



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

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

TEMA:

**“SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM
BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE
MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE
MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”**

AUTORES: Richard Bernardo Guerrero Villacres
Flavio Enrique Bustos Tipantasig

TUTOR: Ing. Mg. Juan Gilberto Paredes Salinas

AMBATO- ECUADOR

Septiembre-2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”**, elaborado por los señores. Richard Bernardo Guerrero Villacres portador de la cédula de ciudadanía: Cl. 180443519-4 y Flavio Enrique Bustos Tipantasig portador de la cédula de ciudadanía: Cl. 050342239-6, estudiantes de la Carrera de Ingeniería 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.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Septiembre 2021

Ing. Mg. Juan Gilberto Paredes Salinas

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Nosotros, **Richard Bernardo Guerrero Villacres**, con C.I. 180443519-4 y **Flavio Enrique Bustos Tipantasig** con C.I. 050342239-6 declaramos que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de nuestra exclusiva responsabilidad como autores del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2021



.....

Richard Bernardo Guerrero Villacres

C.I.: 180443519-4

AUTOR



.....

Flavio Enrique Bustos Tipantasig

C.I.: 050342239-6

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 2021



.....
Richard Bernardo Guerrero Villacres

C.I.: 180443519-4

AUTOR



.....
Flavio Enrique Bustos Tipantasig

C.I.: 050342239-6

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por los estudiantes Richard Bernardo Guerrero Villacres y Flavio Enrique Bustos Tipantasig de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: **“SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”**.

Ambato, Septiembre 2021

Para constancia firman:

Ing. Mg. Diego Fernando Núñez Núñez
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Wilson Henry Vaca Ortega
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

Ante todo, primeramente, dedico este trabajo de Titulación a Dios por darme la fuerza necesaria y por ponerme en el camino correcto y hacerme ver que todo es posible en esta vida.

A mis padres Flavio Bustos y Concepción Tipantasig que fueron los pilares fundamentales en mi vida ya que sin ellos no se hubieran hecho realidad mis sueños y mis ganas de triunfar en esta vida; gracias por sus consejos y por enseñarme a ser una persona de buenos valores.

A mis hermanas Paulina, Angelica, Anita por sus consejos y sus aspiraciones de que prospere en mi vida.

A mi compañera de vida, gracias por estar en los momentos más difíciles de mi vida y apoyándome cuando más te he necesitado Katy V, y a mis amigos y compañeros de vida en todo Daniel A, Johan M, Mauro G.

A toda mi familia y personas que me ayudaron a ser realidad este trabajo de titulación

Enrique Bustos

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la prestigiosa Universidad Técnica de Ambato y a todos sus docentes y estudiantes que hacen que día a día se una de las mejores universales del país.

A los docentes de la carrera de ingeniería mecánica por sus consejos y enseñanzas que fueron necesarios para mi trabajo de titulación.

Al Ing. Juan Paredes, mi tutor de tesis gracias por la orientación brindada, apoyo moral y paciencia a mi persona y a mi compañero de tesis.

A mi compañero de tesis Richard G. Por sus conocimientos brindados y su ayuda para que este trabajo sea de lo mejor.

Enrique Bustos

DEDICATORIA

A mis padres Bernardo Guerrero y Sandra Villacres quienes han estado siempre a mi lado, me han apoyado incondicionalmente, me han enseñado que con esfuerzo y dedicación se consigue lo anhelado y quienes han sido el pilar fundamental para alcanzar una meta más en mi vida académica.

A mis hermanos quienes siempre han estado pendientes de mi dándome ánimo y ayudándome en cada dificultad que he tenido.

Richard Guerrero

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme durante mi carrera universitaria, por tenerles a mis padres a mi lado, por darme la sabiduría y la perseverancia para lograr llegar a una meta más en mi vida.

A mi hermano Diego Guerrero quien con sus consejos y conocimientos ha aportado para llegar a este logro.

A mi tutor el Ingeniero Juan Paredes por el apoyo, la dedicación y sus conocimientos para guiarme en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

A mis amigos quienes han hecho de esta carrera universitaria una convivencia llena de alegrías y apoyo mutuo.

Richard Guerrero

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
Índice general de contenidos	x
Índice de tablas.....	xiii
Índice de figuras.....	xiv
Índice de anexos.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO 1	1
Problema	1
1.1. Tema de investigación:.....	1
1.2. Justificación.....	1
1.3. Objetivos.	2
1.3.1. Objetivo general.	2
1.3.2. Objetivos específicos.	2
1.4. Fundamentación teórica.	2
1.4.1. Introducción al vacuum bagging (envasado al vacío).....	2
1.4.2. Proceso de envasado al vacío.....	3

1.4.3.	Efectos de los parámetros de procesamiento para el método de solo embolsado al vacío en la conformación de compuestos laminados.....	4
1.4.4.	Ventajas y desventajas del embolsado al vacío fibreglast.	4
1.4.5.	Construyendo un sistema de vacío con fibreglast.....	5
1.4.6.	Accesorios y conectores en el sistema de envasado al vacío fibreglast.	6
1.4.7.	Aplicaciones.....	8
1.4.8.	Fibra de vidrio.....	8
1.4.9.	Resina poliéster.....	10
1.4.10.	Fibra de vidrio más resina poliéster.....	11
1.4.11.	Resina aeropoxy	12
1.4.12.	Materiales compuestos	13
1.4.13.	Prensado al vacío de materiales compuestos.....	13
1.4.14.	Sistema de infusión de vacío.....	13
1.4.15.	Partes del sistema vacuum bagging.....	14
CAPÍTULO 2		26
METODOLOGÍA		26
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	26
2.2.	Metodología.....	27
2.2.1.	Diagrama de flujo del proyecto técnico.....	27
2.2.2.	Selección de alternativas.....	28
2.2.3.	Identificación de partes del sistema vacuum bagging.....	28
2.3.	Selección de materiales	29
2.3.1.	Diseño molde/lámina de acrílico.....	29
2.3.2.	Diseño del laminado.....	29
2.3.3.	Fabricación de mesa para ensayos de materiales compuestos.....	30
2.3.4.	Selección de la bomba de vacío.....	31
2.3.5.	Selección de bomba de vacío tabla de ponderaciones:	33

2.3.6.	Selección del vacuómetro.	37
2.3.7.	Diseño de trampa de resina.	38
2.3.8.	Selección de puerto de vacío.	39
2.3.9.	Selección de cinta sellante.	39
2.4.	Formato de informe para presentación de resultados.	41
2.4.1.	Informe de ensayos de materiales compuestos.	41
CAPÍTULO 3		43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		43
3.1.	Construcción del sistema vacuum bagging.	43
3.2.	Ensamblaje del sistema vacuum bagging.	49
3.3.	Procedimiento del proceso de conformado de materiales compuestos con el sistema vacuum bagging.	50
3.4.	Pruebas de funcionamiento del sistema vacuum bagging.	51
3.5.	Desarrollo de probetas solo con resinas y catalizadores.	66
3.6.	Resultado de probetas.....	66
3.6.1.	Tabulación y recolección de datos de los ensayos de tracción.	66
3.6.2.	Tabulación y recolección de datos de los ensayos de flexión.....	78
3.6.3.	Comparación de resultados de fabricación de probetas.	88
3.6.4.	Resultados de la practica de tracción.	90
3.6.5.	Resultados de probetas de flexión.....	92
3.7.	Costos de fabricación del sistema	93
3.8.	Costos por produccion por metro cuadrado	94
3.8.1.	Costo de operario por horas.	94
CAPÍTULO 4		100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		100
4.1.	Conclusiones.	100
4.2.	Recomendaciones.....	100

Bibliografía	102
Anexos	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Kit de envasado al vacío. [4].....	8
Tabla 2: Tipos de fibras de vidrio. [7].....	9
Tabla 3: Propiedades de distintos tipos de fibra de vidrio. [7]	10
Tabla 4: Forma de laminados.....	30
Tabla 5: tabla de datos de bomba de vacío. [26].....	32
Tabla 6: Tabla de datos de bomba de vacío favorcool. [27]	33
Tabla 7: Tabla de características de las bombas existentes en el mercado nacional..	35
Tabla 8: Tabla de comparativa de ponderaciones.....	36
Tabla 9: Características de la bomba de vacío seleccionada.....	37
Tabla 10: Características del vacuómetro seleccionado.....	38
Tabla 11: Informe de ensayos de materiales compuestos	41
Tabla 12: Accesorios para el proceso de fabricación.....	46
Tabla 13: Tabulación y recolección de datos de ensayos a tracción 1.....	67
Tabla 14: Tabulación y recolección de datos de ensayos a tracción 2.....	70
Tabla 15: Tabulación y recolección de datos de ensayos a tracción 3.....	73
Tabla 16: Tabulación y recolección de datos de ensayos a tracción 4.....	76
Tabla 17: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 1.....	79
Tabla 18: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 2.....	80
Tabla 19: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 3.....	82
Tabla 20: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 4.....	84
Tabla 21: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 5.....	86
Tabla 22: Comparación de resultados	89
Tabla 23: Costos de fabricación del sistema	93
Tabla 24: Materiales para la practica	94
Tabla 25: Costo de operario por mes.	94
Tabla 26: Tabla de datos – precios de materiales	95
Tabla 27: costos de producción de probetas	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Montaje de una bolsa de vacío para la unión de dispositivos. [1]	3
Figura 2: Sistema de vacío. [2]	5
Figura 3: Lista de verificación del producto fibreglast. [2]	6
Figura 4: Bomba de vacío. [2]	6
Figura 5: Medidor de vacío, vacuómetro.	7
Figura 6: Resina poliéster. [8].....	10
Figura 7: Fibra de vidrio más resina poliéster.....	11
Figura 8: Cantidad de fibra de vidrio y resina poliéster. [9]	12
Figura 9: Resina aeropoxy [11].....	12
Figura 10: sistema de vacío para materiales compuestos en chile. [13]	13
Figura 11: Sistema de infusión de vacío. [15].....	14
Figura 12: Bomba de vacío. [16].....	14
Figura 13: Bomba de vacío sin aceite. [16].....	15
Figura 14: Bomba de vacío con aceite. [15]	15
Figura 15: Bombas combinadas de canal lateral. [16]	15
Figura 16: Trampa de vacío.	17
Figura 17: Puerto de vacío. [8].....	17
Figura 18: Bolsas de vacío	18
Figura 19: Manta de absorción. [9]	18
Figura 20: Film perforado. [10]	19
Figura 21: Laminado equilibrado.....	20
Figura 22: Laminado simétrico.	20
Figura 23: Laminado antisimétrico.	21
Figura 24: Laminado unidireccional.	21
Figura 25: Laminado angular.	21
Figura 26: Laminado ANGLE PLY.....	22
Figura 27: Laminado CROSS PLY.....	22
Figura 28: Laminado QUASI ISOTRÓPICO	23
Figura 29: Moldes.	23
Figura 30: Cinta doble faz.....	24

Figura 31: Masilla de Cierre para Bolsa de Vacío. [11]	24
Figura 32: Tejido Pelable. [12]	25
Figura 33: Diagrama de flujo para el proyecto técnico.....	27
Figura 34: Representación esquemática de proceso de Bacuum bagging. [9].....	28
Figura 35: Diseño de mesa de trabajo	30
Figura 36: Bombas de vacío bullet- Megafrio S.A	31
Figura 37: Bombas de vacío – mundo compresor S. A. [26].....	32
Figura 38: Bomba de vacío favorcool. [27]	33
Figura 39: selección de bomba de vacío.	37
Figura 40: vacuómetro.	38
Figura 41: Trampa de resina.	39
Figura 42: Conector De Aluminio Para Vacío.....	39
Figura 43: Masilla de Cierre para Bolsa de Vacío. [11]	40
Figura 44: Cinta doble faz. [10]	40
Figura 45: Mesa de trabajo construcción.	43
Figura 46: Bomba de vacío comprada.	43
Figura 47: Vacuómetro seleccionado.....	44
Figura 48: trampa de resina seleccionada.	44
Figura 49: Bolsa de vacío seleccionado.....	45
Figura 50: Manta de absorción.....	45
Figura 51: Film perforado.	46
Figura 52: Masilla de cierre multiusos.....	46
Figura 53: Ensamblaje del sistema vacuum bagging.	49
Figura 54: Fabricación de placa de resina aeropoxy	66
Figura 55: Comparación de carga maxima a tracción.....	90
Figura 56: Comparación esfuerzo de fluencia	90
Figura 57: Comparación esfuerzo máximo a la tracción.	91
Figura 58: Comparación módulo de elasticidad.	91
Figura 59: Comparación de carga máxima a flexión..	92
Figura 60: comparación del esfuerzo máximo a flexión.	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Catalogo bombas de vacío Mega frio S.A.....	106
Anexo 2: Proforma Mega Frio S.A	107
Anexo 3: Factura bolsa de vacío + film perforado.....	108
Anexo 4: Ensayos de resistencia de impacto según ASTM D 5628-10.....	109
Anexo 5: Ensayos de probetas LENMAV – ensayos a tracción.....	117
Anexo 6: Desarrollo de lámina de resina aeropoxi	125
Anexo 7: Plano de placa de 300x300mm.....	128

RESUMEN

Este proyecto se realizó por la problemática que existe para fabricar probetas de mayor calidad, con mejores propiedades y en menor tiempo en los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato.

Buscando la mejora de los laboratorios se generó la construcción del sistema de vacío que consta de una bomba que absorbe los elementos por medio de mangueras, con una trampa de resina en el proceso para recolectar la resina y evitar daños al sistema, el molde a utilizar es un molde plano para generar probetas que puedan ser analizadas, sobre la probeta se monta capas especiales como son: tejido pelable, film perforado que ayuda al esparcimiento de la resina, manta de absorción que elimina el exceso de resina, éstas capas especiales se cubren con una bolsa de vacío pegado en los lados del molde con cinta sellante, se insertan dos válvulas de vacío que conectan el sistema de vacío entre el recipiente de resina, la probeta y la trampa de resina.

El proyecto concluye con la realización de pruebas de funcionamiento para las probetas realizadas con la máquina desarrollada.

Palabras clave: Vacuum bagging, Materiales compuestos, Probetas, Sistema de vacío, Trampa de resina.

ABSTRACT

This project was carried out due to the problem that exists to manufacture higher quality test tubes, with better properties and in less time in the laboratories of the Technical University of Ambato.

Looking to improve the laboratories, the construction of the vacuum system was generated, which consists of a pump that absorbs the elements through hoses, with a resin trap in the process to collect the resin and avoid damage to the system, the mold to be used. It is a flat mold to generate test tubes that can be analyzed, on the test tube special layers are mounted such as: peelable fabric, perforated film that helps to spread the resin, absorption blanket that removes excess resin, these special layers are covered With a vacuum bag taped to the sides of the mold with sealing tape, two vacuum valves are inserted connecting the vacuum system between the resin container, the cylinder, and the resin trap.

The project concludes with the performance of functional tests for the specimens made with the developed machine.

Keywords: Vacuum bagging, Composite materials, Test tubes, Vacuum system, Resin trap.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA

1.1. Tema de investigación:

“SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”.

1.2. Justificación.

Un material compuesto consiste en todo sistema formado a partir de la unión de dos o más materiales, con una fase continua constituida por la matriz y otra fase discontinua, denominada refuerzo, obteniéndose como resultado un nuevo material con propiedades características diferentes a las de los materiales constituyentes de manera aislada. [1]

Las bolsas de vacío se utilizan en el moldeo a baja presión de diversos productos aglutinados de plástico, caucho y resina, como plásticos reforzados, laminados y estructuras tipo sándwich adheridas. La bolsa proporciona un medio para aplicar presión a la pieza de trabajo que se va a reducir o curar. Por lo general, los materiales de la bolsa se degradan durante el proceso por la combinación de calor, presión, adhesivos corrosivos, atmósferas oxidantes, etc., de modo que la bolsa no se puede reutilizar o solo se puede usar durante un número limitado de ciclos. [1]

Las bolsas de vacío, también llamadas vacuum bagging, usadas en el ámbito industrial para mejorar la adhesión entre los diferentes materiales al formar un material compuesto en el ciclo de curado, por la presión uniforme que se puede generar en el proceso de vacío dentro de una bolsa, la presión sobre los materiales compuestos ayuda a su mezcla más homogénea, mantener espesores constantes y mayor esparcimiento de elementos aglutinadores en los materiales compuestos.

El método vacuum bagging permite obtener laminados de alta calidad, ofreciendo resultados superiores a los de la técnica de fabricación de materiales compuestos tradicionales, disminuyendo las porosidades y mejorando el acabado superficial.

En la Universidad Técnica de Ambato al ser generadora de materiales compuestos mediante procesos de investigación, se necesita una máquina de vacuum bagging para obtener mejores resultados en los procesos y composición de los nuevos materiales.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Seleccionar y construir un sistema vacuum bagging (envasado al vacío) para el conformado de materiales compuestos en el laboratorio de materiales de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar los parámetros de funcionamiento del sistema vacuum bagging.
- Seleccionar elementos para el sistema vacuum bagging.
- Construir el sistema vacuum bagging para el conformado de materiales compuestos.
- Realizar pruebas de funcionamiento, puesta a punto y calibración del sistema de vacío.

1.4. Fundamentación teórica.

1.4.1. Introducción al vacuum bagging (envasado al vacío).

El envasado al vacío es un proceso bien desarrollado, utilizado en las industrias aeroespacial y automotriz, para fabricar materiales compuestos laminados de alto rendimiento. El proceso de envasado al vacío emplea un diferencial de presión que actúa a través de dos lados de una membrana flexible para crear una carga distribuida uniformemente. En el trabajo tradicional con composites, esta fuerza de "sujeción" se

utiliza para dispersar y eliminar uniformemente el exceso de resina adhesiva. Esto también fuerza el contacto conforme entre el material compuesto y la superficie de un molde. [1]

En la composición por el método tradicional por lo general se ha de colocar del peso de tela el 100% de peso de resina, al tener un sistema de vacío esta relación se tiene que del peso de tela se aplica el 40% en peso de resina aproximadamente, esto por la absorción de excedente que lleva la composición. [2]

1.4.2. Proceso de envasado al vacío

En el proceso solo requiere pocos minutos para configurar las materias primas, lo que resulta en una unión fuerte y ópticamente transparente, previamente fabricado el molde a desarrollar las partes, los solventes o tratamientos superficiales se pueden incorporar a este método. [1]

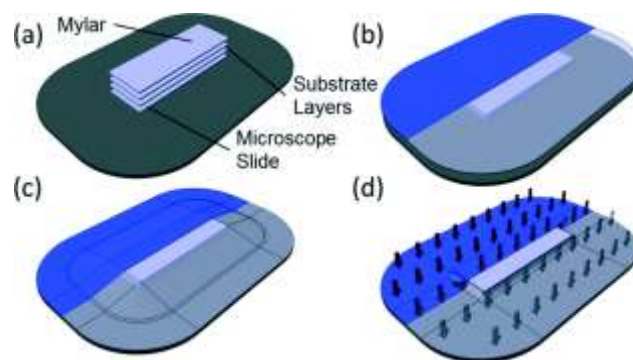


Figura 1: Montaje de una bolsa de vacío para la unión de dispositivos.
[1]

En la figura anterior se detalla el proceso de vacuum bagging, empezando por la colocación o armado de las capas sobre el molde definido, en el siguiente paso colocar una la bolsa de vacío sobre el molde fijándola por los lados y posteriormente sellándola para evitar filtraciones de aire.

Por último, se enciende la bomba de vacío que genera presión sobre la composición de materiales y los compacta permitiendo obtener las propiedades mecánicas, térmicas y visuales deseadas.

1.4.3. Efectos de los parámetros de procesamiento para el método de solo embolsado al vacío en la conformación de compuestos laminados.

Las estructuras compuestas complejas fabricadas con un método de bolsa de vacío de baja presión (VBO) son más susceptibles a defectos que los laminados planos debido a la presencia de condiciones de compactación complejas. [3]

Para el buen curado en el vacuum bagging (envasado al vacío), se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

Molde: su limpieza e imperfecciones, la parte tomara todas las imperfecciones presentes.

Bolsa de vacío: Seleccionar la bolsa de vacío de acuerdo a la presión a aplicarse.

Adhesivo de sellado: Adhesivo para la unión de la bolsa de vacío y el molde, evita que ingrese aire y disminuya la presión de vacío en el proceso.

Presión: aplicar la presión correcta que las capas se junten y elimine los excedentes de líquidos de adhesión.

Temperatura: Solo se controla en el proceso de vacuum bagging con materiales pre-impregnados (prepreg).

1.4.4. Ventajas y desventajas del embolsado al vacío fibreglast.

a. Ventajas.

Tamaño: Utilizado para fabricar piezas muy grandes (por ejemplo, palas de aerogeneradores).

Presión: La presión de consolidación relativamente baja de 1 bar mantiene bajos los costos de herramientas.

La presión atmosférica: se aplica de manera uniforme en todas las direcciones, proporcionando una consolidación uniforme de la pieza.

Propiedades mecánicas: con un bajo peso se obtiene muy buena resistencia mecánica.

b. Desventajas.

Presión: La presión de consolidación es menor que la de otros procesos como el moldeo por compresión o la autoclave. Esto limita el contenido de fibra alcanzable y, por lo tanto, el rendimiento de la pieza.

Desechos: El envasado al vacío genera una gran cantidad de consumibles de desecho: la bolsa de vacío, la capa protectora y el tejido respiradero suelen desecharse después de su uso.

Acabado: Solo proporciona un buen acabado superficial en el lado de la herramienta de la pieza. El acabado de la superficie del lado de la bolsa será menos bueno.

