERINA



CARACTERISTICAS:

- Diámetro de 2 1/2"
- Cuerpo de acero inoxidable
- ¼ NPT (encaje de latón)
- Escala dual PSI / Kg/cm²
- Montura central detrás

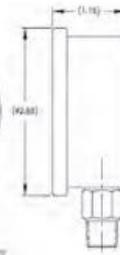
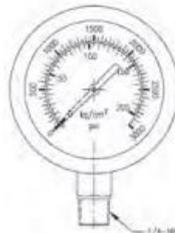
Código del Modelo	PSI
WLGC-600	0 - 600 PSI
WLGC-1000	0 - 1000 PSI
WLGC-2000	0 - 2000 PSI
WLGC-3000	0 - 3000 PSI



CARACTERISTICAS:

- Diámetro de 2 1/2"
- Cuerpo de acero inoxidable
- ¼ NPT (encaje de latón)
- Escala dual PSI / Kg/cm²
- Montura de tallo

Código del Modelo	PSI
WLGC-600	0 - 600 PSI
WLGC-1000	0 - 1000 PSI
WLGC-2000	0 - 2000 PSI
WLGC-3000	0 - 3000 PSI
WLGC-5000	0 - 5000 PSI



<p>MATRIZ: Dirección: Clemente Ballén 1707 y Av. del Ejercito. Telef: 23 23939 - 253 1923 - 2522228 0999586009 ventas2@hydromecanica.com</p>	<p>QUITO: Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-103 y Manuel de Lizarzaburu Telef: (02)2409322 - (02)2411921 0983729761 ventas_quito@hydromecanica.com</p>	<p>SUCURSAL NORTE: Dirección: Km.3 Av. Juan Tanca Marengo, Frente a Caterpillar, a lado de las antenas de TV Cable. Telef: 238 1994 - 2315850 0997689047 hydecua_gye@hydromecanica.com</p>
---	--	--

HYDROMECHANICA®
del Ecuador S.A.



IFR3-S/E

FILTRO DE RETORNO

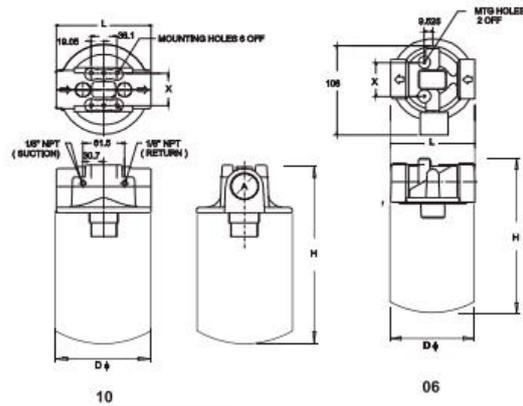
CARACTERÍSTICAS



- CABEZA DE ALUMINIO FUNDIDO
- 5 TAMAÑOS QUE FLUYEN A 200 LPM
- MAX. PRESIÓN 10 BAR / PRUEBA 15 BAR / MAXIMO 20 BAR
- BYPASS STANDARD (SUCCIÓN 0.2 BAR)
- MAX. TEMPERATURA. 80 ° C.
- PARA USO CON ACEITES A BASE DE MINERAL / PETRÓLEO



Modelo	Q nom LPM	P max Bar	Micras de filtración	Puerto rosca B/N
IFR3-06	70		P10	3/4"
			P25	
IFR3-10	200			1-1/4"
		10	A10	
IFR4-02	15		A25	1/4"
IFR4-03	15			3/8"
IFR4-04	35		M125	1/2"
IFR4-06	70			3/4"



CODIGO MODELO	L	D	H	X	AGUJEROS DE MONTAJE		PUERTO MANOMETRO		WT KGS
					NOS	SIZE	NOS	NPT	
IF *3.06 *-10	95	93	188	38.1	2 OFF		2 OFF	1 / 8"	0.8
IF *3.06 *-20	95	93	188	38.1	2 OFF	M 6 X 1.0	2 OFF	1 / 8"	1.0
IF *3.06 *-30	95	93	188	38.1	2 OFF	1/4"-20UNC (Std)	2 OFF	1 / 8"	1.2
IF *3.10*-50	140	129	250	47.6	6 OFF	M 8 X 1.25	2 OFF	1 / 8"	2.3
IF *3.10*-65	140	129	250	47.6	6 OFF	5/16"-18UNC (Std)	2 OFF	1 / 8"	2.5

CONSULTE EL ENSAMBLAJE DEL CÓDIGO MODELO

Dimensiones en mm sólo para referencia

MATRIZ:
Dirección: Clemente Ballén 1707 y Av. del Ejército.
Telef: 23 23939 - 253 1923 - 2522228
0999586009
ventas2@hydromecanica.com

QUITO:
Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-103 y Manuel de Lizaraburu
Telef: (02)2409322 - (02)2411921 0983729761
ventas_quito@hydromecanica.com

SUCURSAL NORTE:
Dirección: Km.3 Av. Juan Tanca Marengo, Frente a Caterpillar, a lado de las antenas de TV Cable.
Telef: 2381994 - 2315850 0997689047
hydecua_gye@hydromecanica.com

HYDROMECHANICA®
del Ecuador S.A.



FSBA

TAPA FILTRO

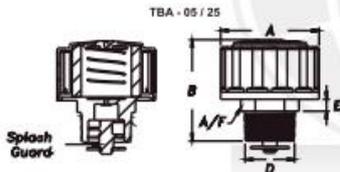
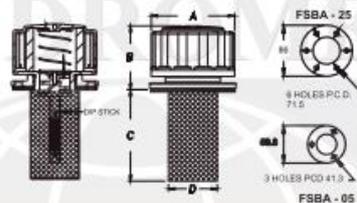


CARACTERÍSTICAS

- CONSTRUCCIÓN DE MOLDE EN ALUMINIO - RESPIRADORES DEBAJO
- FILTRACIÓN 40 MICRONES ESTÁNDAR / OPCIONAL 10 Y 3 MICRONES
- EL AIRE FLUYE A 25 CFM (750 LPM)
- CARCAZA DE ALUMINIO RESISTENTE (PARA MODELO BM-OPCIONAL)
- COLADOR METÁLICO - 4 "ESTÁNDAR (OPCIONAL 6" & 8 ")
- EQUIPO INCLUYE JUNTAS Y TORNILLOS (10-32)



Modelo	Q nom LPM	P max Bar	Puerto rosca B/S/S	Tipo
FSBA-05	150			Flange
FSBA-25	750	40		Flange
TBA-05	150	10	1/2"	Thread
TBA-25	750	3	1-1/4"	Thread



MODELO	DESPLAZAMIENTO	MICRAS DE FILTRACIÓN	A	B	C*	D	E	A/F	WT KGS
FSBA - 05	150 LPM	40	56	49	65	28			0.17
FSBA - 05 - 10	90 LPM	10							
FSBA - 25	720 LPM	40	81	65	94	48			0.39
FSBA - 25 - 10	400 LPM	10							
TBA - 05	150 LPM	40	56	66		1/2" NPT	8	25.4	0.12
TBA - 05 - 10	90 LPM	10							
TBA - 25	720 LPM	40	81	86		1-1/4" NPT	10	42.0	0.28
TBA - 25 - 10	400 LPM	10							

CÓDIGO MODELO: MONTAJE

SERIE	CAPACIDAD CFM	FILTRACIÓN μ MICRONS	ROSCA	COLADOR C" (OPTIONAL1)	CARACTERÍSTICA 1 (OPTIONAL 2) (OMIT IF NOT REQD)	CARACTERÍSTICA 2 (OPTIONAL 3) (OMIT IF NOT REQD)
FSBA	05 (150 LPM)	40 - 40 μ Std		STD	SG - SPLASH GUARD DS - DIP STICK	
FSBA	25 (750 LPM)	10 - 10 μ Nom		L 4 - STD L 6 - 152 mm L 8 - 203 mm	SG - SPLASH GUARD	
TBA	05 (150 LPM)	03 - 3 μ Nom	04 B - 1/2" BSPP 04 N - 1/2" NPT 08 S - 3/4" UNF-16		DS 4 - DIP STICK 4" DS 6 - DIP STICK 6"	P5 - Pressurized Spri
TBA	25 (750 LPM)		10 B - 1-1/4" BSPP 10 N - 1-1/4" NPT 20 S - 1-3/8" UNF-12		DS 8 - DIP STICK 8"	

Dimensiones en mm solo para referencia

MATRIZ:
Dirección: Clemente Ballén 1707 y Av. del Ejercito.
Telef: 2323939 - 2531923 - 2522228
0999586009
ventas2@hydromecanica.com

QUITO:
Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-103 y Manuel de Lizarzaburu
Telef: (02)2409322 - (02)2411921 0983729761
ventas_quito@hydromecanica.com

SUCURSAL NORTE:
Dirección: Km.3 Av. Juan Tanca Marengo, Frente a Caterpillar, a lado de las antenas de TV Cable.
Telef: 2381994 - 2315850 0997689047
hydecua_gye@hydromecanica.com



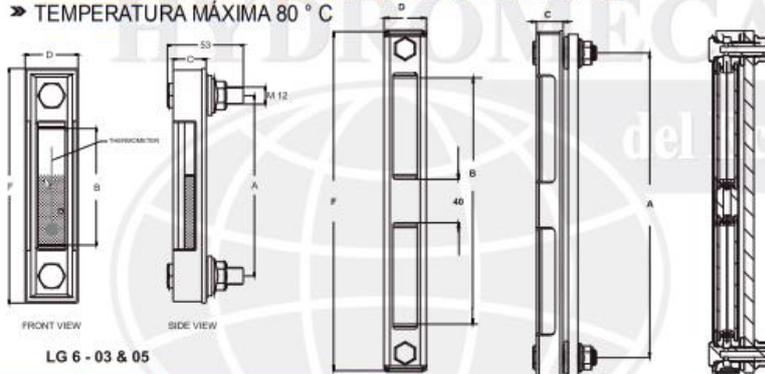
LG6

VISOR DE NIVEL



CARACTERÍSTICAS

- 'O' TIPO DE ANILLO DE CONSTRUCCIÓN / CUBIERTA DE MOLDE ROBUSTA
- 3 TAMAÑOS DE 3", 5" Y 10" ENTRE CENTROS DE PERNO
- PARA TANQUES NO PRESURIZADOS SOLAMENTE
- PUEDE MONTARSE EN AGUJEROS CON CINTA
- ADECUADO PARA ACEITES A BASE DE MINERAL / PETRÓLEO
- TEMPERATURA MÁXIMA 80 ° C



MODELO	MEDIDA	DETALLES
LG6-03	3"	M12 BOLTS
LG6-05	5"	M12 BOLTS
LG6-10	10"	M12 BOLTS
LG6-03T	3"	M12 BOLTS / THERMOMETERS
LG6-05T	5"	M12 BOLTS / THERMOMETERS
LG6-10T	10"	M12 BOLTS / THERMOMETERS

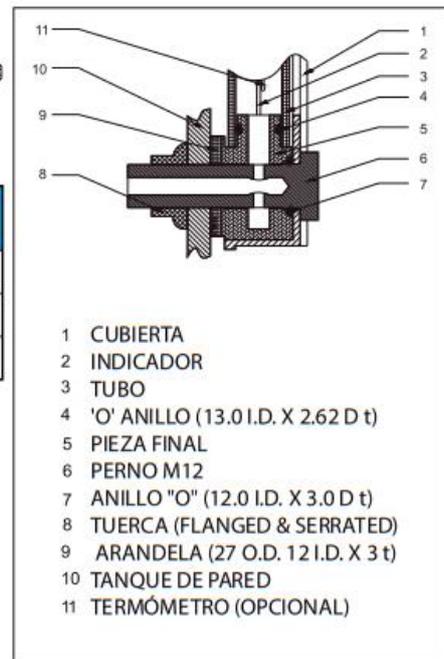
MODELO	A	B	C	D	F	WT KGS
LG 6 - 03	76.2	32	23	35	111	0.23
LG 6 - 05	127.0	76	23	35	162	0.26
LG 6 - 10	254.0	200	23	35	289	0.36

M10 & 1/2" Pernos UNC Opcionales

CÓDIGO MODELO: MONTAJE

LG	- 05	T	- M 10	- X
MODELO	MEDIDA INCH	CARACTERISTICA OPTIONAL #	CARACTERISTICA SPECIAL #	CARACTERISTICA OPTIONAL#
LG 6	03 - 3"	T - THERMOMETER (OMIT IF NOT REQD)	M12 - STD (M12 X 1.75 BOLT) Omit If Std	No Nuts (For Fitting On Tapped Holes)
	05 - 5"		M10 - SPECIAL (M10 X 1.50 BOLT)	
	10 - 10"		UNC - SPECIAL (1/2" - 13 UNC)	

NOTA: EL PAR DE TORNILLO SE LIMITARÁ A 3 PIES LBS
OPCIONAL / RASGO ESPECIAL - OMITIR SI NO REQUERIDO



- CUBIERTA
- INDICADOR
- TUBO
- 'O' ANILLO (13.0 I.D. X 2.62 D t)
- PIEZA FINAL
- PERNO M12
- ANILLO "O" (12.0 I.D. X 3.0 D t)
- TUERCA (FLANGED & SERRATED)
- ARANDELA (27 O.D. 12 I.D. X 3 t)
- TANQUE DE PARED
- TERMÓMETRO (OPCIONAL)

Dimensiones en mm para referencia solamente

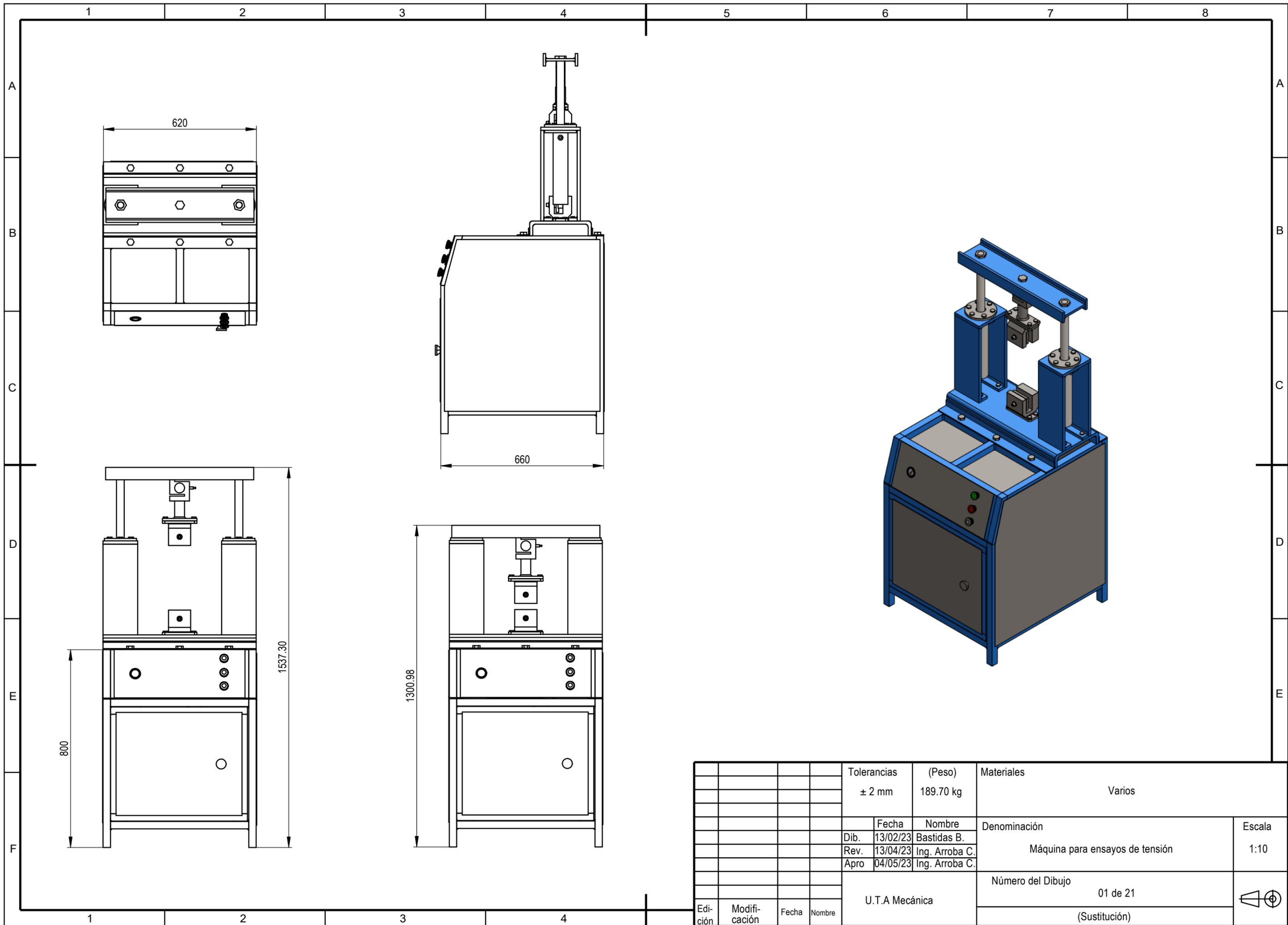
MATRIZ:
Dirección: Clemente Ballén 1707 y Av. del Ejercito.
Telef: 2323939 - 2531923 - 2522228
0999586009
ventas2@hydromecanica.com