1.4.5. Construyendo un sistema de vacío con fibreglast.

Para el diseño de un sistema de embazado al vacío es necesario seleccionar una bomba de vacío de calidad, que es el elemento que más influencia tiene en el proceso.

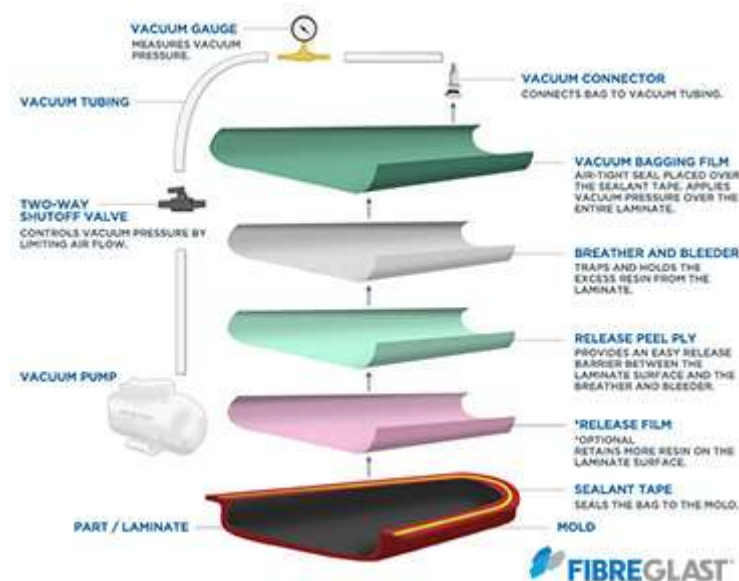


Figura 2: Sistema de vacío. [2]

Las bombas se clasifican típicamente por la potencia del motor, el tipo de mecanismo de bombeo (paleta rotatoria, diafragma, pistón, etc.), el volumen de aire desplazado en pies cúbicos por minuto (CFM) y la presión de vacío máxima alcanzable en pulgadas de mercurio ("Hg.) Es recomendable hacer coincidir el tamaño de la bolsa, la tasa de

vacío deseada y la presión final con la de la bomba para obtener mejores resultados. [2]

Fibreglast empresa especializada en fibras y sus combinaciones, recomienda:

Artículo	Descripción	
Bomba combinada de presión / vacío de 0,28 HP	Esta bomba de vacío sin aceite es perfecta para aplicaciones básicas de embolsado al vacío. ¡Es silencioso, compacto y portátil! Si bien no está diseñada para uso continuo, esta bomba es perfecta para completar un proyecto pequeño y rápido donde se necesita vacío durante menos de 2 horas.	SHOP NOW >
Bomba de vacío de paletas rotativas de 0.3 HP	Esta bomba de vacío de paletas rotativas sin aceite es ideal para aplicaciones en pequeñas tiendas y universidades donde los tamaños y formas de las piezas cambian constantemente.	SHOP NOW >
Bomba de vacío industrial de .56 HP	Este cachorro de alta resistencia se adapta a casi cualquier tamaño de aplicación de infusión de resina o embolsado al vacío. Está diseñado para funcionar continuamente con muy poco mantenimiento, perfecto para manejar la carga de trabajo en un taller ajetreado.	SHOP NOW >
Bomba de vacío comercial de paletas rotativas de 1.2 HP	Con el doble de caballos de fuerza y el triple de CFM de nuestra bomba de vacío comercial, esta bomba de vacío de paletas rotativas 100% libre de aceite está diseñada para aplicaciones de servicio pesado y puede manejar múltiples proyectos de infusión y embolsado al vacío simultáneamente.	SHOP NOW >

Figura 3: Lista de verificación del producto fibreglast. [2]

En la figura anterior la empresa fibreglast nos recomienda las diferentes opciones que tenemos para generar una correcta fuerza de vacío según nuestras necesidades

1.4.6. Accesorios y conectores en el sistema de envasado al vacío fibreglast.

Bomba de vacío: debe estar conectada a la propia bolsa con acoples sellados y mangueras o tubería apropiada.



Figura 4: Bomba de vacío. [2]

Esta bomba de vacío de paletas rotativas sin aceite es ideal para aplicaciones en pequeñas tiendas y universidades donde los tamaños y formas de las piezas cambian constantemente. Viene equipado con álabes de carbono, filtro de succión incorporado, válvula reguladora de vacío y brida integral a un motor TEFC de 0.28 HP, 110-220 voltios, 50/60 Hz, 1 fase. [4]

Tubo: El tubo para el sistema de vacío debe tener la propiedad de no contraerse con la fuerza de vacío provocada en por la bomba en el sistema.

Bolsa de vacío: Bolsa con acople para tubería y posterior bomba de vacío.

Medidor de vacío: o también llamado vacuómetro ubicado junto a la bomba de vacío para la visualización de la presión de vacío generada.



Figura 5: Medidor de vacío, vacuómetro.

Kit de inicio de envasado al vacío: fibreglast ofrece el kit de envasado al vacío que contiene:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
# 2215-A Pequeño regulador / filtro para instalar entre su compresor de aire y el generador de vacío. Este producto también le permite marcar la presión de aire correcta.	1
# 2229-A Generador de vacío de alta eficiencia, capaz de aspirar desde una fuente muy pequeña.	1
Ensamblajes de manguera de aire # 2217-A, longitudes de 5 pies para conectar su compresor de aire y regulador, y el regulador al	2

generador de vacío.	
Manómetro de vacío # 2218-A con conexión en T que le permite monitorear fácilmente la presión de vacío en cualquier lugar de la línea de su tubería, ¡colóquelo donde lo desee! Puede medir cerca de la bomba o directamente en la pieza.	1
pies de tubo de vacío # 893 de 1/2 "	10
Abrazaderas de manguera # 789-A	4
Conector de vacío # 891-A	1

Tabla 1: Kit de envasado al vacío. [4]

En la tabla anterior se tiene las especificaciones de lo que contiene el kit de envasado al vacío con un costo de \$429.95 dólares americanos, la ubicación de fibreglast es en Brookville, OH 45309, Estados Unidos.

1.4.7. Aplicaciones.

Las aplicaciones en gran parte se dan en el ámbito de la industria de la aeronáutica y automoción, por la capacidad del proceso de disminuir el peso y desarrollar mejores propiedades mecánicas.

Como aplicación también se tiene en los laboratorios de distintas universidades para proyectos, investigación y desarrollo de productos y materiales compuestos.

1.4.8. Fibra de vidrio.

La fibra de vidrio, elemento usado desde la época de los egipcios, quienes la usaron para crear vasos y alfajores para las tumbas de los faraones, las fibras de vidrio usadas para reforzar matrices y formar materiales compuestos, productos del moldeo. [7]

Los materiales compuestos de fibra de vidrio llevan las siguientes características:

- Buena relación resistencia / peso.
- Buena estabilidad dimensional.
- Buena resistencia al calor.
- Buena resistencia al frío.
- Buena resistencia a la humedad y a la corrosión.

- Buenas propiedades aislantes eléctricas.
- Facilidad de fabricación.
- Costo relativamente bajo.

a. Tipos de fibras de vidrio

Tabla 2: Tipos de fibras de vidrio. [7]

Tipos de fibras de vidrio	
Vidrio E (eléctrico):	Representa casi la totalidad del vidrio textil utilizado en materiales compuestos, más del 90 % de los refuerzos y tiene buenas propiedades eléctricas.
Vidrio A (alto contenido de álcali):	Es menos resistente y tiene un módulo más bajo que el vidrio E, presenta gran resistencia química.
Vidrio AR (álcali resistente):	Es el único tipo de vidrio que puede combinarse con el hormigón o cemento.
Vidrio C (químico):	se sitúa entre el vidrio A y el E y se utiliza entre las capas superficiales de estructuras anti corrosión, tiene una alta resistencia química.
Vidrio R ó S (resistencia):	Empleado en estructuras de elevadas características mecánicas, tiene una resistencia a la tracción y un módulo de elasticidad muy superiores a los otros tipos de vidrio, resistente a la fatiga, temperatura y humedad.
Vidrio D (dieléctrico):	Con sus altas propiedades dieléctricas se utiliza sobre todo en la construcción de materiales electrónicos de telecomunicación. Estos materiales presentan muy débiles pérdidas eléctricas
Vidrio B (boro):	Tiene excelentes propiedades eléctricas y gran durabilidad. Es borosilicato de calcio de bajo contenido de álcali.
Vidrio ERC (eléctrico y	Con propiedades eléctricas combinadas con

resistente químico):	resistencia química.
Vidrio X:	Con base de Li ₂ O por su transparencia a rayos X.

b. Propiedades de distintos tipos de fibra de vidrio

Tabla 3: Propiedades de distintos tipos de fibra de vidrio. [7]

Tipo	Vidrio A	Vidrio E	Vidrio S	Vidrio R
Diámetro de Hilo (um)	5 – 13	10 – 20	10	10
Densidad (Kg/m³)	2500	2580	2480	2590
Módulo de elasticidad (GPa)	69	72.5	86	85
Resistencia a la tracción (GPa)	3.1	3.4	4.59	3.4 – 4.4
Módulo específico	28	28	34	33
Coefficiente de expansión térmica (10⁻⁶/K)	8.6	5	5.1	5

1.4.9. Resina poliéster.

La resina poliéster, se lo encuentra en estado líquido, que pasa de estado líquido a estado sólido cuando se le aplica un catalizador o endurecedor.



Figura 6: Resina poliéster. [8]

a. Tipos de resinas de poliéster:

ORTOFTALICAS: De uso general, moldeo en general con fibra de vidrio.

ISOFTALICAS: Buen desempeño mecánico, de alta resistencia al ambiente, resistente a agentes químicos y al agua

b. Normas de seguridad resina poliéster:

- Almacenar en lugar fresco de 18°C a 21°C.
- No fumar mientras se trabaja con el producto.
- No tenerlo cerca de fuentes de calor, chispas o fuego.
- Evitar el contacto con la piel, tener una ventilación adecuada, lavado de las manos después del uso del material. [8]

1.4.10. Fibra de vidrio más resina poliéster.

La resina poliéster en su estado sólido es alta resistencia a la compresión y temperaturas, son rígidas y nada flexibles, al aplicar refuerzo de fibra de vidrio, se logra conjugar una gran resistencia y con la flexibilidad aportada por la fibra de vidrio, creando un material compuesto de gran utilidad para el ámbito industrial.



Figura 7: Fibra de vidrio más resina poliéster.

Las características de resistencia y flexibilidad se las dará el fabricante al momento de aplicar las capas de fibra de vidrio y resina poliéster.

Para la aplicación de cantidades, el fabricante recomienda las siguientes cantidades, calculadas por metro cuadrado (m²):

TABLA DE CONSUMO – P.R.F.V.

CANTIDAD DE FIBRA DE VIDRIO Y RESINA POLIÉSTER POR M2 Y POR CAPA

Capas	Fibra 450gr/m2	Resina Pol.	Fibra 300gr/m2	Resina Pol.	Tela 220gr/m2	Resina Pol.
1	0,450	1,125	0,300	0,750	0,220	0,250
2	0,900	2,250	0,600	1,500	0,440	0,500
3	1,350	3,380	0,900	2,250	0,660	0,750
4	1,800	4,500	1,200	3,000	0,880	1,000
5	2,250	5,600	1,500	3,750	1,100	1,250

*Cantidades expresadas en Kg

Figura 8: Cantidad de fibra de vidrio y resina poliéster. [9]

1.4.11. Resina aeropoxy

La resina también conocida como PR2032, es una resina de laminación de viscosidad media, esta resina es de estructura reforzada para aplicaciones en producciones estructurales.

La resina aeropoxy se usa con endurecedores como la fibra de vidrio, fibra de carbono y fibras de aramida, las aplicaciones que se le da son especialmente en aeronaves, sector de la automoción, radios y piezas de tipo profesional. [10]



Figura 9: Resina aeropoxy [11]

1.4.12. Materiales compuestos

Los materiales compuestos consisten en la unión de una matriz y un refuerzo, se pueden combinar fibras con resinas como el ejemplo más común en laminados, después podemos desarrollar mayor cantidad de laminados para distintas utilidades, un ejemplo más completo sería los materiales usados para los vehículos de la fórmula uno que son de materiales compuestos por fibra de carbono y resinas. [12]

En el desarrollo de materiales las investigaciones pueden desarrollar materiales con fibras sintéticas, vegetales entre otras.



Figura 10: sistema de vacío para materiales compuestos en Chile. [13]

1.4.13. Prensado al vacío de materiales compuestos.

Actualmente la demanda de prensas al vacío va creciendo por la necesidad de investigación en el ámbito educativo buscando el desarrollo de los procesos industriales en el ámbito de la ingeniería de materiales compuestos.

La prensa al vacío está expresada como una solución para dar un resultado con mejores características comparando los valores de peso, espesores y propiedades mecánicas (resistencia a la tracción, flexión e impacto). [14]

1.4.14. Sistema de infusión de vacío.

El kit de inicio por carbono composites está formado por:

Bomba de vacío, recipiente para salida de resinas, vacuómetro, bolsa de vacío, manguera de vacío de 5mm, malla de absorción de resina, espiral de alimentación de resina, cinta selladora de bolsa de vacío malla de distribución de resina. [15]



Figura 11: Sistema de infusión de vacío. [15]

1.4.15. Partes del sistema vacuum bagging.

a. Bomba de vacío.

La bomba de vacío es un equipo mecánico diseñado para extraer gases o líquidos del interior de recipientes o sistemas, mediante el trasiego de los gases / fluidos que contienen. [15]



Figura 12: Bomba de vacío. [16]

Con el proceso de vacío se obtiene presiones menores a la presión atmosférica, para el sistema del presente proyecto de investigación la utilidad es generar presión para la extracción del exceso de líquidos en las muestras.

Existen tres tipos de bombas de vacío:

Bombas de vacío sin aceite: en su interior esta compuesta por un rotor, paletas móviles y camisa, estos componentes generan cámaras que poco a poco se van modificando en tamaño, los niveles obtenidos son de 100 mbar hasta 2 bar relativo y los caudales van desde 2m³/h a 500m³/h. [16]



Figura 13: Bomba de vacío sin aceite. [16]

Bomba de vacío con aceite: tienen el mismo funcionamiento que las bombas sin aceite elevando la estanqueidad en las cámaras generadas por los componentes. Se puede alcanzar hasta 0.5mbar de presión.



Figura 14: Bomba de vacío con aceite. [15]

Bombas combinadas de canal lateral: las bombas combinadas tienen en su interior una turbina con aspas inclinadas dentro de un canal cerrado que conduce al gas, la fuerza centrífuga provoca la diferencia de presiones en el canal interno.

Se obtienen caudales de 1050 m³/h y niveles de vacío hasta -550 mbar relativo y de presión hasta 660 mbar relativo.



Figura 15: Bombas combinadas de canal lateral. [16]

Los principios básicos de las bombas de vacío inician con la ecuación del gas ideal en un sistema cerrado en donde la presión multiplicada por el volumen es siempre constante como se muestra a continuación:

$$P \times V = \text{Constante.} \qquad \text{Ecuación 1}$$

Si la masa del aire de un recipiente no varía, el volumen que este ocupa es inversamente proporcional a la presión que se ejerce en dicho recipiente.

Ejemplo:

$$\begin{array}{ll} V_1 = 1\text{m}^3 & V_2 = 0,5\text{m}^3 \\ p_1 = 1000\text{mbar} & p_2 = 2000\text{mbar} \end{array}$$

La ecuación del gas ideal en un sistema abierto indica que Cuando la masa de aire que pasa por un tubo no varía, el caudal depende de la velocidad del fluido:

$$P \times Q = m \times R \times T \qquad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

SÍMBOLO	DETALLE	UNIDADES
P	presión	Pa
Q	caudal	m ³ /h
m	masa	kg
R	specific gas constant	J / kg K
T	temperatura	K

Los elementos mecánicos usados para modificar el volumen de las cámaras que contienen el gas o utilizamos sistemas de rotación que garantizan el trabajo en continuo de manera uniforme evitando pulsaciones de bombeo. [7]

b. Trampa de resina.

Recipiente de paso, que interviene en un sistema para retirar líquidos o sólidos de acuerdo a la necesidad del sistema en el que esta interviniendo.



Figura 16: Trampa de vacío.

Una trampa de vacío debe ser robusta para recibir los líquidos y sólidos presentes en el sistema y soportar la presión de vacío aplicada al sistema, los materiales pueden ser de plástico no flexible, aluminio o acero.

La hermeticidad un factor importante en su utilización y funcionamiento.

c. Puerto de vacío.

El puerto de vacío es el acople que genera la unión entre las mangueras del sistema y una bolsa plástica o recipiente que contiene el área a aplicar vacío.



Figura 17: Puerto de vacío. [8]

Los puertos de vacío tienen en su interior un sistema que permite el flujo del líquidos, aire o partículas en una sola dirección, evitando ingresos de aire por fallas en el sistema de vacío.

d. Bolsa de vacío.

Las bolsas de vacío, son bolsas flexible constituidas de poliamida y polietileno, puede ser de 80 micras, 90 micras, 120 micras o mayor de acuerdo a la utilidad que se le aplique.



Figura 18: Bolsas de vacío

e. Manta de absorción.

Es un sistema micro poroso fabricado por fibras de poliéster para la eliminación de exceso de resina en el proceso de composición de materiales compuestos, también es usada como elemento homogeneizador del vacío en la superficie aplicada.



Figura 19: Manta de absorción. [9]

f. Film perforado.

Usado entre el tejido apalable y la manta de absorción en el proceso de laminado, permite el paso de aire atrapado en el laminado y el exceso de resina.

Las características de este film son de alta elongación de 200% a 400%, resistente a temperaturas de trabajo, espesores de 20 a 80 micrones.

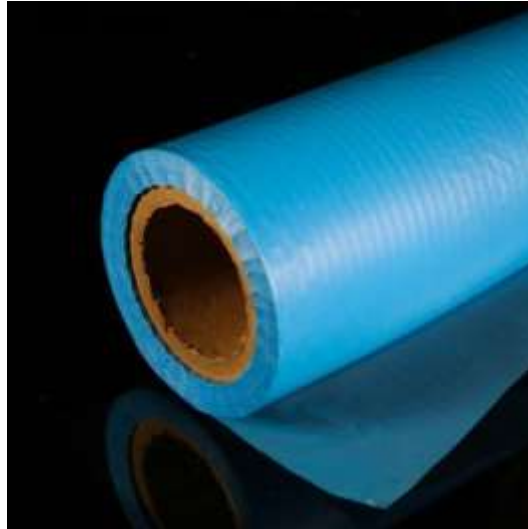


Figura 20: Film perforado. [10]

g. Laminado.

Un laminado es sinónimo de material compuesto de varias capas para lograr características específicas, puede ser de dureza, resistencia, flexibilidad entre otros, los materiales compuestos se componen de una matriz y material de refuerzo, siempre partiendo de un molde del modelo a obtenerse.

Los laminados se caracterizan por su elevada resistencia en todas las direcciones, ligeros y de bajo coste.

Existen tipos de laminados:

Laminado equilibrado:

Se aprecia que se equilibra con posición de las láminas inferiores, como se muestra en la siguiente figura.

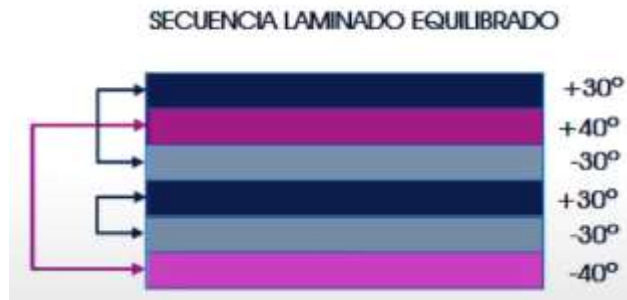


Figura 21: Laminado equilibrado

Identificando con la nomenclatura correspondiente:

(+30/+40/-30/+30/-30/-40)

Laminado simétrico:

Es aquel que para cada capa localizada a una distancia del plano medio de la composición o fila neutra del laminado, exista otra con las mismas características a la misma altura de la fila neutra.

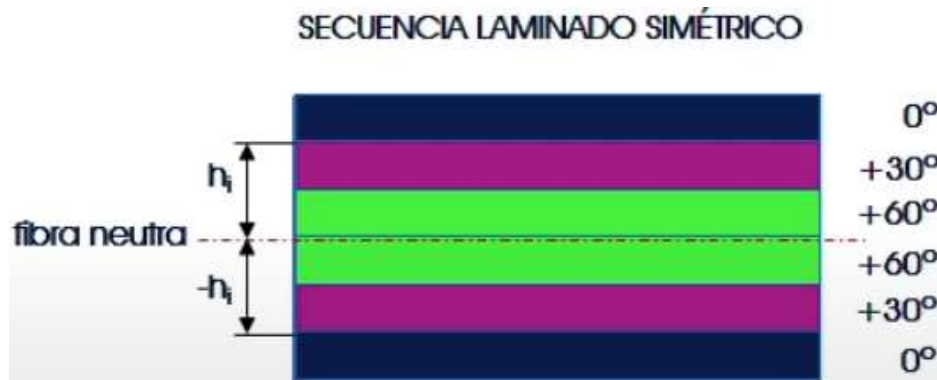


Figura 22: Laminado simétrico.

Laminado asimétrico:

Para cada capa situada a una distancia del plano medio se tiene una con el sentido opuesto en el lado opuesto del plano medio o la fila neutra.