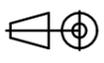
QUITO:
Dirección: Av. 6 de Diciembre N48-103 y
Manuel de Lizaraburu
Telef: (02)2409322 - (02)2411921 0983729761
ventas_quito@hydromecanica.com

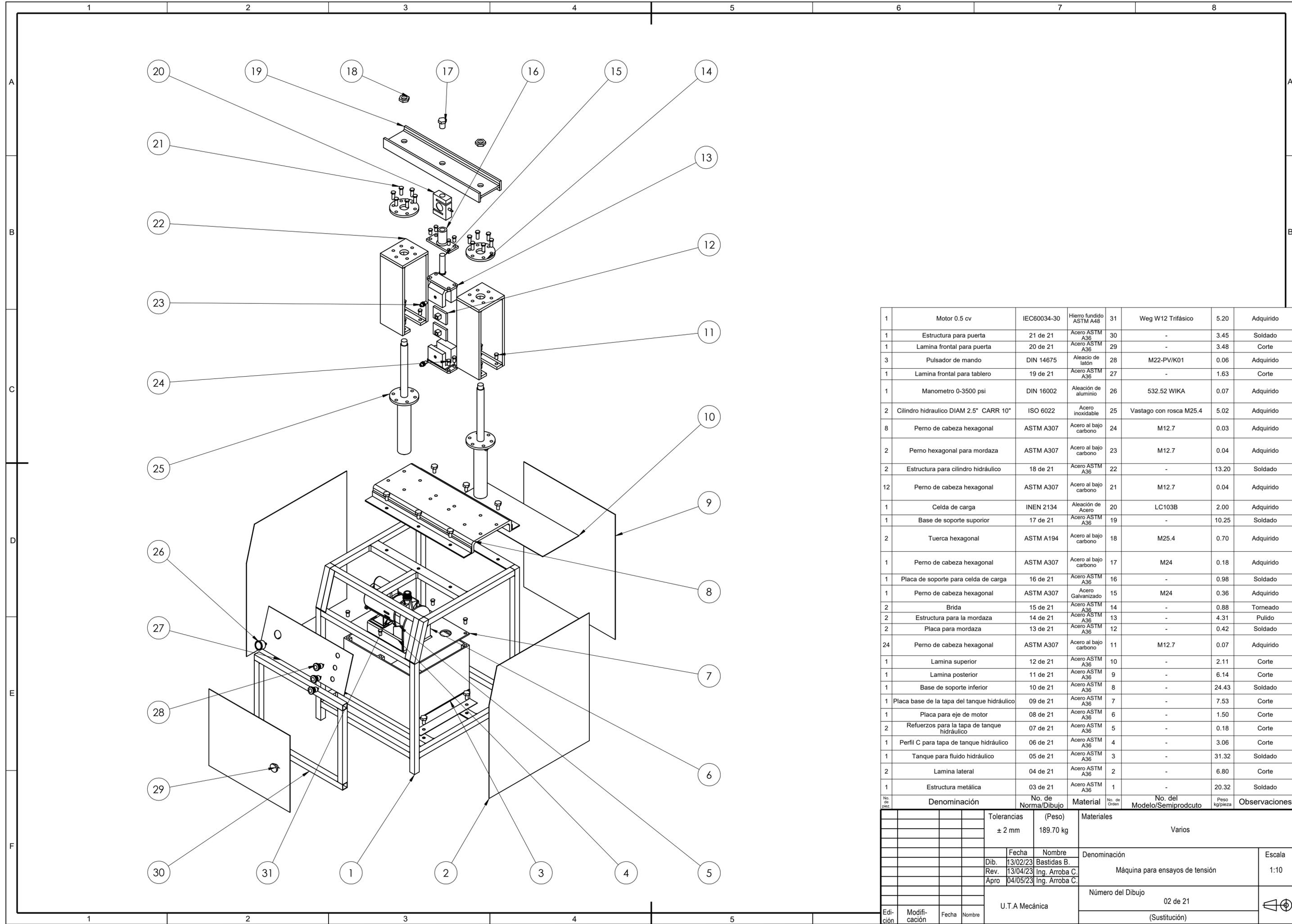
SUCURSAL NORTE:
Dirección: Km.3 Av. Juan Tanka Marengo,
Frente a Caterpillar, a lado de las antenas de TV Cable.
Telef: 2381994 - 2315850 0997689047
hydecua_gye@hydromecanica.com

Anexo 18. Planos de la máquina para para ensayos de tensión que caracterice los efectos que producen los cambios de geometría en una probeta plana.

PLANOS



				Tolerancias ± 2 mm	(Peso) 189.70 kg	Materiales Varios	
						Denominación	Escala
				Dib.	13/02/23	Bastidas B.	Máquina para ensayos de tensión 1:10
				Rev.	13/04/23	Ing. Arroba C.	
				Apro	04/05/23	Ing. Arroba C.	
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 01 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/Semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones
1	Motor 0.5 cv	IEC60034-30	Hierro fundido ASTM A48	31	Weg W12 Trifásico	5.20	Adquirido
1	Estructura para puerta	21 de 21	Acero ASTM A36	30	-	3.45	Soldado
1	Lamina frontal para puerta	20 de 21	Acero ASTM A36	29	-	3.48	Corte
3	Pulsador de mando	DIN 14675	Aleación de latón	28	M22-PV/K01	0.06	Adquirido
1	Lamina frontal para tablero	19 de 21	Acero ASTM A36	27	-	1.63	Corte
1	Manometro 0-3500 psi	DIN 16002	Aleación de aluminio	26	532.52 WIKA	0.07	Adquirido
2	Cilindro hidraulico DIAM 2.5" CARR 10"	ISO 6022	Acero inoxidable	25	Vastago con rosca M25.4	5.02	Adquirido
8	Perno de cabeza hexagonal	ASTM A307	Acero al bajo carbono	24	M12.7	0.03	Adquirido
2	Perno hexagonal para mordaza	ASTM A307	Acero al bajo carbono	23	M12.7	0.04	Adquirido
2	Estructura para cilindro hidráulico	18 de 21	Acero ASTM A36	22	-	13.20	Soldado
12	Perno de cabeza hexagonal	ASTM A307	Acero al bajo carbono	21	M12.7	0.04	Adquirido
1	Celda de carga	INEN 2134	Aleación de Acero	20	LC103B	2.00	Adquirido
1	Base de soporte superior	17 de 21	Acero ASTM A36	19	-	10.25	Soldado
2	Tuerca hexagonal	ASTM A194	Acero al bajo carbono	18	M25.4	0.70	Adquirido
1	Perno de cabeza hexagonal	ASTM A307	Acero al bajo carbono	17	M24	0.18	Adquirido
1	Placa de soporte para celda de carga	16 de 21	Acero ASTM A36	16	-	0.98	Soldado
1	Perno de cabeza hexagonal	ASTM A307	Acero Galvanizado	15	M24	0.36	Adquirido
2	Brida	15 de 21	Acero ASTM A36	14	-	0.88	Torneado
2	Estructura para la mordaza	14 de 21	Acero ASTM A36	13	-	4.31	Pulido
2	Placa para mordaza	13 de 21	Acero ASTM A36	12	-	0.42	Soldado
24	Perno de cabeza hexagonal	ASTM A307	Acero al bajo carbono	11	M12.7	0.07	Adquirido
1	Lamina superior	12 de 21	Acero ASTM A36	10	-	2.11	Corte
1	Lamina posterior	11 de 21	Acero ASTM A36	9	-	6.14	Corte
1	Base de soporte inferior	10 de 21	Acero ASTM A36	8	-	24.43	Soldado
1	Placa base de la tapa del tanque hidráulico	09 de 21	Acero ASTM A36	7	-	7.53	Corte
1	Placa para eje de motor	08 de 21	Acero ASTM A36	6	-	1.50	Corte
2	Refuerzos para la tapa de tanque hidráulico	07 de 21	Acero ASTM A36	5	-	0.18	Corte
1	Perfil C para tapa de tanque hidráulico	06 de 21	Acero ASTM A36	4	-	3.06	Corte
1	Tanque para fluido hidráulico	05 de 21	Acero ASTM A36	3	-	31.32	Soldado
2	Lamina lateral	04 de 21	Acero ASTM A36	2	-	6.80	Corte
1	Estructura metálica	03 de 21	Acero ASTM A36	1	-	20.32	Soldado

Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Tolerancias	(Peso)	Materiales	Denominación	Escala
				± 2 mm	189.70 kg	Varios	Máquina para ensayos de tensión	1:10
							Número del Dibujo	
							02 de 21	
							(Sustitución)	

Fecha: 13/02/23
 Nombre: Bastidas B.
 Dib.: 13/04/23
 Ing. Arroba C.
 Rev.: 13/04/23
 Ing. Arroba C.
 Apro: 04/05/23
 Ing. Arroba C.

U.T.A Mecánica



1

2

3

4

N6 PULIDO

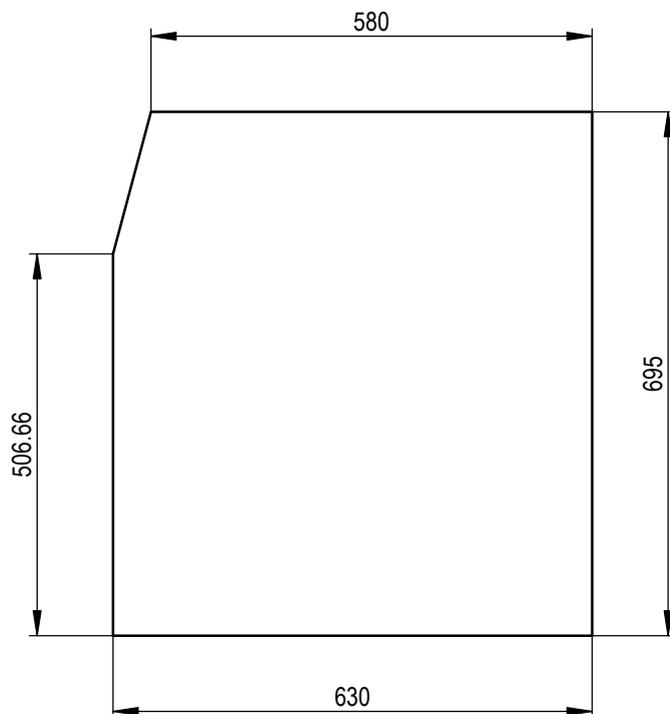
A

B

C

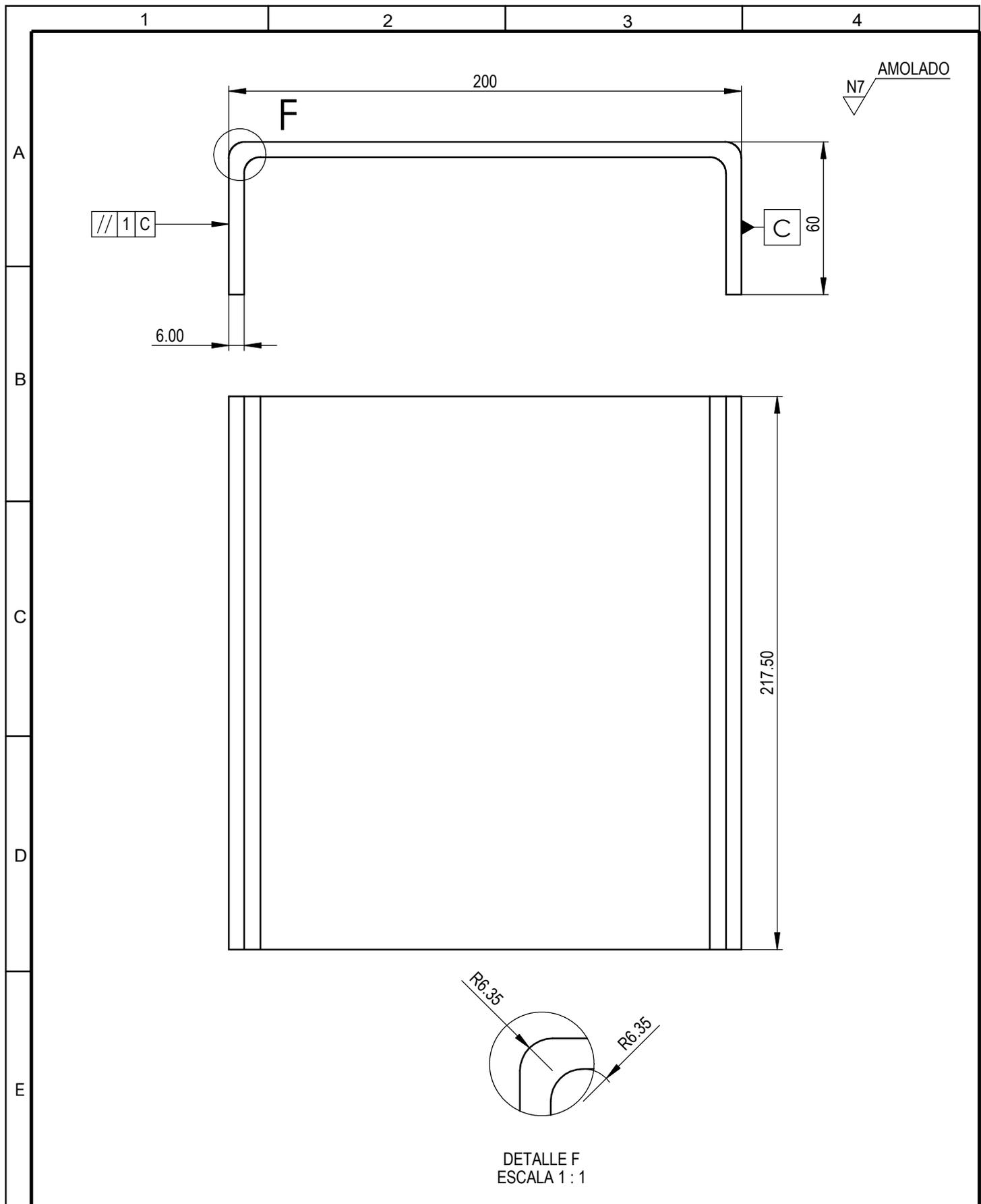
D

E



Nota: Lámina de acero de 2mm de espesor

				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 6.14 kg	Materiales Acero ASTM A36	
					Fecha	Nombre	Denominación Lámina Lateral
				Dib.	13/02/23	Bastidas B.	
				Rev.	13/04/23	Ing. Arroba C.	
				Apro	04/05/23	Ing. Arroba C.	Escala 1:10
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 04 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 3.06 kg	Materiales Acero ASTM A36	
						Denominación Perfil C para tapa de tanque hidráulico	Escala 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dib. 13/02/23	Bastidas B.		
				Rev. 13/04/23	Ing. Arroba C.		
				Apro 04/05/23	Ing. Arroba C.		
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 06 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

N7 AMOLADO

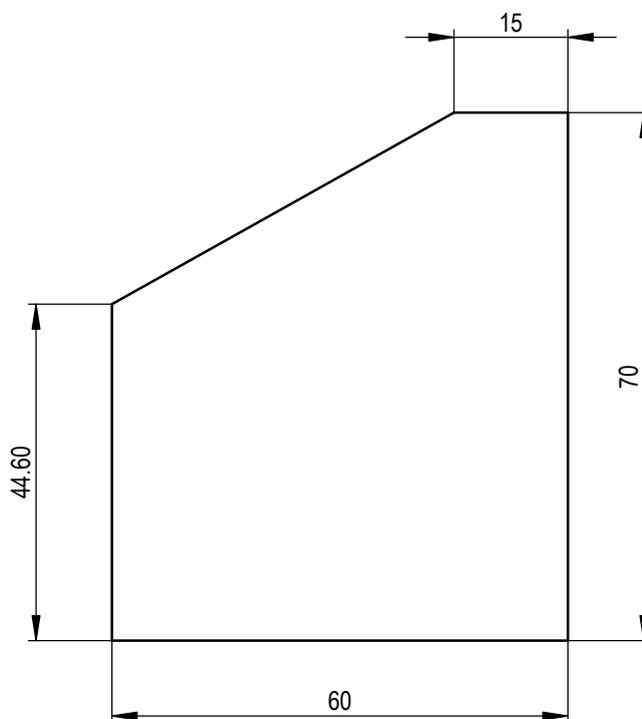
A

B

C

D

E



Nota: Lámina de acero de 36 mm de espesor

				Tolerancias $\pm 1 \text{ mm}$	(Peso) 0.18 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación Refuerzo para la tapa del tanque hidráulico	Escala 1:1
				Fecha	Nombre		
				Dib. 13/02/23	Bastidas B.		
				Rev. 13/04/23	Ing. Arroba C.		
				Apro 04/05/23	Ing. Arroba C.		
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 07 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