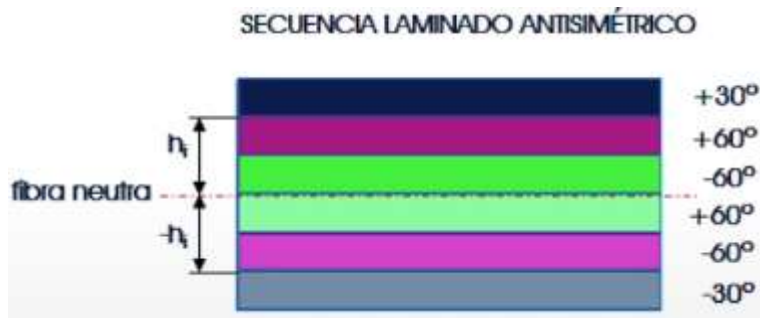


Figura 23: Laminado antisimétrico.

Laminado unidireccional:

Todas las capas componen el laminado presentado en el mismo ángulo.



Figura 24: Laminado unidireccional.

Laminado angular:

Las direcciones de las láminas no coinciden con las direcciones de las láminas 0 ,90, 180 o 270.

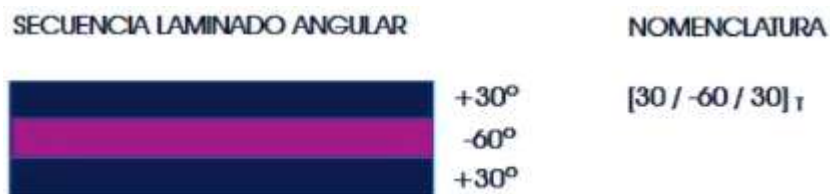


Figura 25: Laminado angular.

Laminado angle ply:

El laminado ANGLE PLY, se los llama a un laminado angular que esta equilibrado los diferentes ángulos.

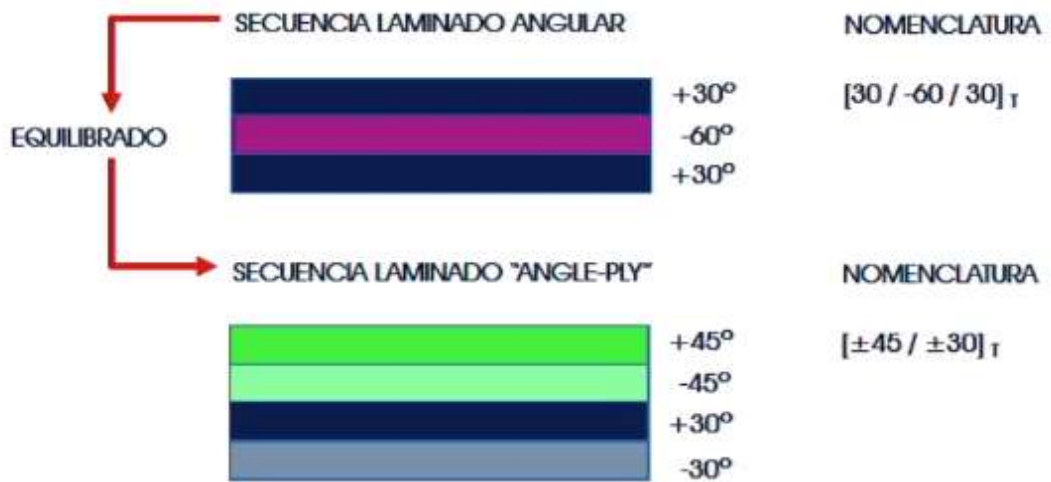


Figura 26: Laminado ANGLE PLY.

Laminado CROSS PLY:

Son similares a los anteriores, pero es este caso siempre se encuentran a 0 y 90 grados.



Figura 27: Laminado CROSS PLY.

Laminado QUASI ISOTRÓPICO:

Su acoplamiento es similar a una lámina ortótropa, tiene 3 planos de simetría y se comporta de forma idéntica en las tres direcciones, el ángulo entre láminas deberá ser 360/n con la siguiente composición:

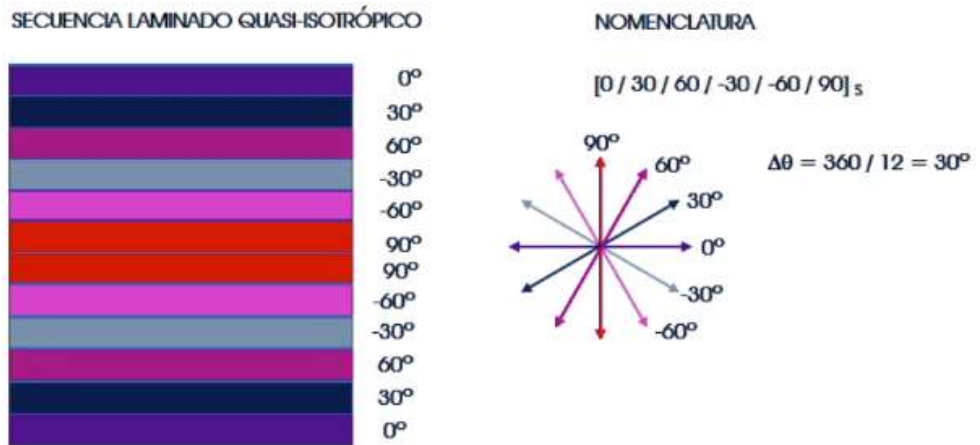


Figura 28: Laminado QUASI ISOTRÓPICO

h. Molde/lámina de acrílico.

Los moldes son partes negativas del modelo que deseamos obtener, pueden ser planos, curvos o irregulares.



Figura 29: Moldes.

Los moldes para materiales compuestos, son moldes de tipo abierto, solo está considerada una parte para ser colocadas las láminas en su parte útil o matriz.

i. Cinta sellante.

La cinta sellante se la puede usar la cinta doble faz que genera un pegado de dos materiales.



Figura 30: Cinta doble faz

El material más apropiado es la masilla de cierre multiusos, esta masilla tiene una resistencia a la temperatura, hasta los 210 °C, tiene buena adhesión a la mayoría de metales y compuestos, no libera humos, no contiene disolventes ni sustancias nocivas, es repelente al agua y no se endurece.

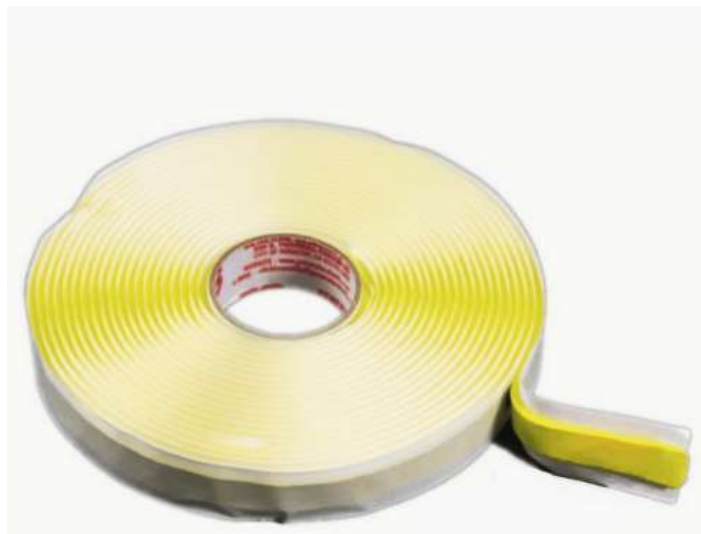


Figura 31: Masilla de Cierre para Bolsa de Vacío. [11]

Para su aplicación debe prepararse la superficie, limpieza y desinfección, se aplicará directamente desde el rollo, presentaciones de 3mmx12mmx15metros de largo cada rollo.

j. Tejido pelable.

Tela o manto que cubre el laminado, permite el paso de la resina y su distribución en el molde , tiene propiedades de desmoldeo , no se pega con el compuesto (resina o fibra de vidrio).



Figura 32: Tejido Pelable. [12]

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1. Antecedentes de la investigación.

Arruti [5], presenta las técnica de bolsa de vacío en cámara de vacío para la fabricación de materiales compuestos de matriz epoxi y en el artículo de la revista tiene como conclusión que el método de vacuum bagging permite obtener laminados de alta calidad tal como se observó en las micrográficas ópticas, ofreciendo resultados superiores a los de la técnica de fabricación tradicional, en cuanto al contenido de porosidades y al acabado de las superficies.

Para Zahid, Chen [6], presenta la investigación que propone desarrollar una técnica novedosa para la creación de carcasas de cascos antidisturbios compuestos con continuidad de fibra de refuerzo para una mejor protección contra impactos de baja velocidad y en este artículo de investigación, se ha establecido y discutido un método innovador, simple y efectivo para hacer una carcasa de casco reforzada con textil continuo de una sola pieza utilizando bolsas al vacío, esta técnica que permite buena moldeabilidad, baja rigidez al cizallamiento y facilidad de producción, fabricando elementos con materiales compuestos de una sola pieza sin arrugas en su terminado.

Los ingenieros Nisrin, Abdelal, Mohammed y Al-Saleh [7] presentan en la revista Tecnología e ingeniería de polímeros-plásticos la investigación de la utilización del proceso de embolsado al vacío para preparar compuestos epoxi modificados con fibra de carbono / CNT con propiedades mecánicas mejoradas, en el cual se investigaron los efectos del epoxi modificado con nanotubos de carbono y del agente de encolado enriquecido con nanotubos de carbono sobre las propiedades de tracción y el modo de falla de los compuestos unidireccionales de fibra de carbono / epoxi, para el proceso se ha utilizado el método de vacuum bagging.

Los investigadores Schmidt-Eisenlohr, Vistein y Brandt [8] presentaron a la revista automated composites manufacturing la investigación titulada Introducción de un sistema de agarre multi cinemático para el proceso de embolsado al vacío de estructuras compuestas aeroespaciales de formas complejas, en el cual se indica que el

envasado al vacío es esencial para producir piezas compuestas de alta calidad, para el uso en la automoción se lo ha automatizado y robotizado el proceso para mejorar tiempos en las entregas de los productos.

2.2. Metodología.

2.2.1. Diagrama de flujo del proyecto técnico.

Para un mejor desarrollo del proyecto técnico es necesario definir un diagrama de flujo que nos permita realizar las actividades en forma ordenada, el diagrama de flujo se muestra en la siguiente figura:

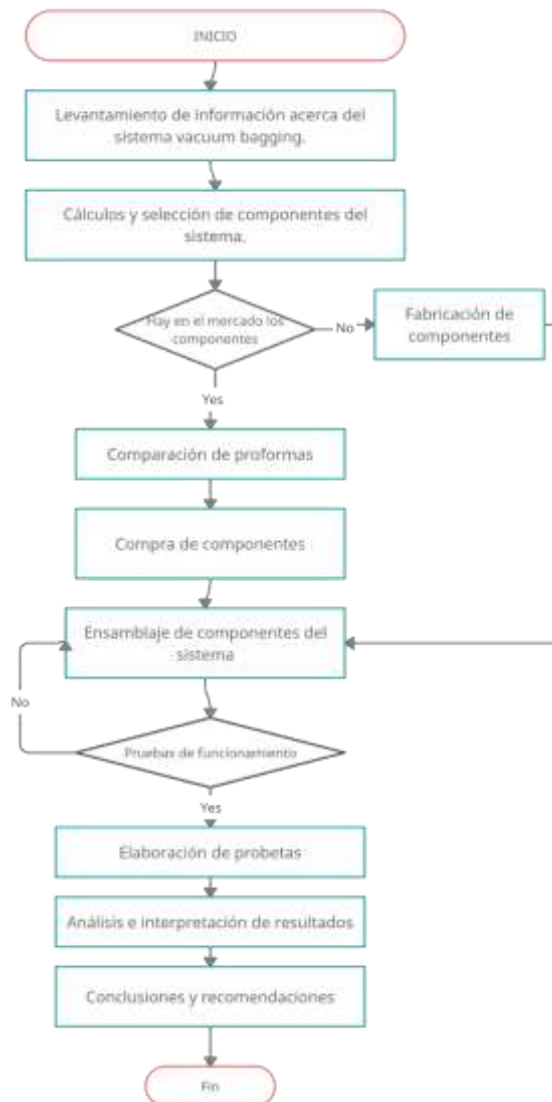


Figura 33: Diagrama de flujo para el proyecto técnico.

2.2.2. Selección de alternativas.

Para el desarrollo del proyecto es necesario valorar los parámetros sobre los cuales se fundamenta el sistema vacuum bagging (envasado al vacío), situaciones reales de funcionamiento, cálculos en las presiones y resistencia de sus componentes.

Partes usadas en el sistema se realizará una selección de los componentes con las condiciones de funcionamiento óptimas y se buscará en el mercado nacional para su adquisición y posterior armado o ensamblaje.

2.2.3. Identificación de partes del sistema vacuum bagging.

El investigador Arruti [9], presenta el siguiente diagrama del sistema de vacuum bagging.

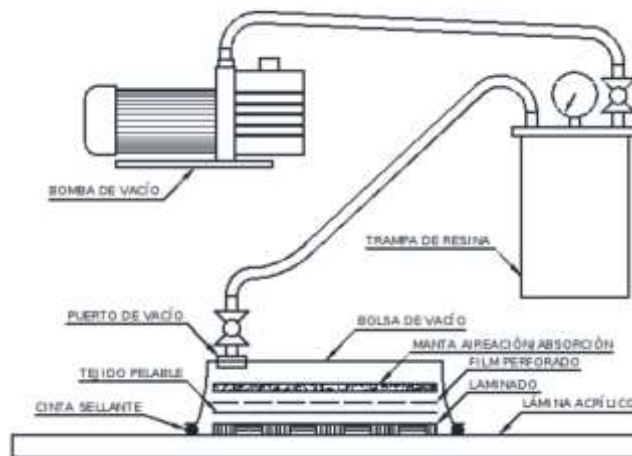


Figura 34: Representación esquemática de proceso de Vacuum bagging.
[9]

En la Figura 34 se observa los componentes del sistema de vacuum bagging, que se enumeran a continuación:

1. Bomba de vacío.
2. Vacuómetro.
3. Trampa de resina.
4. Puerto de vacío.
5. Bolsa de vacío.
6. Manta de absorción.
7. Film perforado.

8. Laminado.
9. Molde/lámina de acrílico.
10. Cinta sellante.
11. Tejido pelable.

Cada elemento cumple una función específica para el correcto funcionamiento del sistema.

2.3. Selección de materiales

En este apartado desarrollamos la selección de cada componente para el sistema de envasado al vacío (vacuum bagging).

2.3.1. Diseño molde/lámina de acrílico.

Para la investigación, pruebas de funcionamiento y manejo de probetas, se ha tomado la decisión de generar dos tipos de probetas:

1. Probetas sobre lámina de acrílico de 6mm, consiguiendo probetas planas para poder efectuar pruebas de resistencia (pruebas de tracción) y comparación de pesos.

Estas probetas detallan las dimensiones de 180x200 (ancho x largo) el espesor estará restringido a mediciones como resultado de las investigaciones y ensayos.

El molde plano se colocará filos para evitar el escurrimiento de la resina hacia el exterior de alto de 6mm.

2. Probeta sobre molde para comparación de terminados (porosidad, terminado en las esquinas) y comparación de pesos.

El molde fue fabricado para métodos de investigación y ensayos.

2.3.2. Diseño del laminado.

Se desarrollo un laminado con fibra de vidrio más resina epoxica, las cantidades a colocar en cada muestra son indicadas en la Tabla 4.

Tabla 4: Forma de laminados.

LAMINADO FIBRA DE VIDRIO + RESINA EPOXICA.		
Material	Cantidad / Peso	observaciones

Esta tabla sera ingresada en el informe de la fabricacion de materiales compuestos, se llenara de acuerdo a cada modelo desarrollado.

Es necesario usar una balanza para tomar los datos del peso de cada componente colocado, en la tabla indicada se mostrara los materiales la cantidad y peso colocado.

Estos resultados se mostrarán en el informe detallado en el ítem 2.4 ,literal 2.4.1 Informe de ensayos de materiales compuestos.

2.3.3. Fabricación de mesa para ensayos de materiales compuestos.

Para el dimensionamiento del lugar de trabajo en el cual se realizarán los ensayos, se ha tomado como referencia los espacios disponibles en los laboratorios y la cantidad de probetas que se puede tomar en cada caso.

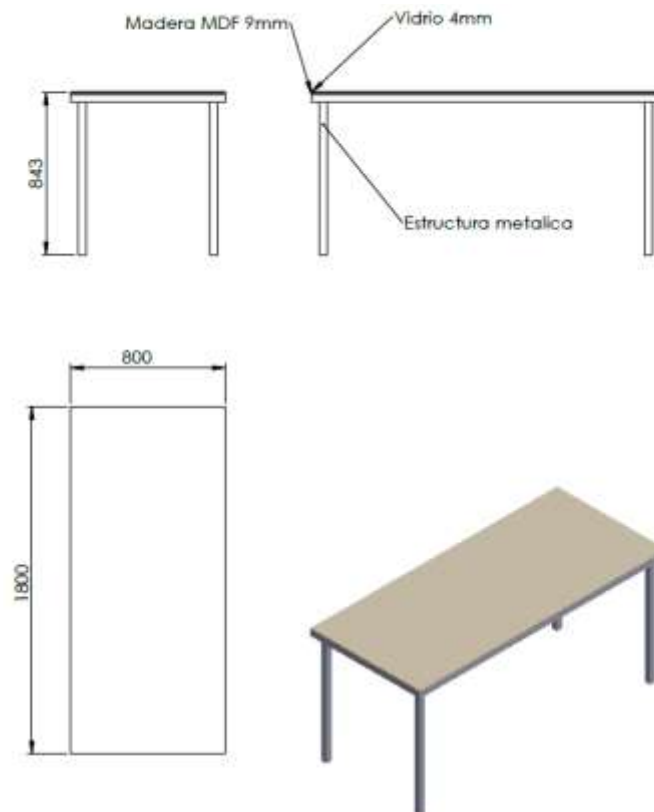


Figura 35: Diseño de mesa de trabajo

La mesa de trabajo se la fabrico en varios materiales, una estructura metálica, con una cubierta superior de madera MDF de 9mm y una cubierta de vidrio templado de 4mm de espesor para evitar el pegado de residuos y facilitar la limpieza.

2.3.4. Selección de la bomba de vacío.

En las cotizaciones se ha buscado distribuidores nacionales que distribuyan este tipo de equipos (bombas de vacío).

Se han encontrado varios dentro de los cuales sobresale la empresa MEGAFRIO S.A. que nos indica el modelo y la marca que tiene en distribución.

BOMBAS DE VACÍO (BULLET)

[Inicio](#) » [Ver productos](#) » BOMBAS DE VACÍO (BULLET)

simple y racional; el diseño especial de las bombas de vacío QE QUALITY gran par de arranque garantiza un arranque normal en condiciones de baja temperatura ($\approx 5^{\circ}\text{C}$) y baja tensión (con tensión nominal $\pm 10\%$); El diseño unibody del mango, la caja del condensador y el filtro de escape hace que la unidad sea más eficiente con un diseño conciso.



Modelo	Voltio	Hr.	CFM	Wattios	Velocidad del motor	Vacío definitivo	Capacidad de aceite	Dimensiones	Peso	HP. Mínimo	Cartón principal
QVP-180	110	50/60	1.8 / 2.1	150/170	2880/3440	2 Pa / 150 micrones	150 ml	260x114x216	5,5 KILOGRAMOS	1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-400	110	50/60	3.8 / 4.5	330/380	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	550 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,3 KILOGRAMOS	.5 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-600	110	50/60	4.8 / 5.5	500/550	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	400 ml	348x138x245 MILIMETRO	10,5 KILOGRAMOS	0,75 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-900	110	50/60	8.0 / 9.5	570/630	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	380 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,8 KILOGRAMOS	.84 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-400-2V	110/220	50/60	3.8 / 4.5	330/380	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	550 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,3 KILOGRAMOS	.5 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-300-2	220/230	50/60	3.8 / 4.5	330/380	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	550 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,3 KILOGRAMOS	.5 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-500-2	220/230	50/60	4.8 / 5.5	500/550	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	400 ml	348x138x245 MILIMETRO	10,5 KILOGRAMOS	0,75 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-800-2	220/230	50/60	8.0 / 9.5	570/630	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	380 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,8 KILOGRAMOS	.84 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito

Figura 36: Bombas de vacío bullet- Megafrio S.A



Figura 37: Bombas de vacío – mundo compresor S. A. [26]

Los datos de la bomba iniciada anterior son:

Tabla 5: tabla de datos de bomba de vacío. [26]

Detalle	valores
Model	VP 125+
Free air displacement	3.5CFM
Ultimate Vacuum	5 Pa
Voltage	110v-60 Hz
Power	¼ HP
Precio	\$ 280

Como una tercera opción tenemos a la bomba de marca favorcool con un precio en el mercado de 280 dolares, y se muestra en la siguiente imagen:



Figura 38: Bomba de vacío favorcool. [27]

La bomba es de accion directa de dos etapas y alta velocidad, siendo esta una bomba pequeña, liviana, silenciosa y facil de arrancar, tiene las siguinetes propiedades:

Tabla 6: Tabla de datos de bomba de vacío favorcool. [27]

Detalle	valores
Model	Favorcool
Free air displacement	3.5CFM
Ultimate Vacuum	2 Pa
Voltage	110v-60 Hz
Power	1/2 HP
Precio	\$ 260

2.3.5. Selección de bomba de vacío tabla de ponderaciones:

Para los cálculos de la selección de bomba se toma como datos:

Datos:

- El ensayo deberá tener una duración máxima de 25 minutos.
- El área de trabajo es de 80cm x 180cm.
- El altura de la bolsa hacia la superficie se tomará de 20cm de separación.