A

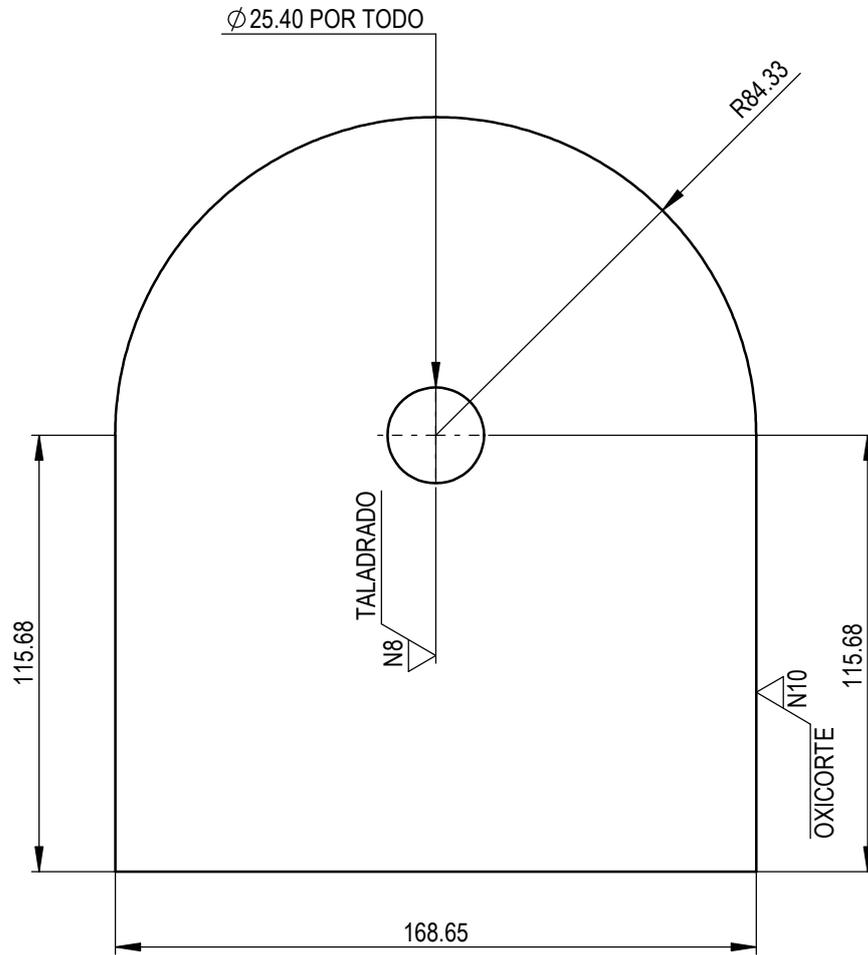
B

C

D

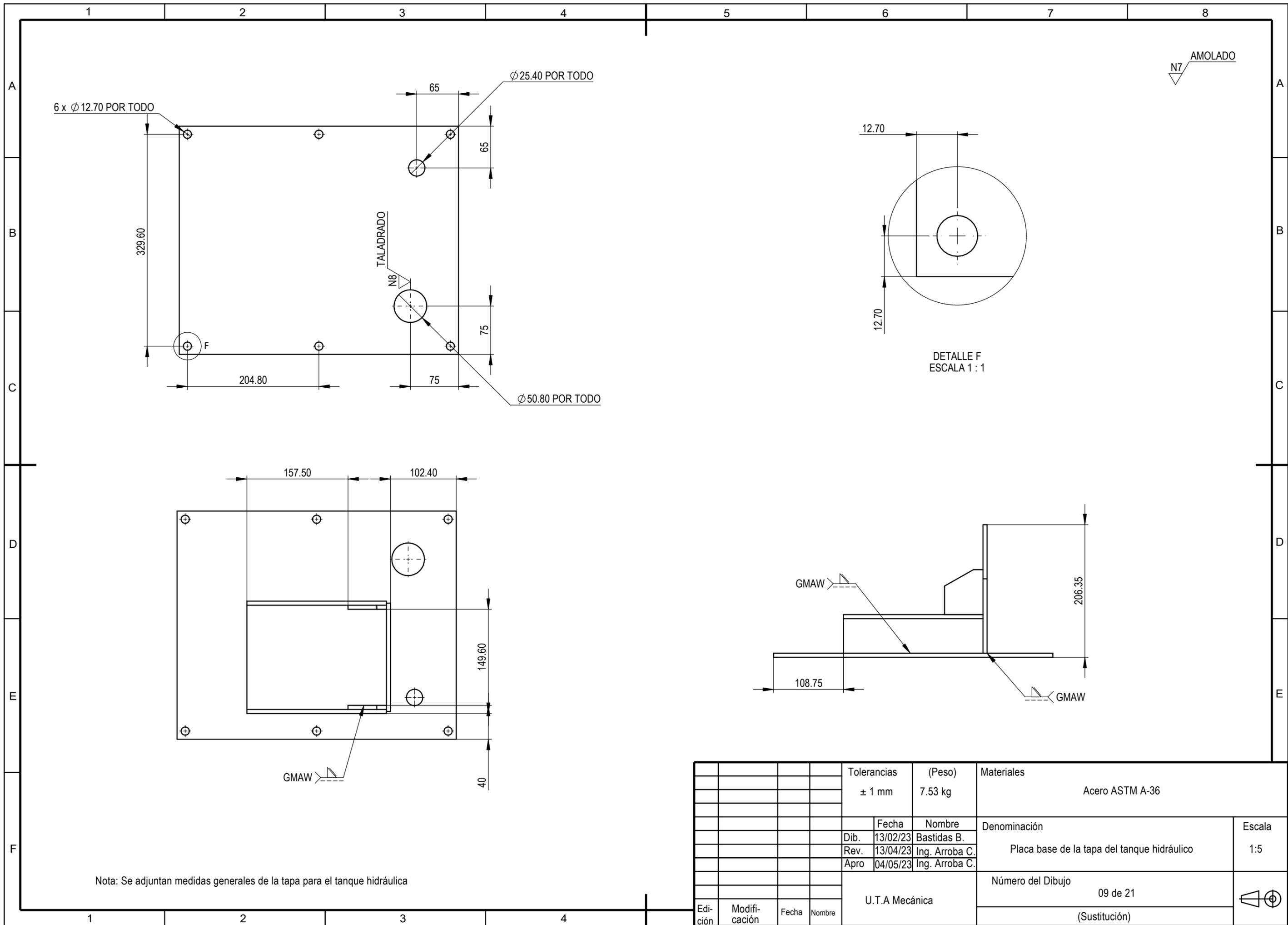
E

N7 PULIDO



Nota: Lámina de acero de 6.35 mm de espesor

				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 1.50 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación Placa para eje de motor	Escala 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dib. 13/02/23	Bastidas B.		
				Rev. 13/04/23	Ing. Arroba C.		
				Apro 04/05/23	Ing. Arroba C.		
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 08 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



N7 AMOLADO

6 x Ø 12.70 POR TODO

Ø 25.40 POR TODO

Ø 50.80 POR TODO

TALADRADO N8

F

DETALLE F
ESCALA 1:1

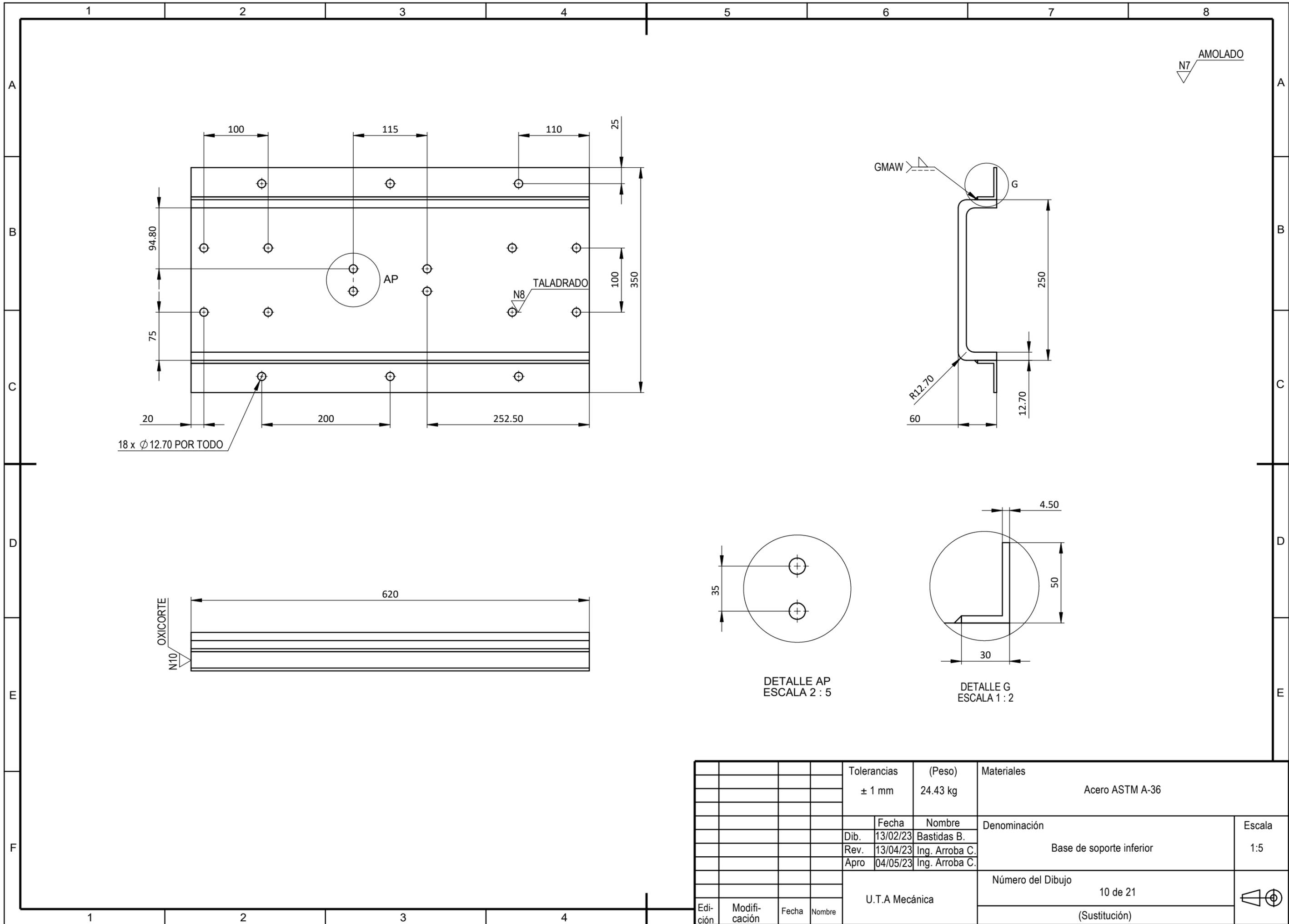
GMAW

GMAW

GMAW

Nota: Se adjuntan medidas generales de la tapa para el tanque hidráulica

				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 7.53 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación	Escala
				Dib.	13/02/23	Bastidas B.	Placa base de la tapa del tanque hidráulico 1:5
				Rev.	13/04/23	Ing. Arroba C.	
				Apro	04/05/23	Ing. Arroba C.	
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo	
						09 de 21	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 24.43 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación	Escala
				Dib.	13/02/23	Bastidas B.	1:5
				Rev.	13/04/23	Ing. Arroba C.	
				Apro	04/05/23	Ing. Arroba C.	
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo	
						10 de 21	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

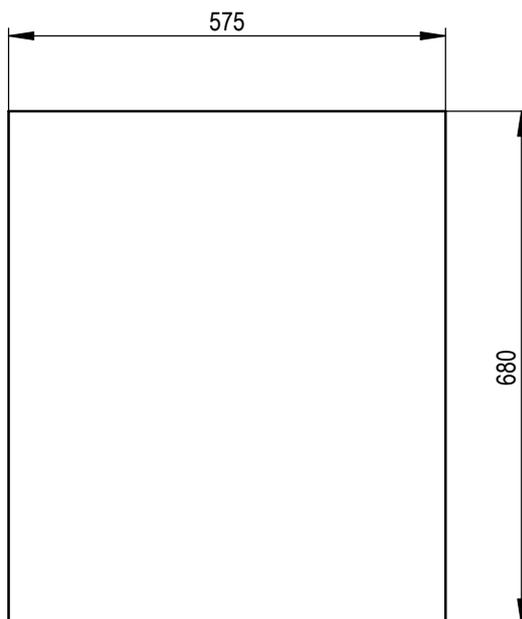
A

B

C

D

E



Nota: Lámina de acero de 2 mm de espesor

				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 6.14 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación Lámina Posterior	Escala 1:10
				Fecha	Nombre		
				Dib. 13/02/23	Bastidas B.		
				Rev. 13/04/23	Ing. Arroba C.		
				Apro 04/05/23	Ing. Arroba C.		
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 11 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