Desarrollo:

El volumen más crítico creado entre el molde y la bolsa de vacío es 80cmx180cmx20cm considerando las dimensiones de la mesa de trabajo y la separación de la funda de vacío.

Con esto se tiene que:

$$A = l \times a \times h$$

$$A = (180 \times 80 \times 20)$$

$$A = 288000\text{cm}^3$$

Si 1pie = 30.48cm entonces:

$$A = \frac{288000 \text{ cm}^3 \times 1\text{pie}^3}{(30.48\text{cm})^3}$$

$$A = 10.1706\text{pie}^3$$

Con una duración de máxima de 55 minutos se tiene:

$$Q = \frac{A}{t}$$

$$Q = \frac{10.17\text{pie}^3}{5\text{min}}$$

$$Q = \frac{2.034\text{pie}^3}{\text{min}}$$

Se tiene un caudal calculado de 2.034 pie³/min al cual se le aplica un factor de seguridad de 2, con lo cual se tiene un caudal óptimo de 4.064 pie³/min disminuyendo el tiempo de los ensayos y mejorando la presión de vacío en las partes más críticas.

Tabla 7: Tabla de características de las bombas existentes en el mercado nacional.







Detalle	Referencia	costo	Power	Desplazamiento de aire	Voltaje	Observaciones
bomba del modelo QVP-600		\$ 485	0.75hp	4.8 – 5.5 CFM	110V	Proveedor Megafrio Ambato
Bombas de vacío – mundo compresor S. A		\$ 280	0.25 hp	3.5 CFM	110V	Proveedor mundo compresor- Quito
Bomba de vacío favorcool		\$ 260	0.5 hp	3.5 CFM	110V	Proveedor - Fovorcool - Quito

Tabla 8: Tabla de comparativa de ponderaciones.

Detalle	Referencia	costo	Power	Desplazamiento de aire	Voltaje	TOTALES
bomba del modelo QVP-600		3	5	5	4	17
Bombas de vacío – mundo compresor S. A		4	1	3	4	12
Bomba de vacío favorcool		5	2	2	4	13
Siendo: valor de 5 más óptimo y 1 menos óptimo.						

La tabla de ponderaciones mostrada se ha colocado las bombas de vacío que los proveedores tienen en stock, de la tabla de ponderaciones se ha seleccionado la bomba de 0.75HP de 4.8 pie³/min que nos ofrece el proveedor megafrio, que cumple con las medidas de caudal y la potencia necesaria para el proceso de vacuum bagging.

MODELOS DE PRODUCTO												
Modelo	Voltio	Hz	CFM	Vatios	Velocidad del motor	Vacío definitivo	Capacidad de aceite	Dimensiones	Peso	HP	Mínimo	Cartón principal
QVP-180	110	50/60	1.8 / 2.1	150/170	2880/3440	2 Pa / 150 micrones	150 ml	260X114X216	5,5 KILOGRAMOS	1		1
QVP-400	110	50/60	3.8 / 4.5	330/380	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	550 ML	348x138x245 MILÍMETRO	10,3 KILOGRAMOS	.5	1	1
QVP-600	110	50/60	4.8 / 5.5	500/550	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	400 ml	348x138x245 MILÍMETRO	10,5 KILOGRAMOS	0,75	1	1
QVP-900	110	50/60	8.0 / 9.5	570/620	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	380 ML	348x138x245 MILÍMETRO	10,8 KILOGRAMOS	.84	1	1
QVP-400-2V	110/220	50/60	3.8 / 4.5	330/380	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	550 ML	348x138x245 MILÍMETRO	10,3 KILOGRAMOS	.5	1	1
QVP-300-2	220/230	50/60	3.8 / 4.5	330/380	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	550 ML	348x138x245 MILÍMETRO	10,3 KILOGRAMOS	.5	1	1
QVP-500-2	220/230	50/60	4.8 / 5.5	500/550	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	400 ml	348x138x245 MILÍMETRO	10,5 KILOGRAMOS	0,75	1	1
QVP-800-2	220/230	50/60	8.0 / 9.5	570/620	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	380 ML	348x138x245 MILÍMETRO	10,8 KILOGRAMOS	.84	1	1

Figura 39: selección de bomba de vacío.

Se ha seleccionado una bomba del modelo QVP-600 de 0.75HP con un caudal de 4.8 pie³/min, siendo una bomba de aceite marca QEQUALITY.

2.3.6. Selección del vacuómetro.

Para el vacuómetro se ha tomado los datos de la bomba seleccionada:

Tabla 9: Características de la bomba de vacío seleccionada.

Modelo	Caudal (pie ³ /min)	Presión (Pa)	HP
QVP-600	4.8-5.5	2	0.75

Para las características se ha encontrado en el mercado el siguiente vacuómetro:



Figura 40: vacuómetro.

El vacuómetro seleccionado que cumple con las características para la bomba de vacío seleccionada tiene las siguientes especificaciones:

Tabla 10: Características del vacuómetro seleccionado.

Modelo	Presión (inHg)	Presión (mmHg)	Entrada
Autotool	Maxv- 30	Max -760	3/8in

2.3.7. Diseño de trampa de resina.

En la selección de trampas de resina no se encontró proveedores de trampas de resina en el ámbito nacional por los investigadores han decidido fabricar una trampa de resina que se muestra a continuación:



Figura 41: Trampa de resina.

2.3.8. Selección de puerto de vacío.

En el mercado hemos encontrado el puerto de vacío de aluminio que se muestra a continuación:



Figura 42: Conector De Aluminio Para Vacío.

El conector de aluminio para vacío sella la unión entre las mangueras, sistemas de vacío y las bolsas de vacío que contiene el molde y los laminados colocados en él.

El conector de vacío se ha encontrado en ...

2.3.9. Selección de cinta sellante.

El material más apropiado es la masilla de cierre multiusos, esta masilla tiene una resistencia a la temperatura, hasta los 210 °C, tiene buena adhesión a la mayoría de metales y compuestos, no libera humos, no contiene disolventes ni sustancias nocivas, es repelente al agua y no se endurece.

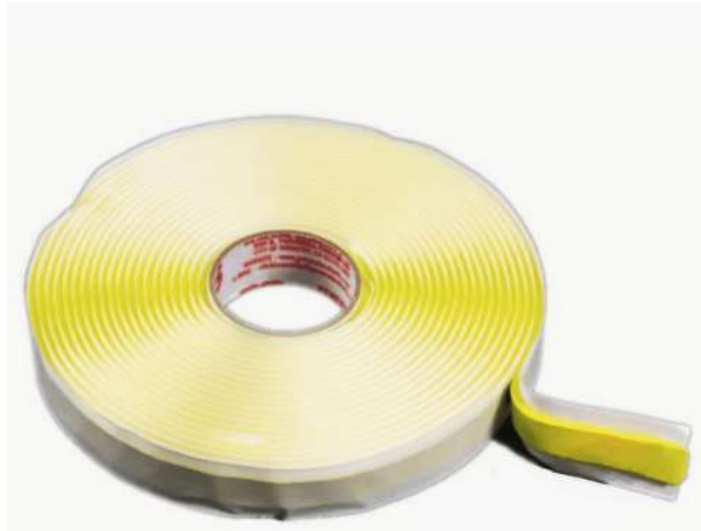


Figura 43: Masilla de Cierre para Bolsa de Vacío. [11]

Para su aplicación debe prepararse las superficie, limpieza y desinfección, se aplicará directamente desde el rollo, presentaciones de 3mmx12mmx15metros de largo cada rollo.

También se puede usar la cinta doble cara automotriz abro, por las especificaciones en su ficha técnica, que especifican el uso en Vinil, cemento, cerámica, metal, plástico, vidrio, tiene un ancho de 12mm y es resistente a rayos UV, humedad, químicos.





Figura 44: Cinta doble faz. [10]

Al pegarse por los dos lados la cinta doble faz, nos permite pegar en el molde y también en la bolsa de vacío.

2.4. Formato de informe para presentación de resultados.

2.4.1. Informe de ensayos de materiales compuestos.

Tabla 11: Informe de ensayos de materiales compuestos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE INGENIERÍA MECÁNICA 		
FICHA DE DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS DATOS INFORMATIVOS		
Código de Ensayo:	Probeta -00	
Lugar y fecha:		
1. Antecedentes.	<p>El laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, laboratorio de Ingeniería de materiales, se realiza el desarrollo de materiales compuestos.</p>	
Realizado por:	Revisado por	
Tipo de estudio	Experimental	
Observaciones:		
2. Objetivos.		
3. Descripción del metodo.	<ul style="list-style-type: none"> • 	
4. Descripción del desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> • 	
LAMINADO		
Material	Cantidad / Peso	observaciones
a)		

5. Resultados.	
Detalle	Resultado
Probeta	
Peso	
Espesor	
6. Anexos	

CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Construcción del sistema vacuum bagging.

Se ha seleccionado los componentes para el sistema vacuum bagging, en el cual consta de:

- Mesa de trabajo.

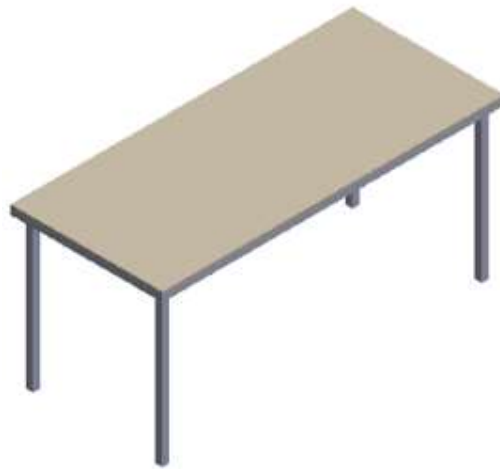


Figura 45: Mesa de trabajo construcción.

- Bomba de vacío de aceite modelo QVP-600 de 0.75HP con un caudal de 4.8 pie³/min, marca QEQUALITY.



Figura 46: Bomba de vacío comprada.

- Vacuometro.



Figura 47: Vacuómetro seleccionado.

- Trampa de resina fabricada por los investigadores.



Figura 48: trampa de resina seleccionada.

- Bolsa de vacío 75micras.



Figura 49: Bolsa de vacío seleccionado.

- Manta de absorción.



Figura 50: Manta de absorción.

- Film perforado flexible 25micras.



Figura 51: Film perforado.

- Masilla de cierre multiusos.








Figura 52: Masilla de cierre multiusos.

- Accesorios.

Tabla 12: Accesorios para el proceso de fabricación.

Accesorio	Referencia

<ul style="list-style-type: none"> • Mangueras 	
<ul style="list-style-type: none"> • Manguera para dispersar resina 	
<ul style="list-style-type: none"> • Prensa 	
<ul style="list-style-type: none"> • Balanza 	
<ul style="list-style-type: none"> • Flexometro 	

<ul style="list-style-type: none"> • Chaveta • Cronometro 	
<ul style="list-style-type: none"> • Brocha 	
<ul style="list-style-type: none"> • Embases plasticos 	
<ul style="list-style-type: none"> • T de mangueras • Uniones 	

3.2. Ensamblaje del sistema vacuum bagging.

El sistema ensamblado se muestra en la siguiente imagen:

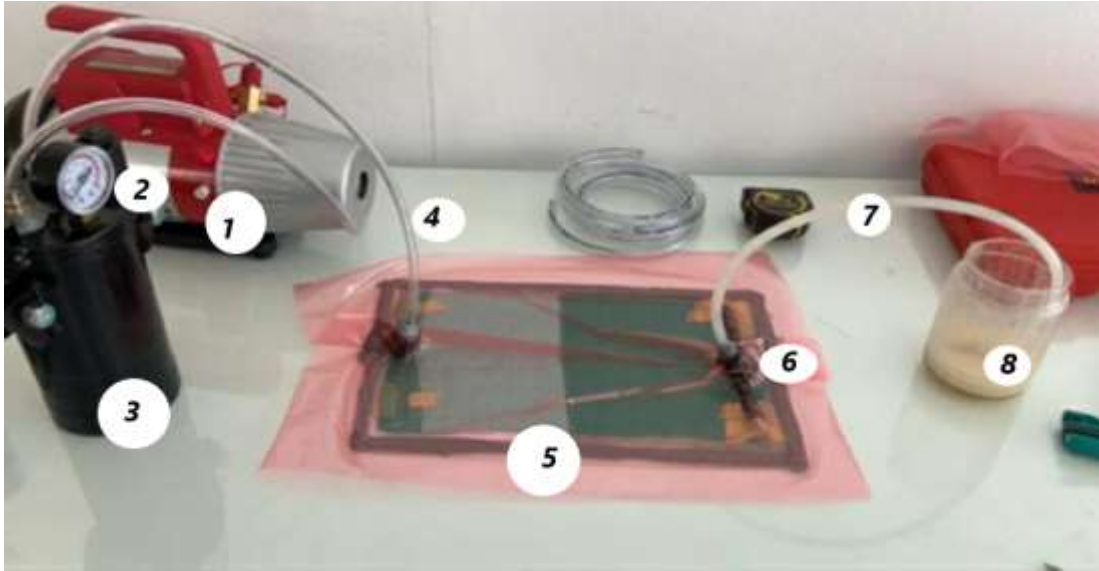
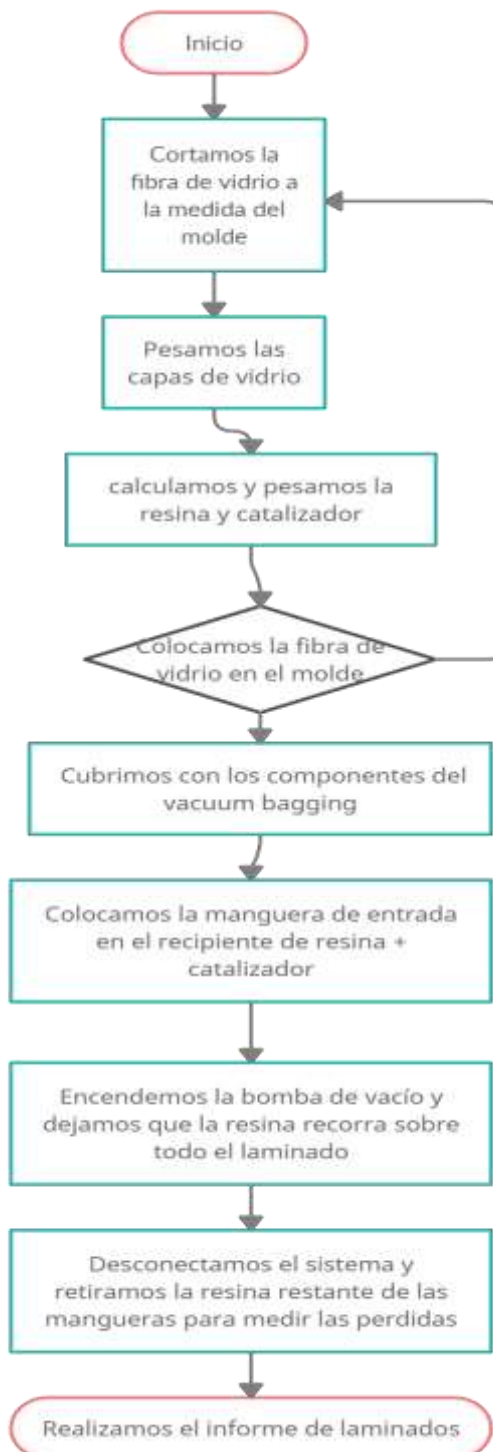


Figura 53: Ensamblaje del sistema vacuum bagging.

1. Bomba de vacío
2. Vacuómetro
3. Trampa de resina
4. Manguera de salida
5. Material compuesto (laminado)
6. Válvula de vacío
7. Manguera de entrada
8. Recipiente de entrada

El sistema muestra al lado derecho un recipiente con el compuesto de resina más catalizador conectado por una manguera hacia el material compuesto a realizarse continua hacia la trampa de resina que también tiene un manómetro para medir la presión de vacío generada, continúa la manguera hasta llegar a la bomba de vacío.

3.3. Procedimiento del proceso de conformado de materiales compuestos con el sistema vacuum bagging.



3.4. Pruebas de funcionamiento del sistema vacuum bagging.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE INGENIERÍA MECÁNICA 			
FICHA DE DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS DATOS INFORMATIVOS			
Código de Ensayo:		Probeta -001	
Lugar y fecha:		Ambato, 15 de julio 2021	
1. Antecedentes.			
El laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, laboratorio de Ingeniería de materiales, se realiza el desarrollo de materiales compuestos.			
Realizado por:	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas
Tipo de estudio	Experimental		
Observaciones:		Probeta de fibra de vidrio mas resina epoxica, por el metodo de vacuum bagging.	
2. Objetivos.			
Obtener un material compuesto de resina epoxica más fibra de vidrio bajo el sistema de vacuum bagging.			
3. Descripción del metodo.			
<ul style="list-style-type: none"> • Metodo vacuum bagguin (envasado al vacío) • Tamaño de muestra a desarrollar 25x30cm 			
4. Descripción del desarrollo.			
<ul style="list-style-type: none"> • Corte de fibra de vidrio. • Pesado de fibra de vidrio. • Cálculo de cantidad necesaria de resina epoxica. • Cálculo del catalizador para la resina epoxica. • Coneccion del sistema de envasado al vacío. 			

- Encendido de bomba de vacío.
- Cerrado de mangueras
- Apagado de sistema de vacío.
- Recolección de sobrante de resina más catalizador.
- Pesado de sobrante de resina más catalizador.
- Dejar secar la probeta.
- Retirar la probeta.
- Toma de medidas y pesos de la probeta.
- Entrega de informe de materiales compuestos.

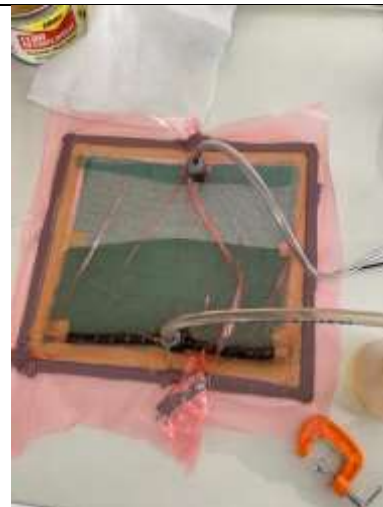
LAMINADO

Material	Cantidad / Peso	observaciones
b) 3 capas de fibra de vidrio	63gr	Corte con tijera
c) Resina epoxica	Resina epoxica: 126gr Catalizador: 34gr	Sobra 15gr

5. Resultados.

Detalle	Resultado
Probeta	Placa de 25x30cm
Peso	164.9gr
Espesor	1.45mm

6. Anexos







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



FICHA DE DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS

DATOS INFORMATIVOS

Código de Ensayo:	Probeta -002		
Lugar y fecha:	Ambato, 16 de julio 2021		
1. Antecedentes.			
El laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, laboratorio de Ingeniería de materiales, se realiza el desarrollo de materiales compuestos.			
Realizado por:	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas
Tipo de estudio	Experimental		
Observaciones:	Probeta de fibra de vidrio mas resina epoxica, por el metodo de vacuum bagging colocando dos mallas sobre la muestra.		
2. Objetivos.			
Obtener un material compuesto de resina epoxica más fibra de vidrio bajo el sistema de vacuum bagging.			
3. Descripción del metodo.			
<ul style="list-style-type: none">• Metodo vacuum bagguin (envasado al vacío)• Tamaño de muestra a desarrollar 25x30cm			
4. Descripción del desarrollo.			
<ul style="list-style-type: none">• Corte de fibra de vidrio.• Pesado de fibra de vidrio.• Cálculo de cantidad necesaria de resina epoxica.• Cálculo del catalizador para la resina epoxica.• Coneccion del sistema de envasado al vacío.• Encendido de bomba de vacío.			

- Cerrado de mangueras
- Apagado de sistema de vacío.
- Recolección de sobrante de resina más catalizador.
- Pesado de sobrante de resina más catalizador.
- Dejar secar la probeta.
- Retirar la probeta.
- Toma de medidas y pesos de la probeta.
- Entrega de informe de materiales compuestos.