A

B

C

D

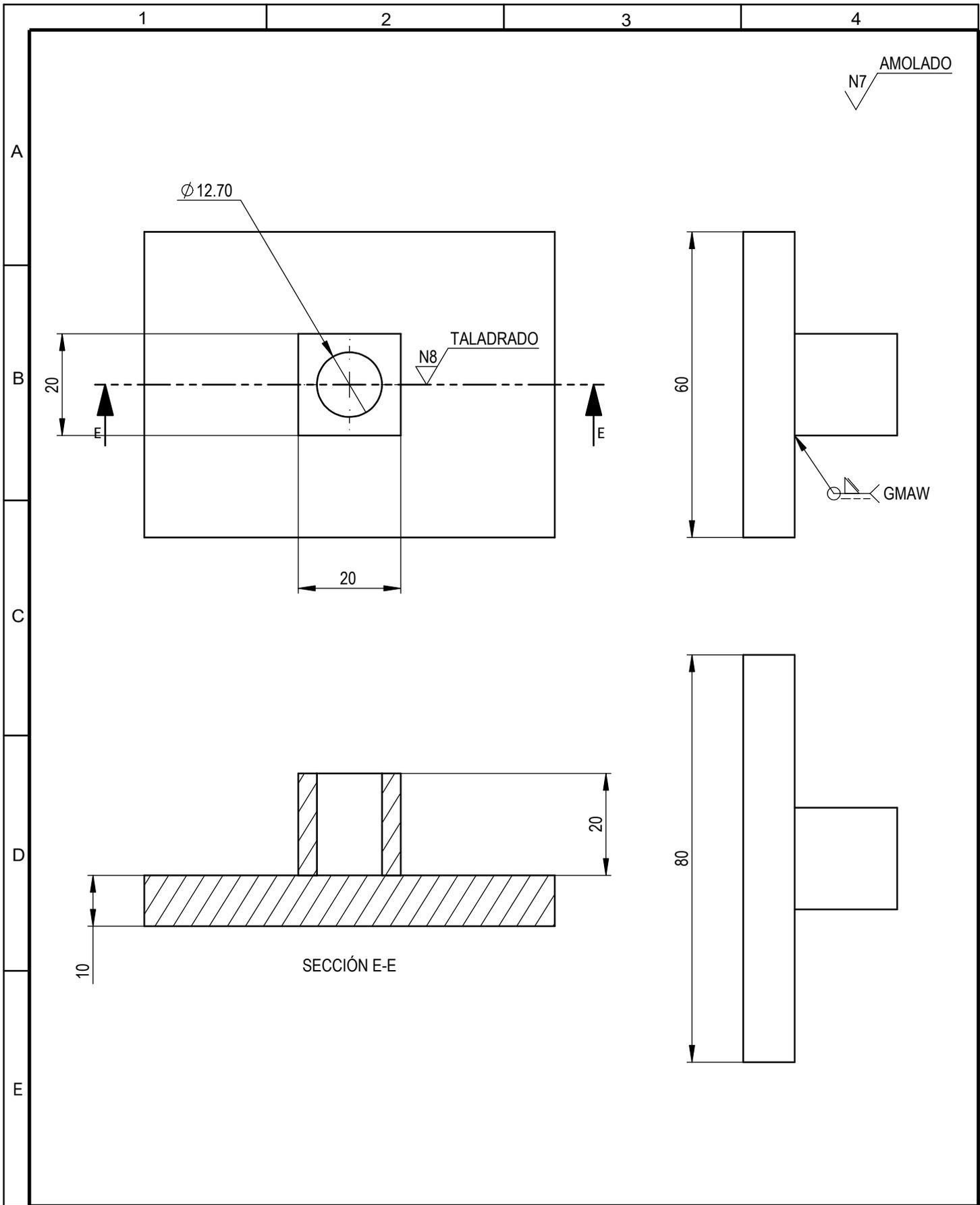
E

590

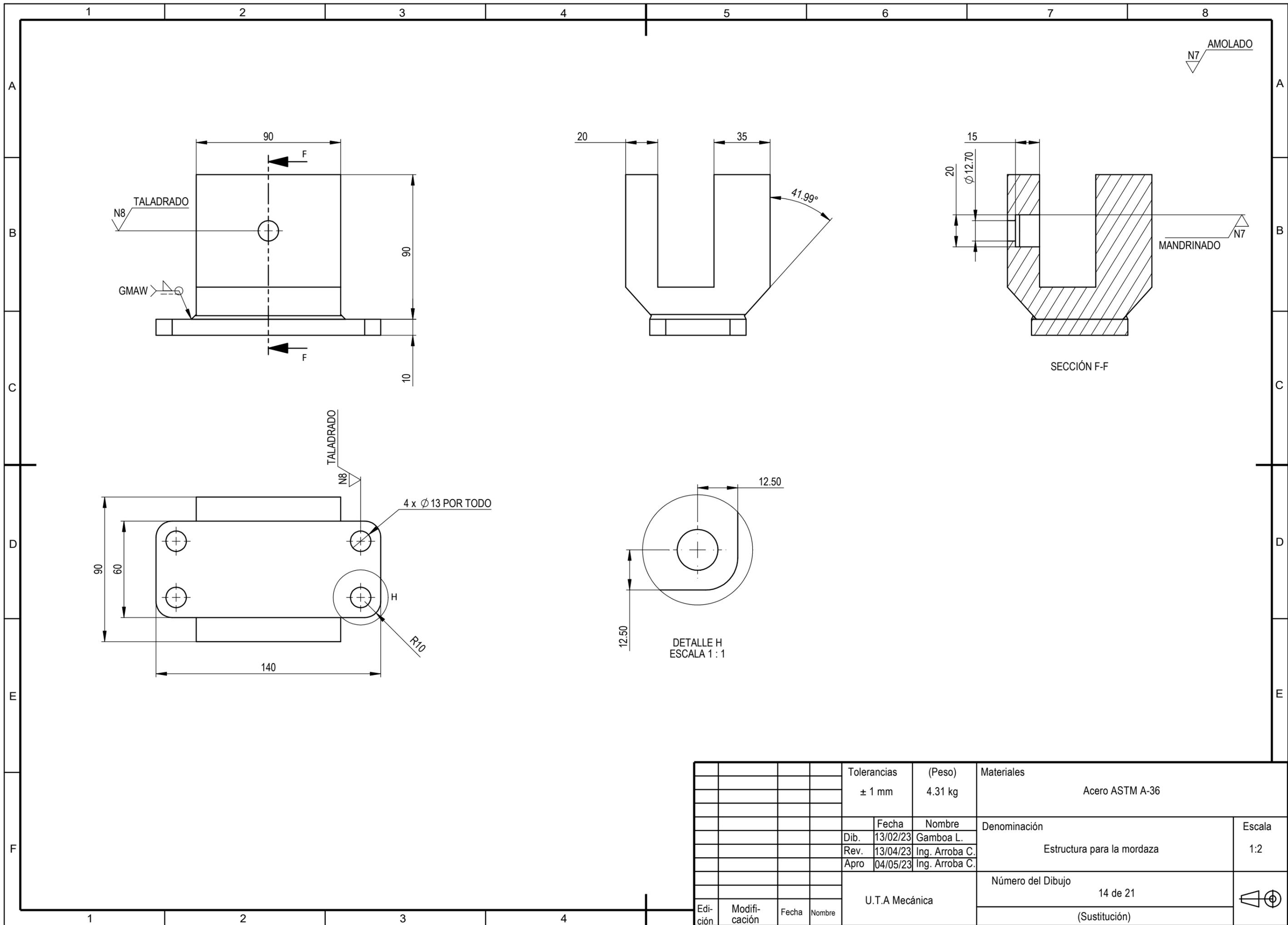
227.45

Nota: Lámina de acero de 2 mm de espesor

				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 2.11 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
					Fecha	Nombre	Denominación Lámina superior
				Dib.	13/02/23	Gamboa L.	
				Rev.	13/04/23	Ing. Arroba C.	
				Apro	04/05/23	Ing. Arroba C.	Escala 1:5
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 12 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 0.42 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación Placa para mordaza	Escala 1:1
				Fecha	Nombre		
				Dib. 13/02/23	Gamboa L.		
				Rev. 13/04/23	Ing. Arroba C.		
				Apro 04/05/23	Ing. Arroba C.		
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 13 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 4.31 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación	Escala
				Dib.	13/02/23	Gamboa L.	Estructura para la mordaza 1:2
				Rev.	13/04/23	Ing. Arroba C.	
				Apro	04/05/23	Ing. Arroba C.	
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 14 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

N6 TORNEADO

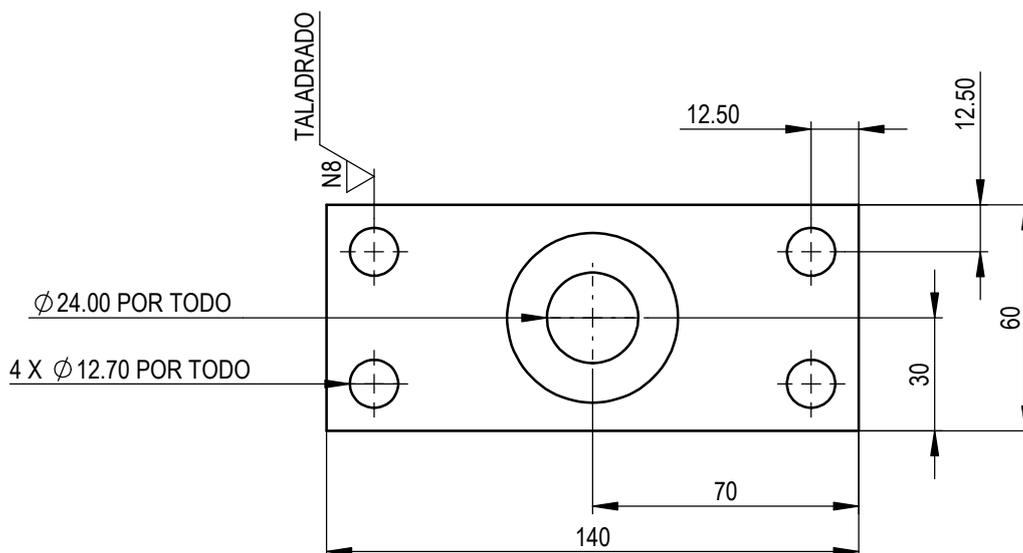
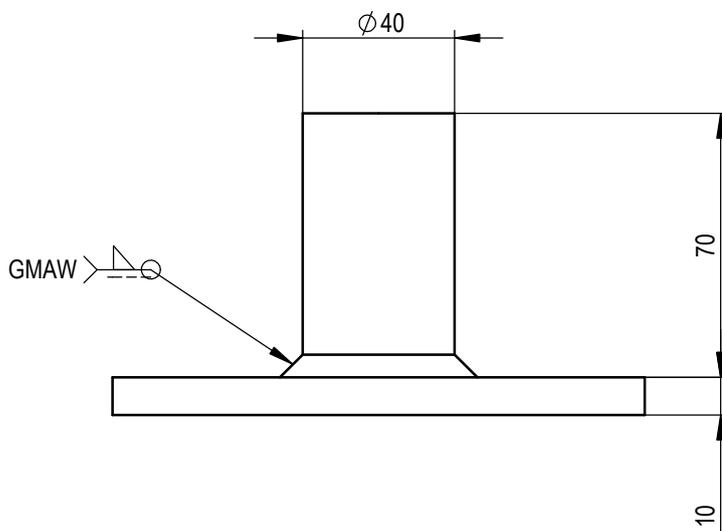
A

B

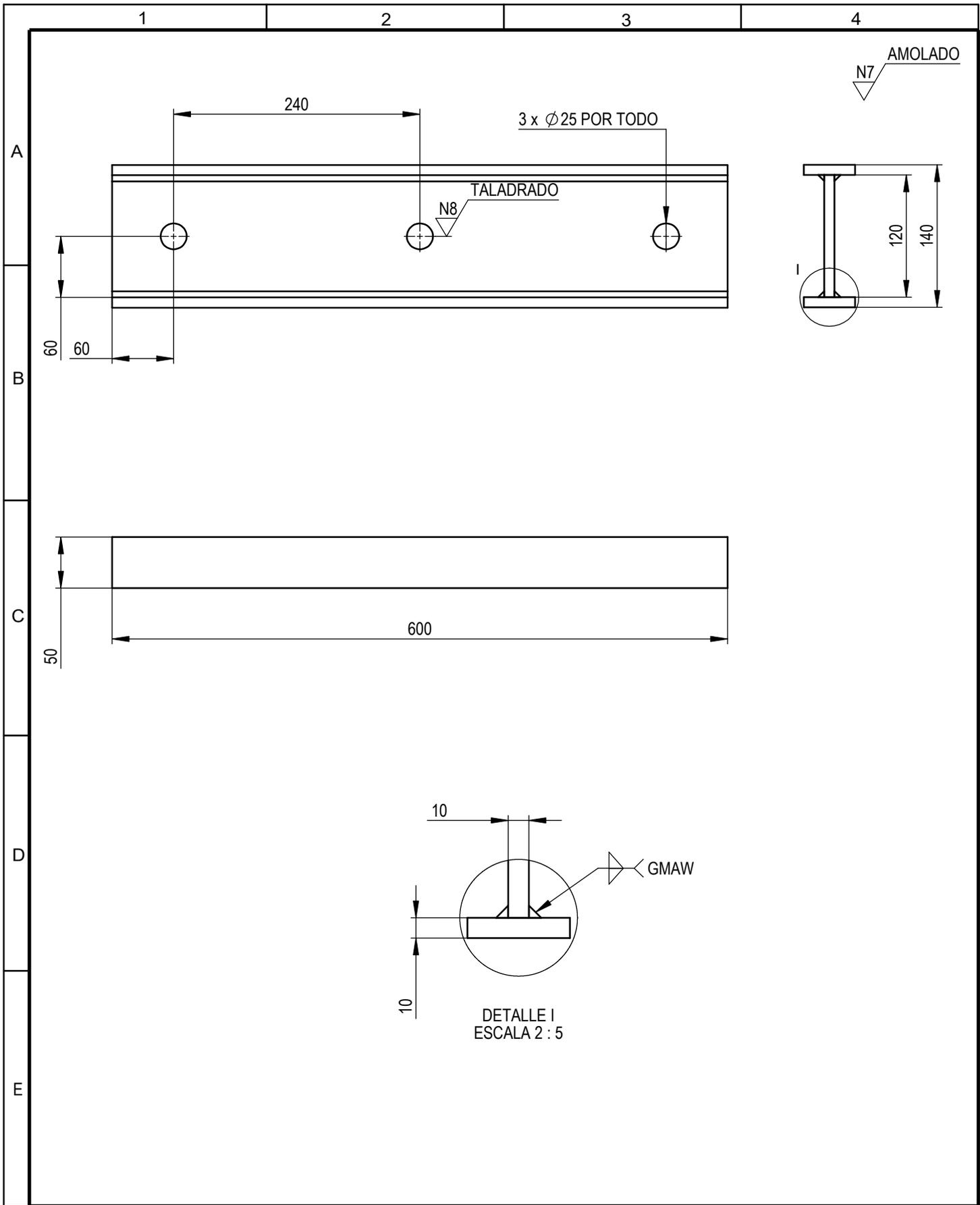
C

D

E



				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 0.98 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación Placa de soporte para celda de carga	Escala 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dib. 13/02/23	Gamboa L.		
				Rev. 13/04/23	Ing. Arroba C.		
				Apro 04/05/23	Ing. Arroba C.		
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 16 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 10.24 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación Base de soporte superior	Escala 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib. 13/02/23	Gamboa L.		
				Rev. 13/04/23	Ing. Arroba C.		
				Apro 04/05/23	Ing. Arroba C.		
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 17 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

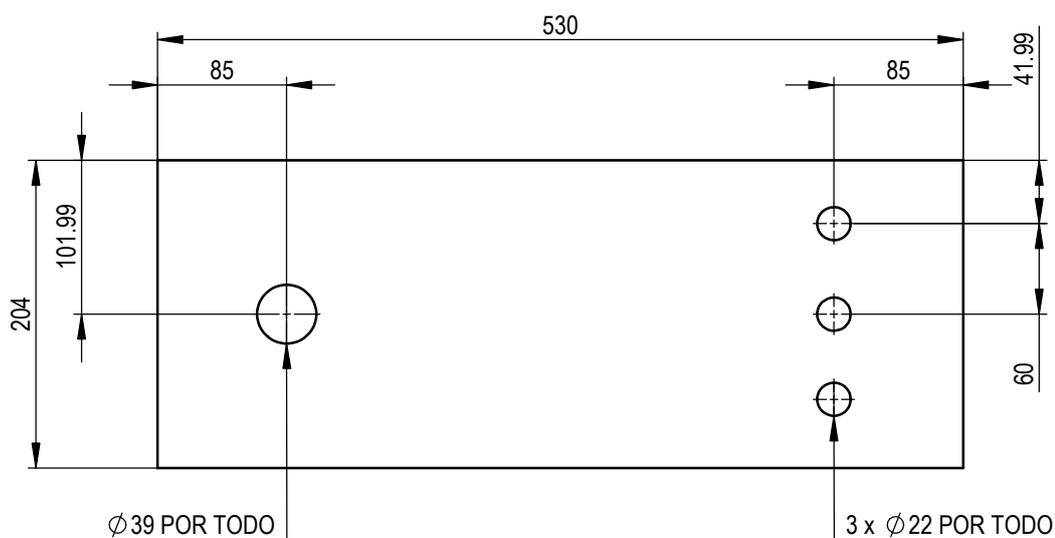
A

B

C

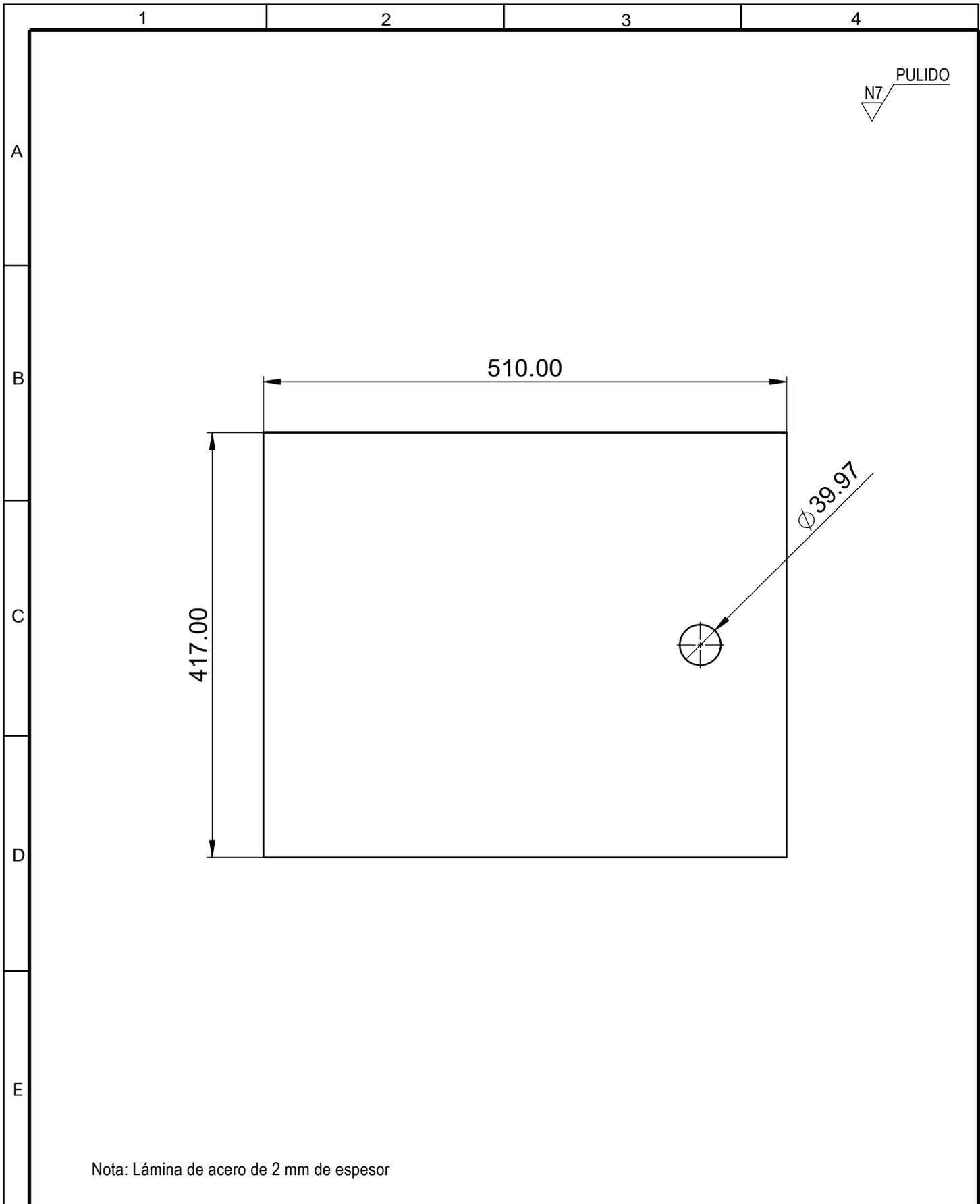
D

E



Nota: Lámina de acero de 2 mm de espesor

				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 1.63 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
					Fecha	Nombre	Denominación Lamina frontal para tablero
				Dib.	13/02/23	Bastidas B.	
				Rev.	13/04/23	Ing. Arroba C.	
				Apro	04/05/23	Ing. Arroba C.	Escala 1:5
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 19 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



Nota: Lámina de acero de 2 mm de espesor

				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 3.47 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación Lámina frontal para puerta	Escala 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib. 13/02/23	Gamboa L.		
				Rev. 13/04/23	Ing. Arroba C.		
				Apro 04/05/23	Ing. Arroba C.		
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 20 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

N7 AMOLADO

A

555

B

402

GMAW

J

462

C

D

30

30

2

DETALLE J
ESCALA 1 : 1

E

				Tolerancias ± 1 mm	(Peso) 3.45 kg	Materiales Acero ASTM A-36	
						Denominación Estructura para puerta	Escala 1:10
				Fecha	Nombre		
				Dib. 13/02/23	Gamboa L.		
				Rev. 13/04/23	Ing. Arroba C.		
				Apro 04/05/23	Ing. Arroba C.		
				U.T.A Mecánica		Número del Dibujo 21 de 21	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	