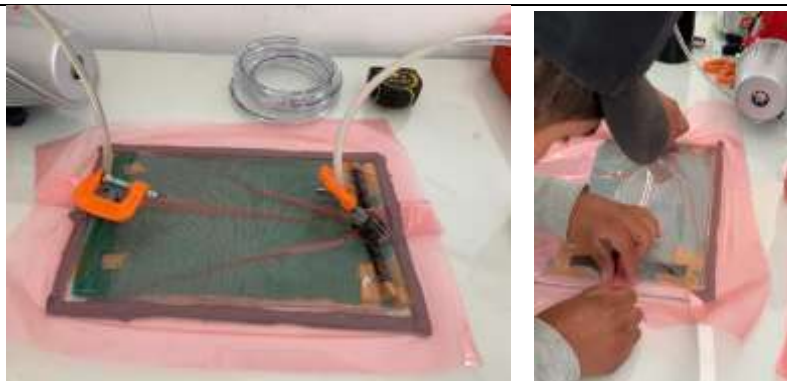
LAMINADO

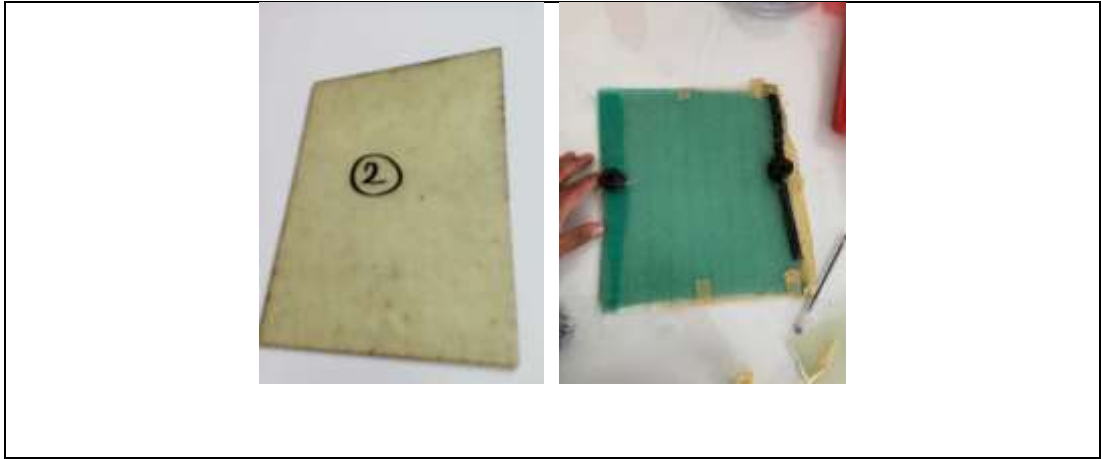
Material	Cantidad / Peso	observaciones
a) 3 capas de fibra de vidrio	55gr	Corte con tijera
b) Resina epoxica	Resina epoxica: 110 gr Catalizador: 30 gr	Sobra 10gr

5. Resultados.

Detalle	Resultado
Probeta	Placa de 25x30cm
Peso	147.5 kg
Espesor	1.22mm

6. Anexos







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



FICHA DE DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS

DATOS INFORMATIVOS

Código de Ensayo:	Probeta -003		
Lugar y fecha:	Ambato, 16 de julio 2021		
1. Antecedentes.			
El laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, laboratorio de Ingeniería de materiales, se realiza el desarrollo de materiales compuestos.			
Realizado por:	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas
Tipo de estudio	Experimental		
Observaciones:	Probeta de fibra de vidrio mas resina poliester, por el metodo de vacuum bagging		
2. Objetivos.			
Obtener un material compuesto de resina poliester más fibra de vidrio bajo el sistema de vacuum bagging.			
3. Descripción del metodo.			
<ul style="list-style-type: none">• Metodo vacuum bagguin (envasado al vacío)• Tamaño de muestra a desarrollar 25x30cm			
4. Descripción del desarrollo.			
<ul style="list-style-type: none">• Corte de fibra de vidrio.• Pesado de fibra de vidrio.• Cálculo de cantidad necesaria de resina poliester.• Cálculo del catalizador para la resina poliester.• Coneccion del sistema de envasado al vacío.• Encendido de bomba de vacío.• Cerrado de mangueras			

- Apagado de sistema de vacío.
- Recolección de sobrante de resina más catalizador.
- Pesado de sobrante de resina más catalizador.
- Dejar secar la probeta.
- Retirar la probeta.
- Toma de medidas y pesos de la probeta.
- Entrega de informe de materiales compuestos.

LAMINADO

Material	Cantidad / Peso	observaciones
a) 4 capas de fibra de vidrio	80gr	Corte con tijera
b) Resina epoxica	Resina epoxica: 126 gr Catalizador: 34 gr	Sobra 60 gr

5. Resultados.

Detalle	Resultado
Probeta	Placa de 25x30cm
Peso	173.61 kg
Espesor	1.65mm

6. Anexos







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



FICHA DE DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS

DATOS INFORMATIVOS

Código de Ensayo:	Probeta -004		
Lugar y fecha:	Ambato, 19 de julio 2021		
1. Antecedentes.			
El laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, laboratorio de Ingeniería de materiales, se realiza el desarrollo de materiales compuestos.			
Realizado por:	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas
Tipo de estudio	Experimental		
Observaciones:	Probeta de fibra de vidrio más resina aeroepoxi, metodo manual		
2. Objetivos.			
Obtener un material compuesto de resina aeroepoxi más fibra de vidrio metodo convencional, tradicional.			
3. Descripción del metodo.			
<ul style="list-style-type: none">• Metodo manual (tradicional).• Tamaño de muestra a desarrollar 25x30cm			
4. Descripción del desarrollo.			
<ul style="list-style-type: none">• Corte de fibra de vidrio.• Pesado de fibra de vidrio.• Cálculo de cantidad necesaria de resina epoxica.• Cálculo del catalizador para la resina epoxica.• Mesclar la resina y el catalizador• Con una brocha ir mojando las capas de fibra una a una• Pasar un rodillo para unir las capas mojadas• Dejar secar la probeta.			

- Retirar la probeta.
- Toma de medidas y pesos de la probeta.
- Entrega de informe de materiales compuestos.

LAMINADO

Material	Cantidad / Peso	observaciones
a) 3 capas de fibra de vidrio	50 gr	
b) Resina epoxica	Resina epoxica: 100 gr Catalizador: 120 gr	

5. Resultados.

Detalle	Resultado
Probeta	Placa de 25x30cm
Peso	225.69 gr
Espesor	2.67mm

6. Anexos







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



FICHA DE DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS

DATOS INFORMATIVOS

Código de Ensayo:	Probeta -005		
Lugar y fecha:	Ambato, 19 de julio 2021		
1. Antecedentes.			
El laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, laboratorio de Ingeniería de materiales, se realiza el desarrollo de materiales compuestos.			
Realizado por:	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing. Mg. Juan Paredes Salinas
Tipo de estudio	Experimental		
Observaciones:	Probeta de fibra de vidrio más resina aeroepoxi, por el metodo manual.		
2. Objetivos.			
Obtener un material compuesto de resina aeroepoxi más fibra de vidrio metodo convencional, tradicional.			
3. Descripción del metodo.			
<ul style="list-style-type: none">• Metodo manual (tradicional).• Tamaño de muestra a desarrollar 25x30cm			
4. Descripción del desarrollo.			
<ul style="list-style-type: none">• Corte de fibra de vidrio.• Pesado de fibra de vidrio.• Cálculo de cantidad necesaria de resina epoxica.• Cálculo del catalizador para la resina epoxica.• Mesclar la resina y el catalizador• Con una brocha ir mojando las capas de fibra una a una• Pasar un rodillo para unir las capas mojadas			

- Dejar secar la probeta.
- Retirar la probeta.
- Toma de medidas y pesos de la probeta.
- Entrega de informe de materiales compuestos.

LAMINADO

Material	Cantidad / Peso	observaciones
a) 3 capas de fibra de vidrio	60gr	
b) Resina epoxica	Resina epoxica: 94 gr Catalizador: 26 gr	

5. Resultados.

Detalle	Resultado
Probeta	Placa de 25x30cm
Peso	173.60 gr
Espesor	2.37mm

6. Anexos





3.5. Desarrollo de probetas solo con resinas y catalizadores.

En el desarrollo se desea estudiar la diferencia que aportaría las resinas aeropoxi y resina poliéster, para lo cual se realiza probetas de 360x330mm.




Figura 54: Fabricación de placa de resina aeropoxy

Para obtener probetas de flexión de 160x130mm, tracción en 250x25mm, impacto 58x58mm

3.6. Resultado de probetas

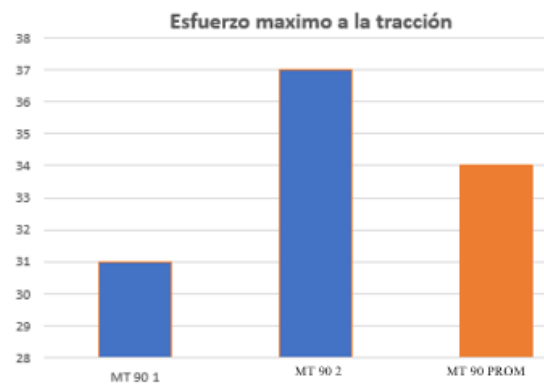
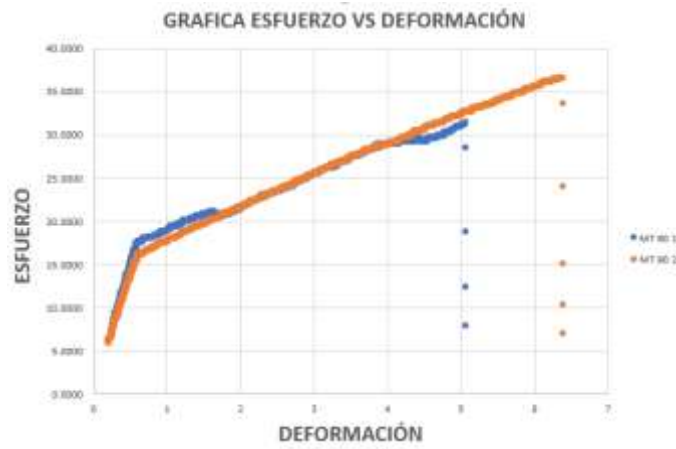
3.6.1. Tabulación y recolección de datos de los ensayos de tracción.

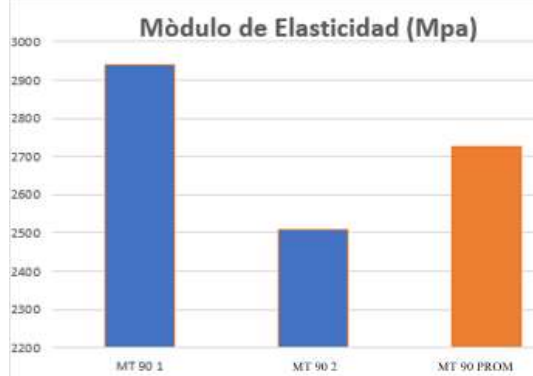
Tabla 13: Tabulación y recolección de datos de ensayos a tracción 1.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p>  <p style="text-align: center;">FICHA DE TABULACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS NORMA ASTM D3039/D3039-17 DATOS INFORMATIVOS</p>					
Estudio	Experimental	Codificación	MT		
Fecha de ejecución	24/07/2021	Equipo	Maquina universal del laboratorio LenMaV para tracción		
Realizado por	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing.Mg Juan Paredes Salinas		
Lugar	Laboratorio de ensayo de materiales LenMaV				
PARÁMETROS DE ENSAYO					
Matriz	Resina Epoxi	Norma	ASTM D3039/D3039-17	Número de probetas	2
Marca	Aereopoxy PR2032	Dimensiones	25x250xe	Espesor promedio (mm)	3.035
Refuerzo	-	Temperatura de curado (°C)	90	Tipo de estratificación	Metodo de infusion
RESULTADOS					
N° de probetas	Carga Mxima (N)	Esfuerzo de Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Mximo a la tracción (Mpa)	Mdulo de Elasticidad (Mpa)	% Elongación

MT 90 1	2140	18	31	2940	0.50
MT 90 2	3020	18	37	2510	0.50
Promedio	2580	18	34	2725	0.50

PROBETAS ENSAYADAS





OBSERVACIÓN

- Las dos probetas presentan valores similares ya que están fabricadas del mismo material la pequeña diferencia es por el espesor de las probetas.

Valores Promedio		Aprobación y Validación	
Esfuerzo Máximo a la tracción (Mpa)	34	Elaborado por	Bustos Enrique Guerrero Richard
% Elongación	0.5	Revisado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Módulo de Elasticidad (Mpa)	2725	Aprobado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Carga Máxima (N)	2580	Validado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg

Tabla 14: Tabulación y recolección de datos de ensayos a tracción 2.

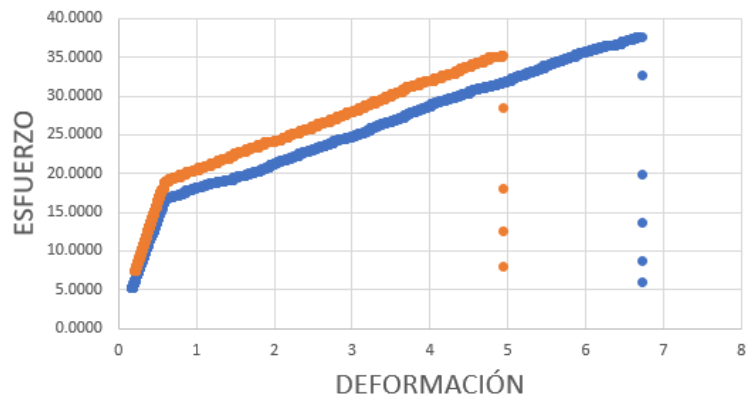
 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p>  <p style="text-align: center;">FICHA DE TABULACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS NORMA ASTM D3039/D3039-17 DATOS INFORMATIVOS</p>					
Estudio	Experimental	Codificación	MT		
Fecha de ejecución	24/07/2021	Equipo	Maquina universal del laboratorio LenMaV para tracción		
Realizado por	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing.Mg Juan Paredes Salinas		
Lugar	Laboratorio de ensayo de materiales LenMaV				
PARÁMETROS DE ENSAYO					
Matriz	Resina Epoxi	Norma	ASTM D3039/D3039-17	Número de probetas	2
Marca	Aereopox y PR2032	Dimensiones	25x250xe	Espesor promedio (mm)	3.32
Refuerzo	-	Temperatura de curado (°C)	120	Tipo de estratificación	Metodo de infusión
RESULTADOS					
N° de probetas	Carga Máxima (N)	Esfuerzo de Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo a la tracción (Mpa)	Módulo de Elasticidad (Mpa)	% Elongación

MT 120 1	3640	19	38	2710	0.50
MT 120 2	2380	20	35	3090	0.50
Promedi o	3010	19.5	36.5	2900	0.50

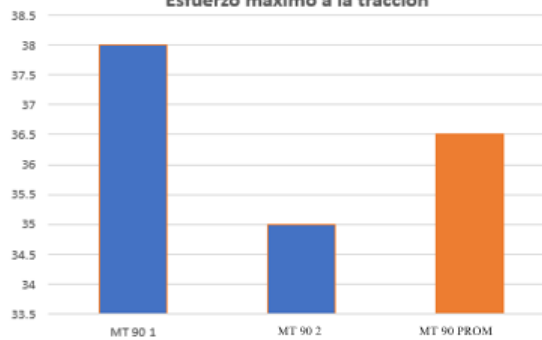
PROBETAS ENSAYADAS

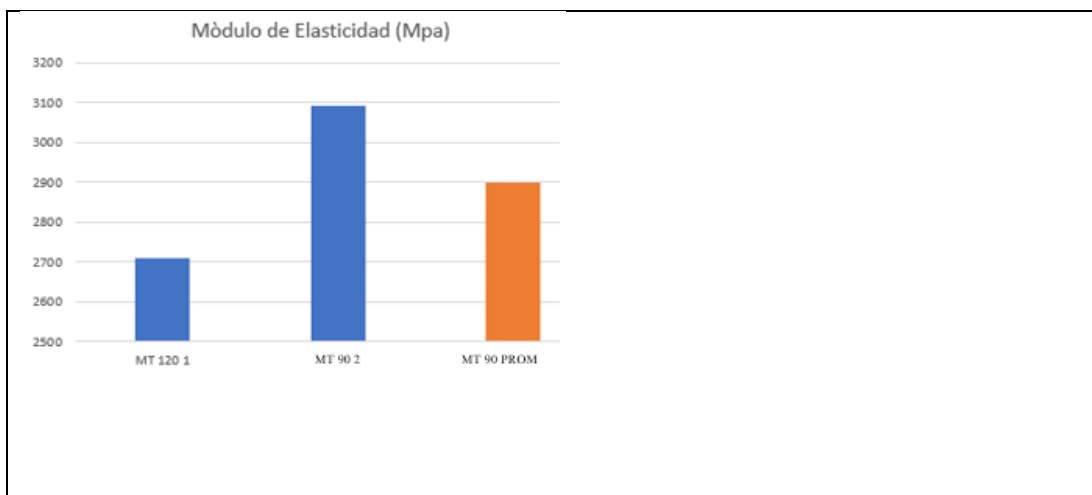


GRAFICA ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



Esfuerzo maximo a la tracción







OBSERVACIÓN

- Las dos probetas tienen la misma tendencia solo varía los datos debido a la diferencia de espesores.

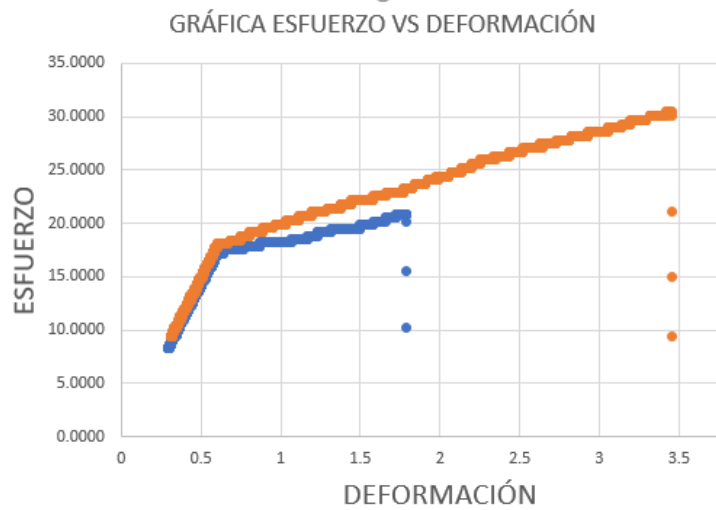
Valores Promedio		Aprobación y Validación	
Esfuerzo Máximo a la tracción (Mpa)	36.5	Elaborado por	Bustos Enrique Guerrero Richard
% Elongación	0.5	Revisado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Módulo de Elasticidad (Mpa)	2900	Aprobado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Carga Máxima (N)	3010	Validado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg

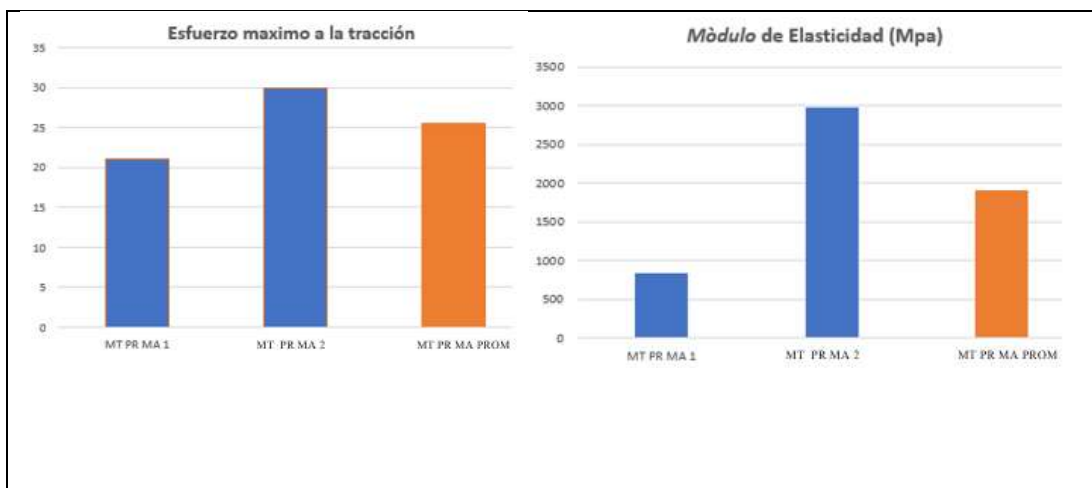
Tabla 15: Tabulación y recolección de datos de ensayos a tracción 3.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p> 					
FICHA DE TABULACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS NORMA ASTM D3039/D3039-17 DATOS INFORMATIVOS					
Estudio	Experimental	Codificación	MT		
Fecha de ejecución	24/07/2021	Equipo	Maquina universal del laboratorio LenMaV para tracción		
Realizado por	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing.Mg Juan Paredes Salinas		
Lugar	Laboratorio de ensayo de materiales LenMaV				
PARÁMETROS DE ENSAYO					
Matriz	Resina Epoxi	Norma	ASTM D3039/D3039-17	Número de probetas	2
Marca	Aereopox y PR2032	Dimensiones	25x250x e	Espesor promedio (mm)	2.295
Refuerzo	-	Temperatura de curado (°C)	-	Tipo de estratificación	Metodo de infusión
RESULTADOS					
N° de probetas	Carga Máxima (N)	Esfuerzo de Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Máximo a la tracción	Módulo de Elasticidad (Mpa)	% Elongación

			(Mpa)		
MT PR MA 1	1260	16	21	830	0.50
MT PR MA 2	1620	19	30	2970	0.50
Promedi o	1440	17.5	25.5	1900	0.50

PROBETAS ENSAYADAS







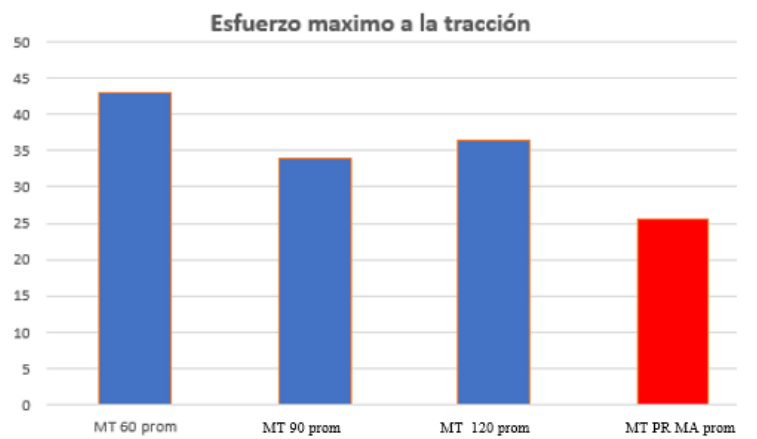
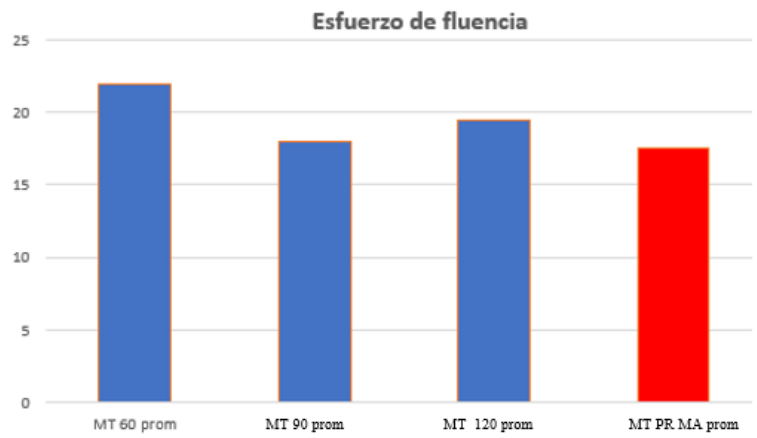
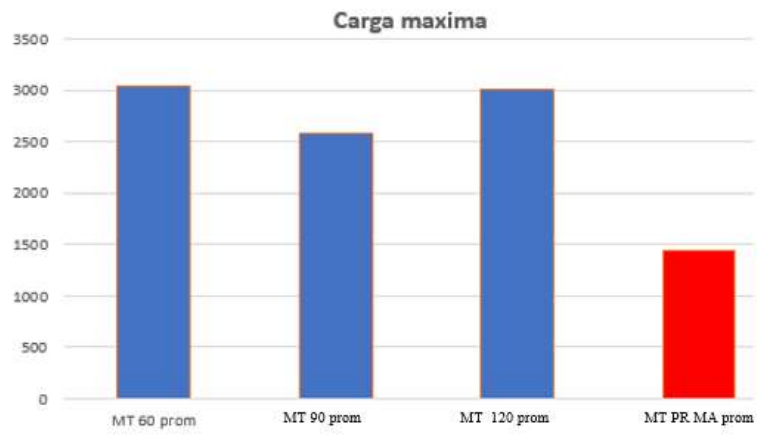
OBSERVACIÓN

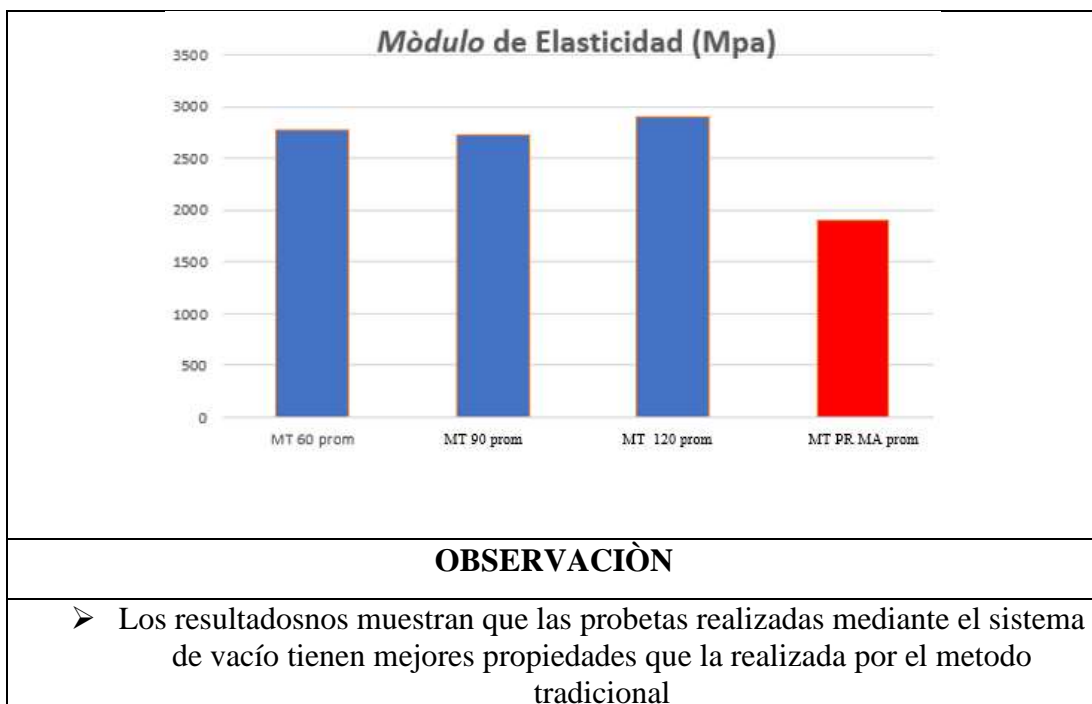
- Las dos probetas tienen valores muy distorsionados entre sí debido a que el proceso manual no garantiza una homogeneidad en los resultados de las probetas.

Valores Promedio		Aprobación y Validación	
Esfuerzo Máximo a la tracción (Mpa)	25.5	Elaborado por	Bustos Enrique Guerrero Richard
% Elongación	0.5	Revisado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Módulo de Elasticidad (Mpa)	1900	Aprobado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Carga Máxima (N)	1440	Validado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg

Tabla 16: Tabulación y recolección de datos de ensayos a tracción 4.



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 				
RESULTADOS DEL ENSAYO				
Estudio	Experimental	Codificación	MT	
Fecha de ejecución	24/07/2021	Equipo	Maquina universal del laboratorio LenMaV para tracción	
Realizado por	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing.Mg Juan Paredes Salinas	
Lugar	Laboratorio de ensayo de materiales LenMaV			
RESULTADOS				
VALORES PROMEDIO				
N° de probetas	Carga Mxima (N)	Esfuerzo de Fluencia (Mpa)	Esfuerzo Mximo a la tracción (Mpa)	Mdulo de Elasticidad (Mpa)
MT 60 promedio	3040	22	43	2770
MT 90 promedio	2580	18	34	2725
MT 120 Promedio	3010	19.5	36.5	2900
MT PR MA promedio	1440	17.5	25.5	1900
GRAFICAS DE RESULTADOS				





3.6.2. Tabulación y recolección de datos de los ensayos de flexión.

Tabla 17: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 1.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p>  <p style="text-align: center;">FICHA DE TABULACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS NORMA D7264/D7264M-21 DATOS INFORMATIVOS</p>					
Estudio	Experimental	Codificación	RG 20 01		
Fecha de ejecución	24/07/2021	Equipo	Maquina universal del laboratorio LenMaV para flexión		
Realizado por	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing.Mg Juan Paredes Salinas		
Lugar	Laboratorio de ensayo de materiales LenMaV				
PARÀMETROS DE ENSAYO					
Matriz	Resina Epoxi	Norma	ASTM D7264/D7264M-21	Número de probetas	2
Marca	Aereopoxy PR2032	Dimensiones	160x13xe	Espesor promedio (mm)	2.665
Refuerzo	-	Temperatura de curado (°C)	60	Tipo de estratificación	Metodo de infución
RESULTADOS					
N° de probetas	Carga Màxima (N)	Esfuerzo Màximo (Mpa)	Mòdulo aparente de Elasticidad (Mpa)	Flecha maxima	

MT 60 1	54.05	68.37	1410	16.84
MT 60 2	54.74	70.53	3960	15.91
Promedio	54.395	69.45	2685	16.375
PROBETAS ENSAYADAS				
				
OBSERVACIÓN				
<p>➤ Los valores del esfuerzo la carga y la flecha se aproximan entre las dos probetas debido a que estan hechas del mismo material y por el mismo proceso</p>				
Valores Promedio			Aprobación y Validación	
Esfuerzo Máximo (Mpa)	69.45		Elaborado por	Bustos Enrique Guerrero Richard
Flecha maxima	16.375		Revisado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Módulo aparente de Elasticidad (Mpa)	2685		Aprobado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Carga Máxima (N)	54.395		Validado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg

Tabla 18: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 2.



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



FICHA DE TABULACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS
NORMA D7264/D7264M-21
DATOS INFORMATIVOS

Estudio	Experimental	Codificación	RG 20 01		
Fecha de ejecución	24/07/2021	Equipo	Maquina universal del laboratorio LenMaV para flexión		
Realizado por	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing.Mg Juan Paredes Salinas		
Lugar	Laboratorio de ensayo de materiales LenMaV				
PARÀMETROS DE ENSAYO					
Matriz	Resina Epoxi	Norma	ASTM D7264/D7264M- 21	Número de probetas	2
Marca	Aereopoxy PR2032	Dimensiones	160x13xe	Espesor promedio (mm)	2.54
Refuerzo	-	Temperatura de curado (°C)	90	Tipo de estratificación	Metodo de infución
RESULTADOS					
N° de probetas	Carga Màxima (N)	Esfuerzo Màximo (Mpa)	Mòdulo aparente de Elasticidad	Flecha maxima	

			(Mpa)	
MT 90 1	46.40	60.43	1230	12.19
MT 90 2	43.56	66.36	848	18.69
Promedio	44.98	63.395	1039	15.44
PROBETAS ENSAYADAS				
				
OBSERVACIÓN				
<p>➤ Los valores del esfuerzo la carga y la flecha se aproximan entre las probetas debido a que están hechas del mismo material, por el mismo proceso y curadas a la misma temperatura.</p>				
Valores Promedio			Aprobación y Validación	
Esfuerzo Máximo (Mpa)	63.395		Elaborado por	Bustos Enrique Guerrero Richard
Flecha máxima	15.44		Revisado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Módulo aparente de Elasticidad (Mpa)	1039		Aprobado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Carga Máxima (N)	44.98		Validado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg

Tabla 19: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 3



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



FICHA DE TABULACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS
NORMA D7264/D7264M-21
DATOS INFORMATIVOS

Estudio	Experimental	Codificación	RG 20 01
Fecha de ejecución	24/07/2021	Equipo	Maquina universal del laboratorio LenMaV para flexión
Realizado por	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing.Mg Juan Paredes Salinas
Lugar	Laboratorio de ensayo de materiales LenMaV		

PARÁMETROS DE ENSAYO

Matriz	Resina Epoxi	Norma	ASTM D7264/D7264M- 21	Número de probetas	2
Marca	Aereopoxy PR2032	Dimensiones	160x13xe	Espesor promedio (mm)	2.715
Refuerzo	-	Temperatura de curado (°C)	120	Tipo de estratificación	Metodo de infución

RESULTADOS

N° de probetas	Carga Màxima (N)	Esfuerzo Màximo (Mpa)	Mòdulo aparente de Elasticidad (Mpa)	Flecha maxima
MT 120 1	58.37	72.51	469	19.50
MT 120 2	60.04	73.70	134	20.33

Promedio	59.205	73.105	301.5	19.915
PROBETAS ENSAYADAS				
				
OBSERVACIÓN				
<p>➤ Los valores del esfuerzo la carga y la flecha se aproximan entre las probetas debido a que estan hechas del mismo material, por el mismo proceso y curadas a la misma temperatura a 120 grados.</p>				
Valores Promedio			Aprobación y Validación	
Esfuerzo Màximo (Mpa)	73.105		Elaborado por	Bustos Enrique Guerrero Richard
Flecha maxima	19.915		Revisado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Mòdulo aparente de Elasticidad (Mpa)	301.5		Aprobado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Carga Màxima (N)	59.205		Validado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg

Tabla 20: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 4



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



FICHA DE TABULACIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS
NORMA D7264/D7264M-21
DATOS INFORMATIVOS

Estudio	Experimental	Codificación	RG 20 01		
Fecha de ejecución	24/07/2021	Equipo	Maquina universal del laboratorio LenMaV para flexión		
Realizado por	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing.Mg Juan Paredes Salinas		
Lugar	Laboratorio de ensayo de materiales LenMaV				
PARÁMETROS DE ENSAYO					
Matriz	Resina Epoxi	Norma	ASTM D7264/D7264M- 21	Número de probetas	2
Marca	Aereopoxy PR2032	Dimensiones	160x13xe	Espesor promedio (mm)	1.735
Refuerzo	-	Temperatura de curado (°C)	-	Tipo de estratificación	Metodo manual
RESULTADOS					
N° de probetas	Carga Màxima (N)	Esfuerzo Màximo (Mpa)	Mòdulo aparente de Elasticidad (Mpa)	Flecha maxima	
MT PR MA 1	17.56	46.46	1340	21.74	

MT PR MA 2	10.69	36.16	2020	18.12
Promedio	14.125	41.31	1680	19.93
PROBETAS ENSAYADAS				
				
OBSERVACIÓN				
<p>➤ Los resultados de las probetas obtenidas manualmente no son semejantes debido a que en ese proceso no se puede controlar la homogeneidad de las mismas.</p>				
Valores Promedio			Aprobación y Validación	
Esfuerzo Máximo (Mpa)	41.31		Elaborado por	Bustos Enrique Guerrero Richard
Flecha maxima	19.93		Revisado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Módulo aparente de Elasticidad (Mpa)	1680		Aprobado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg
Carga Máxima (N)	14.125		Validado por	Ing. Juan Paredes Salinas, Mg

Tabla 21: Tabulación y recolección de datos de los ensayos a flexión 5.

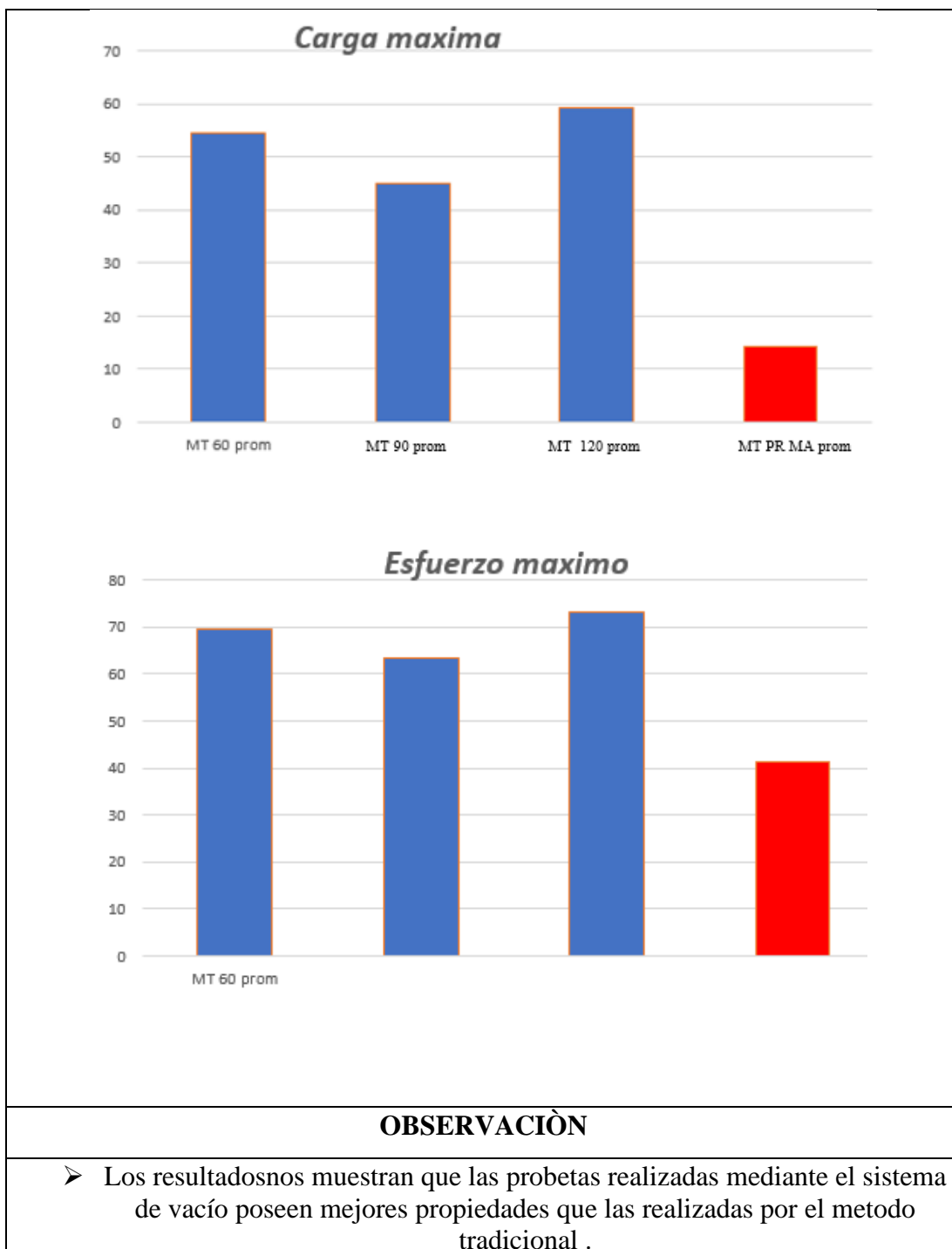


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA



RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN
NORMA D7264/D7264M-21

Estudio	Experimental	Codificación	MT	
Fecha de ejecución	24/07/2021	Equipo	Maquina universal del laboratorio LenMaV para tracción	
Realizado por	Bustos Enrique Guerrero Richard	Revisado por	Ing.Mg Juan Paredes Salinas	
Lugar	Laboratorio de ensayo de materiales LenMaV			
RESULTADOS				
VALORES PROMEDIO				
N° de probetas	MT 60 promedio	MT 90 promedio	MT 120 Promedio	MT PR MA promedio
Carga Máxima (N)	54.395	44.98	59.205	14.125
Esfuerzo Máximo (Mpa)	69.45	63.395	73.105	41.31
GRAFICAS DE RESULTADOS				



3.6.3. Comparación de resultados de fabricación de probetas.

Con la configuración del laminado especificado en cada informe , se ha realizado las diferentes probetas obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 22: Comparación de resultados

<i>Probeta</i>	<i>Matriz y refuerzo</i>	<i>Método</i>	<i>Medidas (mm)</i>	<i>Tiempos (min)</i>	<i>Espesor (mm)</i>	<i>Peso final (gr)</i>	<i>Inspección visual observaciones</i>
Probeta 1	<ul style="list-style-type: none"> Fibra de vidrio Resina aeropoxi 	Vacuum bagging	250*300	58	1.45	164.39	Terminado plano Lado del molde totalmente liso Lado superior liso con baja rugosidad
Probeta 2	<ul style="list-style-type: none"> Fibra de vidrio Resina aeropoxi 	Vacuum bagging	250*300	37	1.22	147.56	Terminado plano Lado del molde totalmente liso Lado superior liso con baja rugosidad
Probeta 3	<ul style="list-style-type: none"> Fibra de vidrio Resina poliéster 	Vacuum bagging	250*300	12	1.65	173.61	Terminado plano Lado del molde totalmente liso Lado superior liso con baja rugosidad. Se observa las fibras como líneas en la probeta.
Probeta 4	<ul style="list-style-type: none"> Fibra de vidrio Resina aeropoxi 	Manual / convencional	250*300	15	2.67	225.69	Terminado plano con porosidades. Lado superior áspero, calidad al tacto muy baja
Probeta 5	<ul style="list-style-type: none"> Fibra de vidrio Resina aeropoxi 	Manual / convencional	250*300	22	2.37	173.6	Terminado plano con porosidades. Lado superior áspero, calidad al tacto muy baja.

De acuerdo con la comparación de resultados mostrada en la tabla anterior, tomado las medidas de 250x300mm para todas las probetas se ha obtenido que los espesores y pesos son muy inferiores en el proceso de vacuum bagging comparado con el proceso tradicional.

3.6.4. Resultados de la practica de tracción.

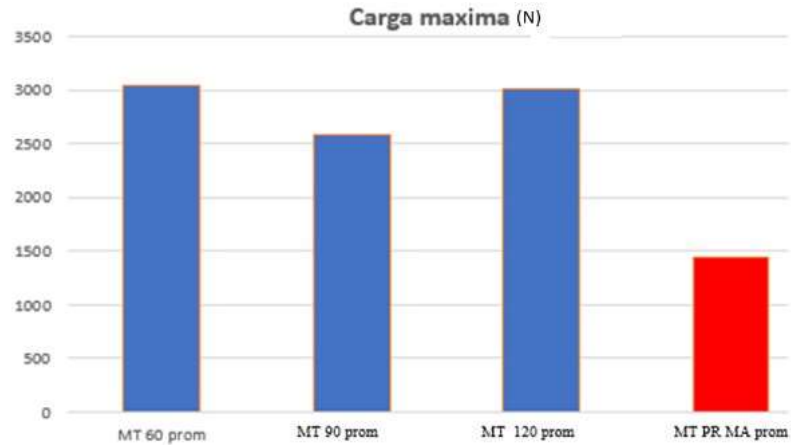


Figura 55: Comparación de carga máxima a tracción.

Los resultados nos muestran que las probetas realizadas por el proceso mediante el sistema de vacío con un curado a: 60 grados soporta una carga máxima de 3040 N, 90 grados soporta una carga máxima de 2580 N, 120 grados soporta una carga máxima de 3010 N y la probeta realizada en un proceso manual soporta una carga máxima de 1440 N. Siendo la probeta fabricada por un proceso manual la que menos carga soporta.

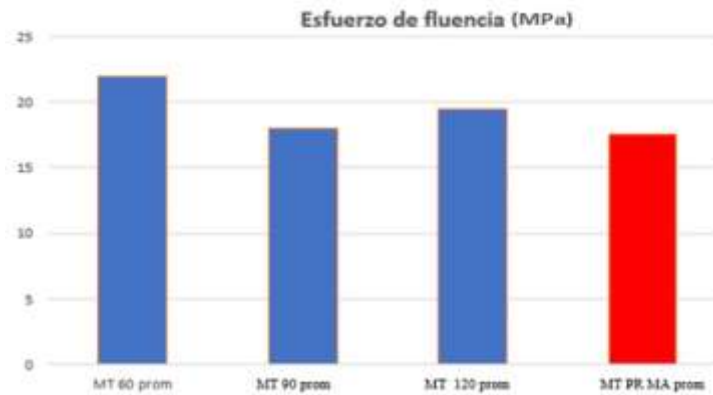


Figura 56: Comparación esfuerzo de fluencia.

Los resultados nos muestran que las probetas realizadas por el proceso mediante el sistema de vacío con un curado a: 60 grados soporta un esfuerzo de Fluencia de 22 MPa, 90 grados soporta un esfuerzo de Fluencia de 18 MPa , 120 grados soporta un esfuerzo de Fluencia de 19.5 MPa y la probeta realizada en un proceso manual soporta un esfuerzo de Fluencia de 17.5 MPa . Siendo la probeta fabricada por un proceso manual la que menos esfuerzo de fluencia soporta.

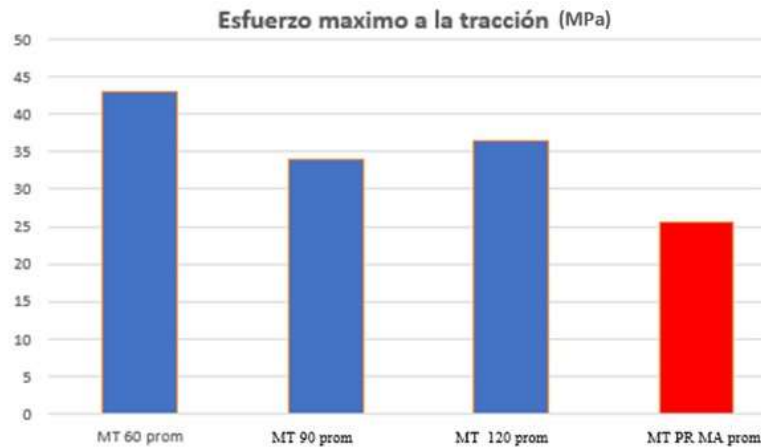


Figura 57: Comparación esfuerzo máximo a la tracción.

Los resultados nos muestran que las probetas realizadas por el proceso mediante el sistema de vacío con un curado a: 60 grados soporta un esfuerzo máximo a la tracción de 43 MPa, 90 grados soporta un esfuerzo máximo a la tracción de 34 MPa, 120 grados soporta un esfuerzo máximo a la tracción de 36.5 MPa y la probeta realizada en un proceso manual soporta esfuerzo máximo a la tracción de 25.5 MPa . Siendo la probeta fabricada por un proceso manual la que menos esfuerzo máximo a la tracción soporta.

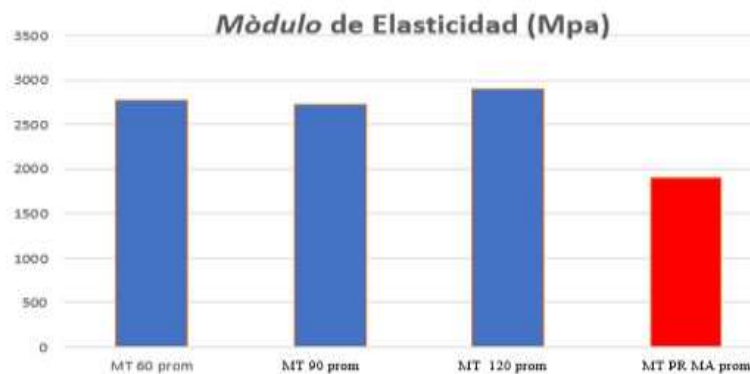


Figura 58: Comparación módulo de elasticidad.

Los resultados nos muestran que las probetas realizadas por el proceso mediante el sistema de vacío con un curado a: 60 grados tienen un módulo de elasticidad de 2270 MPa, 90 grados tienen un módulo de elasticidad de 2725 MPa, 120 grados tienen un módulo de elasticidad de 2900 MPa y la probeta realizada en un proceso manual tienen un módulo de elasticidad de 1900 MPa. Siendo la probeta fabricada por un proceso manual la que menor módulo de elasticidad posee.

3.6.5. Resultados de probetas de flexión

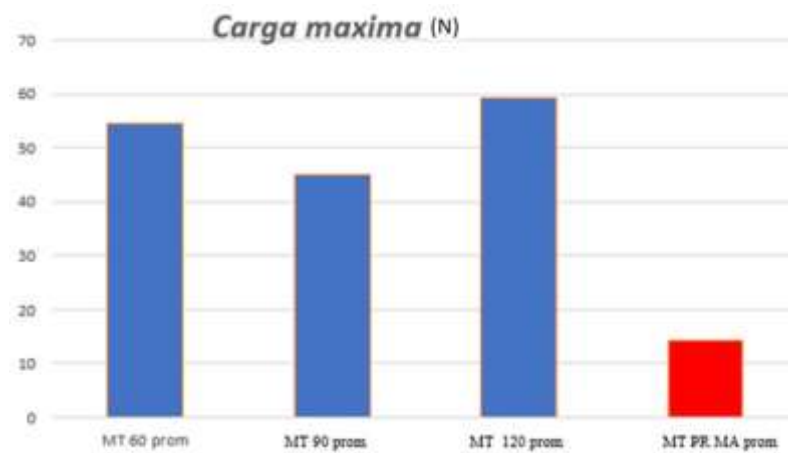


Figura 59: Comparación de carga máxima a flexión.

Los resultados nos muestran que las probetas realizadas por el proceso mediante el sistema de vacío con un curado a: 60 grados soporta una carga máxima de 54.39 N, 90 grados soporta una carga máxima de 44.98 N, 120 grados soporta una carga máxima de 59.205 N y la probeta realizada en un proceso manual soporta una carga máxima de 14.125 N. Siendo la probeta fabricada por un proceso manual la que menos carga soporta.

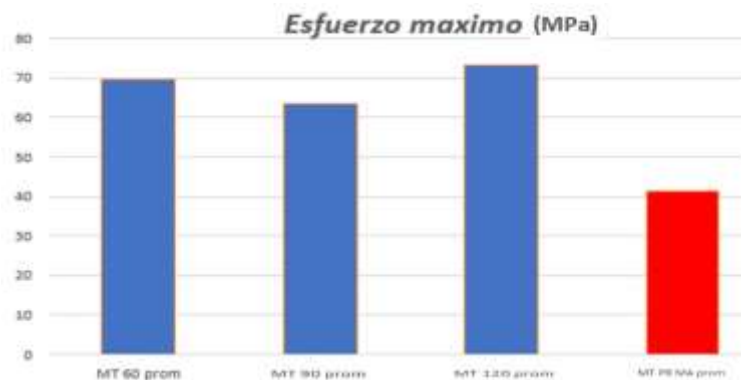


Figura 60: comparación del esfuerzo máximo a flexión.

Los resultados nos muestran que las probetas realizadas por el proceso mediante el sistema de vacío con un curado a: 60 grados soporta un esfuerzo máximo de 69.45 MPa, 90 grados soporta un esfuerzo máximo de 63.395 MPa, 120 grados soporta un esfuerzo máximo de 73.105 MPa y la probeta realizada en un proceso manual soporta un esfuerzo máximo de 41.31 MPa. Siendo la probeta fabricada por un proceso manual la que menos esfuerzo máximo soporta.

3.7. Costos de fabricación del sistema

Después de la selección de los elementos para el sistema vacuum bagging, se ha procedido a la compra de cada uno, los costos se representan en la siguiente tabla:

Tabla 23: Costo de fabricación de sistema vacuum bagging.

Detalle	Valor
Mesa de trabajo	\$ 200
Vidrio templado	\$ 60
Bomba de vacío	\$ 485
Trampa de resina	\$ 100
vacuómetro	\$ 80
Mangueras	\$ 30
Acoples metálicos	\$ 30
Válvulas de caucho	\$ 20
Válvulas metálicas	\$ 25
Embaces para resina	\$ 25
Mano de obra	\$ 300
TOTAL	\$ 1355

Comprobado el funcionamiento de la máquina, siguiendo el cronograma se compran los materiales necesarios para la realización de las practicas con los diferentes materiales, los costos se los expresa en la siguiente tabla:

Tabla 24: Materiales para la practica

Detalle	Valor
Manta de absorción	\$12
Rollo de chicle (butilo)	\$16,52
Film perforado	\$8,04
Bolsa de vacío	\$14,28
Peel ply PA PP 80	\$15,18
Fibra de vidrio 2 metros	\$ 4
Resina poliéster más catalizador	\$10
Resina aeropoxi 2032 + catalizador PH3660	\$220
análisis de probetas	\$220
TOTAL	\$ 520,02

3.8. Costos por produccion por metro cuadrado

3.8.1. Costo de operario por horas.

Tabla 25: Costo de operario por mes.

Detalle	valores
salario	\$500.00
iees operario	n/a
iees empleador	\$55.75
vacaciones	\$20.55
décimo tercero	\$38.19
décimo cuarto	\$33.33
costo mensual del operario	\$647.83

El salario acordado con el operario es de \$ 500 se basa en un salario referencial, sumado con el seguro, aporte ieas empleador, valor por vacaciones, décimo tercer sueldo y décimo cuarto sueldo el valor total es de \$ 647.83.

Si el trabajador trabaja de lunes a viernes, ocho horas diarias, el precio por hora se muestra en la siguiente formula:

$$\text{Salario por hora} = \frac{\text{salario mensual}}{4\text{semanas}} * \frac{1\text{semana}}{5\text{días}} * \frac{1\text{dia}}{8\text{horas}}$$

$$\text{Salario por hora} = \frac{647.83}{4 * 5 * 8}$$

$$\text{Salario por hora} = 4.048 \text{ \$/hora}$$

El resultado nos indica que un trabajador tiene un salario de \$4.048 la hora.

Tabla 26: Tabla de datos – precios de materiales

Detalle	precio	cantidad	Cantidad en gr
Fibra de vidrio	\$ 2	1.2 m ²	-
Resina aeropoxy	\$ 220	7lb de resina + 2 lb de catalizador Total: 9lb	4082.33 gr
Resina poliéster	\$ 10	1lt de resina + 0.25lt de catalizador Total: 1.25lt	1500 gr
bolsa de vacío	\$ 8	100x120cm ²	-
Cinta sellante	\$ 18.61	10metros	-
Film perforado	\$ 70	100x100cm ²	-
Manta de absorción	\$ 6.72	100x100cm ²	-
Tejido pelable	\$ 8.50	100x100cm ²	-
Manguera para vacío	\$ 1	1mtr	-

Cálculos de precio en fibra de vidrio.

Se considera que la fibra de se usa del mismo tamaño en todas las probetas 25*30cm.

$$\text{Precio FV} = \frac{A1 * \text{valor FV}}{\text{Cantidad de FV inicial}}$$

$$\text{Precio FV} = \frac{750\text{cm}^2 * \$2}{12000}$$

$$\text{Precio FV} = \$ 0.125$$

El precio indicado para la fibra de vidrio está dado para un área de 25x30cm, el precio para cada probeta se calculará multiplicando por las capas que se utilicen.

Cálculo de precio de la resina poliéster.

Se realizará un cálculo mediante una regla de 3 con los pesos especificados en la Tabla 22: Comparación de resultados teniendo en cuenta que 1500gr de resina poliéster con catalizador tiene un valor de \$ 10 dólares.

Cálculo del precio de la resina aeropoxy.

Se realizará una regla de 3 contemplando que 4082.33 gr de resina aeropoxy con catalizador tiene un valor de \$ 220.

Cálculo para bolsa de vacío.

Se calcula con una regla de 3, todas las probetas se usan la misma cantidad.

Cálculo de Cinta sellante.

La cinta sellante se usará en todas las probetas aplicadas el sistema de vacuum bagging, estas probetas usaran la misma cantidad de cinta en todas, calculadas mediante una regla de 3 con el perímetro del área a usar el sistema.

Cálculo para el film perforado.

Se realizará una regla de 3 con la cual se hará relación a los \$ 70 dólares que cuestan los 100x100cm².

Cálculo de manta de absorción.

La manta de absorción tomara el costo sacando una regla de 3 al área a usarse con relación a los \$ 6.72 dólares que cuesta los 100x100cm.

Cálculo tejido pelable.

Se realizará una regla de 3 con los valores de precio \$ 8.50 dólares cuesta los 100x100cm²

Tabla 27: costos de producción de probetas

<i>Probeta</i>	<i>Precio de fibra de vidrio (\$)</i>	<i>Precio de resina con catalizador</i>	<i>Precio de mano de obra con dos operarios (\$)</i>	<i>Precio cinta sellante</i>	<i>Precio film perforado</i>	<i>Precio bolsa de vacío</i>	<i>Precio mangueras</i>	<i>Precio de manta de absorción</i>	<i>Precio tejido pelable</i>	<i>accesorios</i>	<i>Total</i>
Probeta 1	Tres capas \$ 0.375	Resina aeropoxy con catalizador \$ 8.86	\$ 7.82	\$ 2.046	\$ 9.80	\$ 0.93	\$ 1	\$ 0.94	\$ 1.19		\$ 32.961
Probeta 2	Tres capas \$ 0.375	Resina aeropoxy con catalizador \$ 7.95	\$ 4.99	\$ 2.046	\$ 9.80	\$ 0.93	\$ 1	\$ 0.94	\$ 1.19		\$ 29.221

Probeta 3	Cuatro capas \$ 0.50	Resina poliéster más catalizador \$ 0.1157	\$ 1.62	\$ 2.046	\$ 9.80	\$ 0.93	\$ 1	\$ 0.94	\$ 1.19		\$ 18.14
Probeta 4	Tres capas \$ 0.375	Resina aeropoxy con catalizador \$ 12.17	\$ 2.03	-	-	-	-	-		Brocha \$ 0.80 Envase plástico \$ 1	\$ 16.38
Probeta 5	Tres capas \$ 0.375	Resina aeropoxy con catalizador \$ 9.36	\$ 2.96	-	-	-	-	-		Brocha \$ 0.80 Envase plástico \$ 1	\$ 14.49

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

- Se ha determinado los parámetros de funcionamiento de vacuum bagging (envasado al vacío) para el conformado de materiales compuestos, en una probeta de 250x300mm se ha obtenido como resultado óptimo la utilización de una bomba de vacío de $\frac{3}{4}$ HP con 2 Pa de vacío definitivo, genera la succión suficiente para cubrir la muestra en un tiempo de 37 a 58 minutos en la resina aeropoxi y 12 minutos con la resina poliéster.
- Se ha seleccionado los elementos que interviene en el sistema vacuum bagging, molde, laminado, cinta cellante, tejido pelable, film perforado, manta de absorción, puerto de vacío, trampa de resina, vacuómetro y bomba de vacío.
- Se ha construido el sistema vacuum bagging con los elementos seleccionados que se instalan sobre una mesa de madera con cubierta de vidrio, evitando que se peguen los elementos que intervienen en el desarrollo de los materiales compuestos.
- Se realizaron pruebas de funcionamiento concluyendo que el funcionamiento con fibra de vidrio más resina aeropoxi tiene una duración de 37 a 58 minutos, creando probetas de 1.22 a 1.45 mm de espesor, con la resina poliéster tiene un tiempo de esparcimiento de 12 minutos y crea probetas de 1.65 mm, comparando con las de método convencional se disminuye alrededor del 45% en espesores y del 3% al 7% en pesos.

4.2. Recomendaciones.

- Se recomienda que con la máquina de vacuum bagging entregada a los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato se realice una tesis bajo el tema “Estudio de materiales compuestos desarrollados bajo el sistema de vacuum bagging”.

- Disminuir en lo posible las instalaciones de mangueras en la entrada y salida de sistema de vacuum bagging para disminuir perdidas en resinas y catalizadores.
- Retirar el tapón de salida de gases en la bomba de vacío al estar en funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Arruti R., «La tecnica de bolsa de vacío en camara de vacío para la fabricacion de materiales compuestos,» *Revista INGENIERÍA UC*, vol. 23, nº 1, p. 26, 2016.
- [2] P. E. David Evans, «patents.google.com,» 2009. [En línea]. Available: <https://patents.google.com/patent/US5123985A/en>. [Último acceso: 20 01 2021].
- [3] C. L. Cassano, Andrew J. Simon, Wei Liu y Carl Fredrickson, «Uso de bolsas de vacío para fabricar dispositivos de microfluidos termoplásticos,» *Royal society of chemistry*, vol. 1, nº 1, pp. 62-66, 2015.
- [4] Fiberglast, «Fiberglast,» Fiberglast, 2019. [En línea]. Available: https://www.fibreglast.com/product/vacuum-bagging-equipment-and-techniques-for-room-temp-applications/Learning_Center. [Último acceso: 23 03 2021].
- [5] M. Yasir y S. Nabihah , «Efectos de los parámetros de procesamiento para el método de solo embolsado al vacío en la conformación de compuestos laminados,» *MDPI*, vol. 1, nº 1, p. 8, 2020.
- [6] Fiberglast, «fiberglast accesorios,» fiberglast accesorios, 2019. [En línea]. Available: <https://www.fibreglast.com/product/Medium-Rotary-Vane-Vacuum-Pump>. [Último acceso: 24 03 2021].
- [7] S. Andrade y C. Molina , «www.repositorio.espe.edu.ec/,» Espe, 2006. [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2555>. [Último acceso: 23 06 2020].
- [8] REAXSOL, «www.reaxsol.com,» www.reaxsol.com, 2020. [En línea]. Available: <https://www.reaxsol.com/2020/01/23/que-es-la-resina-de-poliester/>. [Último acceso: 23 06 2021].

- [9] Delta Glass, «<http://www.deltaglass.com.ar/>,» Delta Glass, 2019. [En línea]. Available: <http://www.deltaglass.com.ar/pdf/Resina%20Poliester%20-%20Consumo%20y%20Fibra%20de%20Vidrio%20por%20M2.pdf>. [Último acceso: 23 06 2021].
- [10] PTM y W Industries, Inc., «Aeropoxy resina de laminación para partes compuestas,» *PTM y W Industries, Inc.*, vol. 3, pp. 1-2, 2019.
- [11] aircraftspruce, «EPOXI LAMINANTE AEROPOXI,» www.aircraftspruce.com.
- [12] J. Arruti, «La técnica de bolsa de vacío en cámara de vacío para la fabricación de materiales compuestos de matriz epoxi,» Ingeniería UC, Chile, 2016.
- [13] Jaavier Arruit, «Vacuum bag in vacuum chamber technique for epoxy matrix composite materials fabrication,» I UC, Santiago de Chile, 2016.
- [14] Global vacuum presses, «Prensado y conformado al vacío de materiales compuestos,» Global vacuum presses, Estado Unidos, 2019.
- [15] kit carbono composotes, «www.kitcarbono.com,» www.kitcarbono.com, 2020. [En línea]. Available: <https://www.kitcarbono.com/productos/view/VACPRO1-Sistema-Profesional-de-Infusion-de-vacio>. [Último acceso: 25 07 2021].
- [16] Becker, «www.becker-iberica.com,» Becker, 2018. [En línea]. Available: <https://becker-iberica.com/que-son-y-como-funcionan-las-bombas-de-vacio/>. [Último acceso: 21 06 2021].
- [17] Horequip, «www.horequip.es,» Horequip, 2014. [En línea]. Available: <https://www.horequip.es/cerradoras-de-tapas-para-botes-y-tarros/2918-cerradora-de-tapas-de-aluminio-twist-off-semiautomatica-con-sistema-de-vacio.html>. [Último acceso: 22 06 2021].
- [18] Castro composites, «www.castrocompositesshop.com,» 2019. [En línea]. Available: https://www.castrocompositesshop.com/es/materiales-de-vac%C3%ADo/2810-5017-manta-de-absorcion-zetafelt-f-3553-150-gm2-ancho-152-cm.html#/153-tama%C3%B1o-1_m. [Último acceso: 21 06 2020].

- [19] Castro Composites, «www.castrocompositesshop.com,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.castrocompositesshop.com/es/materiales-de-vac%C3%ADo/1470-film-sangrador-ela20-de-25-micrones-p3-125-%C2%BA.html>. [Último acceso: 22 06 2021].
- [20] castrocompositesshop, «www.castrocompositesshop.com,» castrocompositesshop, 2020. [En línea]. Available: <https://www.castrocompositesshop.com/es/materiales-de-vac%C3%ADo/2913-tt-210-y-masilla-de-cierre-para-bolsa-de-vac%C3%ADo-210-%C2%BA.html>. [Último acceso: 22 06 2021].
- [21] «www.tf3p.com,» AIRTECH, 2019. [En línea]. Available: <https://tf3p.com/tienda/tejidos-pelables/pelable-compoflex-con-red-incorporada-150-rf/>. [Último acceso: 22 06 2021].
- [22] J. A. R., «La tecnica de bolsa de vacío en camara de vacío para la fabricacion de »,» *Revista Ingeniería UC*, vol. 23, nº 1, pp. 22-29, 2016.
- [23] X. C. Bilal Zahid, «Fabricación de la carcasa del casco antidisturbios reforzada con textil de una sola pieza a partir de embolsado al vacío,» *Rervista de materiales compuestos*, vol. 52, nº 1, p. 135, 2012.
- [24] M. H. A.-S. Nisrin R. Abdelal, «Utilización del proceso de embolsado al vacío para preparar compuestos epoxi modificados con fibra de carbono / CNT con propiedades mecánicas mejoradas,» *Tecnología e ingeniería de polímeros-plásticos*, vol. 57, nº 3, pp. 175-184, 2018.
- [25] M. V. y. L. B. Clemens Schmidt-Eisenlohr, «INTRODUCCIÓN DE UN SISTEMA DE AGARRE MULTI CINEMÁTICO PARA EL PROCESO DE EMBOLSADO AL VACÍO DE ESTRUCTURAS COMPUESTAS AEROESPACIALES DE FORMAS COMPLEJAS,» *Automated composites manufacturing*, vol. 8, nº 1, p. 431, 2017.
- [26] Marcos Neuler, «articulo.mercadolibre.com.ec,» articulo.mercadolibre.com.ec, 03 2021. [En línea]. Available: <https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-431297451-bomba-de-vacío-14-hp-35cfm-110v-refrigeracion->

_JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=28a2262c-078d-425e-8e93-59ec8fd7bf0e. [Último acceso: 20 07 2021].

[27] mercado libre ecuador, «Mercado Libre,» Mercado Libre, 2021. [En línea]. Available: <https://n9.cl/btw7b>. [Último acceso: 20 07 2021].

[28] Abro, «Abro.com,» Abro, 2020. [En línea]. Available: <https://abro.com/wp-content/uploads/2020/07/DoubleSidedAdhesiveTape-Sellsheet-2020.pdf>. [Último acceso: 24 03 2021].

ANEXOS

Anexo 1: Catalogo bombas de vacío Mega frio S.A.

BOMBAS DE VACÍO (BULLET)

[Inicio](#) » [Ver productos](#) » BOMBAS DE VACÍO (BULLET)

simple y racional; el diseño especial de las bombas de vacío QE QUALITY gran par de arranque garantiza un arranque normal en condiciones de baja temperatura ($= 5^{\circ} \text{C}$) y baja tensión (con tensión nominal $\pm 10\%$); El diseño unibody del mango, la caja del condensador y el filtro de escape hace que la unidad sea más eficiente con un diseño conciso.



MODELOS DE PRODUCTO											
Modelo	Voltio	Hr.	CFM	Wattios	Velocidad del motor	Vacío definitivo	Capacidad de aceite	Dimensiones	Peso	HP Mínimo	Cartón principal
QVP-180	110	50/60	1.8 / 2.1	150/170	2880/3440	2 Pa / 150 micrones	150 ml	260x114x216	5,5 KILOGRAMOS	1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-400	110	50/60	3.8 / 4.5	330/380	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	550 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,3 KILOGRAMOS	.5 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-600	110	50/60	4.8 / 5.5	500/550	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	400 ml	348x138x245 MILIMETRO	10,5 KILOGRAMOS	0,75 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-900	110	50/60	8.0 / 9.5	570/630	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	380 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,8 KILOGRAMOS	.84 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-400-2V	110/220	50/60	3.8 / 4.5	330/380	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	550 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,3 KILOGRAMOS	.5 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-300-2	220/230	50/60	3.8 / 4.5	330/380	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	550 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,3 KILOGRAMOS	.5 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-500-2	220/230	50/60	4.8 / 5.5	500/550	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	400 ml	348x138x245 MILIMETRO	10,5 KILOGRAMOS	0,75 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito
QVP-800-2	220/230	50/60	8.0 / 9.5	570/630	2880/3440	2 Pa / 15 micrones	380 ML	348x138x245 MILIMETRO	10,8 KILOGRAMOS	.84 1	<input type="checkbox"/> Añadir al carrito

Anexo 2: Proforma Mega Frio S.A



MEGAFRIO SA
RUC: 1791408381001
Cont. Esp. 00636

CLIENTE: L000177 LALALEO FERNANDO
CONTACTO: Tel: Email:
CI - RUC: 999999999
DIRECCIÓN:
FECHA: 05/04/2021

PROFORMA*
1459



AMBATO: Km 2 1/2 Huachi Chico, Av. Julio Jaramillo s/n y Av. los Chas



PEX: (02) 5004 600

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN /// MARCA /// MODELO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	DESCUENTO	VALOR TOTAL
090203002	BOMBA DE VACIO 13HP 3CFM 110V/// QUALITY /// OVP-400	1,00	\$ 190,00	\$ 28,50	\$ 161,50
090203003	BOMBA DE VACIO 12HP 6CFM 110V/220V/// QUALITY /// OVP-600	1,00	\$ 235,00	\$ 35,25	\$ 199,75
090203004	BOMBA DE VACIO 34HP 8CFM 110V/// QUALITY /// OVP-900	1,00	\$ 275,00	\$ 41,25	\$ 233,75
090203005	BOMBA DE VACIO 1HP 12CFM 110V/// QUALITY /// OVP-1200	1,00	\$ 455,00	\$ 68,25	\$ 386,75

CONDICIONES DE LA OFERTA:

Validez de la oferta: 15 días (Salvo excepciones)

Forma de pago: contado / convenir.

Entrega: inmediata según stock.

Productos de importación:

de 4 a 12 semanas según el producto

TRABAJAMOS CON: PlacentaPay

Todos los TC 36 meses sin interés y 24 con interés



* Aplican ciertas restricciones.

* Precios pueden variar sin previo aviso

SUBTOTAL:	\$ 1155,00
DESCUENTO:	\$ 173,25
SUBTOTAL ARTICULOS:	\$ 981,75
SERVICIO LOGISTICA:	\$ 0,00
SERVICIO INSTALACION:	\$ 0,00
SERVICIO PERFILERIA:	\$ 0,00
ELAB. CAJA VENTILADOR:	\$ 0,00
SUBTOTAL:	\$ 981,75
IVA 12%:	\$ 117,81
VALOR TOTAL:	\$ 1099,56

Franklin Chiluisa
Celular: 0994288378
ventas1@megafriosa.com

COMENTARIOS:

TRES SIMPLES PASOS PARA ADQUIRIR TUS PRODUCTOS A NIVEL NACIONAL



1° PASO
Llamo y realizo
tu pedido



2° PASO
Pago en línea



3° PASO
Glovo

megafriosa.com

@megafrio_sa

@megafrioec

Megafrio SA

@Megafrio_SA

Anexo 3: Factura bolsa de vacío + film perforado



Emisor: LEDESMA VARGAS YASILA VIOLETA
 RUC: 1711629087001
 Matriz: DE LAS CAMELIAS E17-270 Y DE LAS NUECES
 Correo: facturacion@jevsoluciones.com
 Teléfono: 0999531704 /02 3261 202
 Obligado a llevar contabilidad: NO

FACTURA

No.002-002-000000456

Número de Autorización:

1405202101171162908700120020020000004561847243013

Fecha y hora de Autorización:

14/05/2021 17:55:58

Ambiente: PRODUCCION

Emisión: NORMAL

Clave de Acceso:



1405202101171162908700120020020000004561847243013

Razón Social: BERNARDO GUERRERO
 Dirección: AMBATO - MONTALVO - BARRIO AMAZONAS
 Fecha Emisión: 14/05/2021

RUC/CI: 1802605012001

Teléfono: 098189205

Correo: bernardogn123123@gmail.com

Código Principal	Cantidad	Descripción	Detalles Adicionales	Precio Unitario	Descuento	Total
BVPO*	2.00	Bolsa de vacío PO 75µ (max 120º) METRO		7.1400	\$0.00	\$14.28
FPELA20*	2.00	Film perforado ELA 20 100cm 25µ blue (max120º) M2		4.0200	\$0.00	\$8.04
TRANS	1.00	SERVICIO DE LOGÍSTICA		5.8000	\$0.00	\$5.80

Información Adicional

Descripción Envío por Servi entrega Ambato, transferencia #20343015

Formas de pago

Otros con Utilización del Sistema Financiero \$31.49 0 días

Subtotal Sin Impuestos:	\$28.12
Subtotal 12%:	\$28.12
Subtotal 0%:	\$0.00
Subtotal No Objeto IVA:	\$0.00
Descuentos:	\$0.00
ICE:	\$0.00
IVA 12%:	\$3.37
Servicio %:	\$0.00
Valor Total:	\$31.49

"CONTRIBUYENTE RÉGIMEN MICROEMPRESAS"

PRODUCTOS PARA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Prestos a brindarle ayuda y mayor información en caso que presente alguna duda le invitamos a visitar nuestra pagina web www.jevsoluciones.com 0999531704 / 023261202. Por favor realizar sus pagos a la cuenta Bco. Pichincha Ahorros 2204561297 (JEV SOLUCIONES EN INGENIERIA / YASILA LEDESMA) C.I.1711629087

Anexo 4: Ensayos de resistencia de impacto según ASTM D 5628-10



CENTRO DE TRANSFERENCIA Y TECNOLOGÍA FACULTAD INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA - UTA



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

RESISTENCIA DE IMPACTO SEGÚN ASTM D 5628-10

Julio de 2021

AMBATO-ECUADOR

INFORME TÉCNICO
CTT-2021-141

Objetivo

- Establecer y mantener un método para evaluar la energía media de impacto en polímeros.

Alcance

Determinación de energía necesaria para el fallo de polímeros por impacto de dardo según las especificaciones señaladas en la norma ASTM D 5628-10.

ANTECEDENTES:

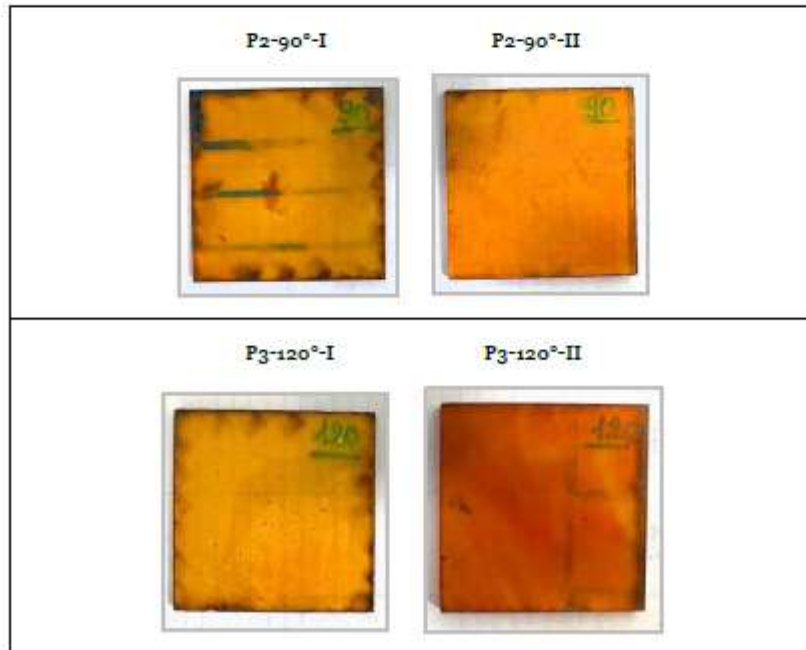
Con fecha 23 de julio de 2021, el Señor. Richard Bernardo Guerrero Villacres egresado de la Universidad Técnica de Ambato domiciliado en la ciudad de Ambato, solicita al Centro de Transferencia y Tecnología de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, realizar ensayos de laboratorio para medir la energía media de impacto en muestras de material compuesto.

Se reciben 6 muestras o probetas, en 3 grupos de 2 probetas, bajo las designaciones:

- P1-60°-I
- P1-60°-II
- P2-90°-I
- P2-90°-II
- P3-120°-I
- P3-120°-II

Se ensayaron un total de 6 probetas de material compuesto de resina aeropoxy PR2032 cuyas dimensiones fueron 58 x 58 mm. Todas las probetas presentan superficies lisas.





PROCESO GENERAL:

- Determinación de número de especímenes para cada muestra.
- Mantener hermetizadas las muestras hasta el ensayo y marcarlas para su identificación.
- Preparación de la máquina de ensayos para la geometría preestablecida (FA, FB, FC, FD, FE) en este caso para el tipo FE dadas las dimensiones de la probeta.

Geometría	Diámetro de la Probeta mm	Probeta Cuadrada mm
FA	89	89
FB	51	51
FC	140	140
FD	89	89
FE	58	58


- Medición y registro del espesor de cada muestra, el cual se muestra en los resultados del ensayo.
- Realizar la prueba de impacto con probetas de calibración, fuera de los grupos mostrados anteriormente y localizamos el rango de falla del material.
- Se colocan las mordazas utilizando una fuerza que permita la inmovilidad de la probeta al momento del impacto.




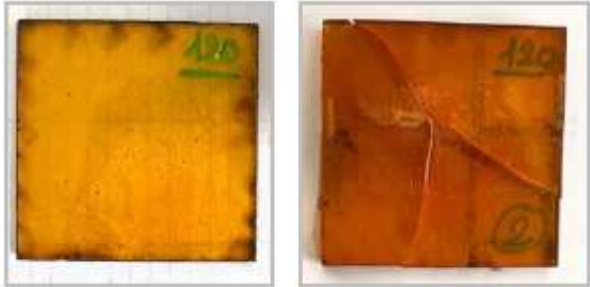
- Colocar la masa a la altura preestablecida, según el método de prueba seleccionado.



- Se libera el dardo asegurándonos que golpee justo en el centro de la muestra, impidiendo cualquier rebote del dardo.
- Retirar la muestra y revisar si ha fallado o no. Considerando que una falla es cualquier grieta o ruptura generado por el impacto el cual pueda ser distinguido por el ojo humano bajo luz normal en condiciones normales.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
Centro de Transferencia y Tecnología								
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS:								
Fecha:	27/07/2024			Ciudad:	Ambato			
Lugar:	Laboratorios de Materiales				Campus Huachi			
Equipo:	Máquina tipo caída de masas de Impacto							
Realizado por:	Egdo. Christian Sánchez L.			Supervisado por:	Ing. Sebastián Villegas S.			
Tipo de material:	Material polimérico - Código: P1-60°				Orden:	2021-141		
Composición	Resina aeropoxy PR2033				Temperatura de curado	60°C		
PARAMETROS DE ENSAYO								
Tipo de Medición:	Energía Media de Impacto (J)			Norma:	ASTM D5628-10			
Dimensiones (mm):	58mm x 58mm			Nº de probetas:	2			
								
CODIFICACIÓN (%fibra)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor(mm)	Masa aplicada (kg)	Incremento de masa (kg)	Altura media de fallo (mm)	Energía media de fallo (J)	Criterio de falla
P1-60-I	57.52	57.42	2.52	0.232	0	200	0.455184	No falla
P1-60-II	57.88	57.67	3.17	0.232	0	300	0.682776	Falla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
Centro de Transferencia y Tecnología								
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS:								
Fecha:	27/07/2021			Ciudad:	Ambato			
Lugar:	Laboratorios de Materiales			Campus Huachi				
Equipo:	Máquina tipo caída de masas de Impacto							
Realizado por:	Egdo. Christian Sánchez L.			Supervisado por: Ing. Sebastián Villegas S.				
Tipo de material:	Material polimérico - Código: P2-90°				Orden: 2021-141			
Composición	Resina aeropoxy PR2032				Temperatura de curado 90°C			
PARAMETROS DE ENSAYO								
Tipo de Medición:	Energía Media de Impacto (J)			Norma:	ASTM D5628-10			
Dimensiones (mm):	58mm x 58mm			Nº de probetas:	2			
								
CODIFICACIÓN (%fibra)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor(mm)	Masa aplicada (kg)	Incremento de masa (kg)	Altura media de fallo (mm)	Energía media de fallo (J)	Criterio de falla
P2-90-I	57.65	57.56	2.68	0.232	0	100	0.227592	No falla
P2-90-II	57.73	57.88	2.76	0.232	0	200	0.455184	Falla

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
Centro de Transferencia y Tecnología								
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS								
DATOS INFORMATIVOS:								
Fecha:	27/07/2021			Ciudad:	Ambato			
Lugar:	Laboratorios de Materiales				Campus Huachi			
Equipo:	Máquina tipo caída de masas de Impacto							
Realizado por:	Egdo. Christian Sánchez L.			Supervisado por: Ing. Sebastian Villegas S.				
Tipo de material:	Material polimérico - Código: P3-120°				Orden: 2021-141			
Composición	Resina aeropoxy PR2031				Temperatura de curado 120°C			
PARAMETROS DE ENSAYO								
Tipo de Medición:	Energía Media de Impacto (J)			Norma:	ASTM D5628-10			
Dimensiones (mm):	58mm x 58mm			Nº de probetas:	2			
								
CODIFICACIÓN (%fibra)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Espesor(mm)	Masa aplicada (kg)	Incremento de masa (kg)	Altura media de fallo (mm)	Energía media de fallo (J)	Criterio de falla
P3-120-I	57.69	58.03	2.81	0.232	0	150	0.341388	No falla
P3-120-II	57.81	57.88	5.01	0.232	0	200	0.455184	Falla

Conclusiones

- Las probetas P1-60° tienen una energía de fallo de 1,3655 J.
- Las probetas P2-90° tienen una energía de fallo de 0,4552 J.
- Las probetas P3-120° tienen una energía de fallo de 0,4552 J.
- Todas las probetas se las ensayó con el método de prueba FE y fueron impactadas con un dardo de 0,232 Kg sin ningún incremento de masa.



REALIZADO POR:
Egdo. Christian Sánchez L.
LABORATORIO DE MATERIALES



SUPERVISADO POR:
Ing. Sebastián Villegas S.
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 5: Ensayos de probetas LENMAV – ensayos a tracción.



LenMaV
LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. J. Anibal Viñan B. MsC.

INFORME DE RESULTADOS		
ENSAYO DE FLEXIÓN		Denominación: RG-20-01
		N° 01
SOLICITADO POR:	Richard Guerrero	
PROYECTO DE TESIS	"SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO"	
DIRECCION:	UTA - FAC. ING. CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE ING MECÁNICA	
TIPO DE MATERIAL:	RESINA AEROPOXI PR 2032	
MATERIAL:	LAMINA DE AEROPOXI	
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 07	
NORMA UTILIZADA:	ASTM D7264/D7264M - 21	
FECHA DE ENSAYO:	24-jul-21	
EQUIPO UTILIZADO:	MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F.20161650006	CÓD IDENT: MI
MUESTRA N°	1	2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	MF-60-1	MF-60-2
CARACTERÍSTICA	PROBETA	PROBETA
ESPESOR [mm]	2.68	2.65
ANCHURA [mm]	12.71	12.76
SECCIÓN TRANSVERSAL [mm²]	34.06	33.81
MÓD. APARENTE DE ELASTIC. [MPa]	1.41E+03	3.96E+02
CARGA MÁXIMA [N]	54.05	54.74
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	68.37	70.53
FLECHA MÁXIMA [mm]	16.84	15.91
OBSERVACIONES:	Longitud entre apoyos = 77 mm	

Aprobado por:



Ing. Anibal Viñan B. MsC.
GERENTE DEL LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES


Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

Dir: Calle Roma N°7 y Padua, Cda Politécnica
Tel: 032924420 - Cel: 0987260955
email: jvinan54@lenmov.com
Babamba - Ecuador

INFORME DE RESULTADOS		
ENSAYO DE FLEXIÓN		Denominación: RG-20-01
N° 02		
SOLICITADO POR:	Richard Guerrero	
PROYECTO DE TESIS:	"SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO"	
DIRECCION:	UTA - FAC. ING. CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE ING MECÁNICA	
TIPO DE MATERIAL:	RESINA AEROPOXI PR 2032	
MATERIAL:	LAMINA DE AEROPOXI	
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 07	
NORMA UTILIZADA:	ASTM D7264/D7264M - 21	
FECHA DE ENSAYO:	24-jul-21	
EQUIPO UTILIZADO: MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B		
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD		
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-20161650006	CÓD IDENT: M1
MUESTRA N°	3	4
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	MF-90-1	MF-90-2
CARACTERÍSTICA	PROBETA	PROBETA
ESPEJOR [mm]	2.64	2.44
ANCHURA [mm]	12.72	12.73
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	33.58	31.06
MÓD. APARENTE DE ELASTIC. [MPa]	1.23E+03	8.48E+02
CARGA MÁXIMA [N]	48.40	43.56
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	60.43	66.36
FLÉCHA MÁXIMA [mm]	12.19	18.69
OBSERVACIONES: Longitud entre apoyos = 77 mm		

Aprobado por:


 Ing. Anibal Viñán B. MsC.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

INFORME DE RESULTADOS		
ENSAYO DE FLEXIÓN		Denominación: RG-20-01
N° 03		
SOLICITADO POR:	Richard Guerrero	
PROYECTO DE TESIS	"SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO"	
DIRECCION:	UTA - FAC. ING. CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE ING MECANICA	
TIPO DE MATERIAL:	RESINA AEROPONI PL 2032	
MATERIAL:	LAMINA DE AEROPONI	
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 07	
NORMA UTILIZADA:	ASTM D7264/D7264M - 21	
FECHA DE ENSAYO:	24-jul-21	
EQUIPO UTILIZADO:	MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE:	CERTIFICADO:	CÓD IDENT:
7136	LNM-F-20161650664	MI
MUESTRA N°	5	6
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	MF-120-1	MF-120-2
CARACTERÍSTICA	PROBETA	PROBETA
ESPESOR [mm]	2.70	2.73
ANCHURA [mm]	12.75	12.62
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	34.43	34.45
MÓD. APARENTE DE ELÁSTIC. [MPa]	4.66E+02	1.34E+02
CARGA MÁXIMA [N]	58.37	60.04
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	72.51	73.70
FLECHA MÁXIMA [mm]	19.50	20.33
OBSERVACIONES:	Longitud entre apoyos = 77 mm	

Aprobado por,



 Ing. Anibal Viñán B. MsC.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

INFORME DE RESULTADOS		
ENSAYO DE FLEXIÓN		Denominación: RG-20-01
		N° 04
SOLICITADO POR:	Richard Guerrero	
PROYECTO DE TESIS:	"SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUSTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO"	
DIRECCION:	UTA - FAC. ING. CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE ING MECÁNICA	
TIPO DE MATERIAL:	RESINA AERÓPOXI PR 2032	
MATERIAL:	LAMINA DE AERÓPOXI	
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 07	
NORMA UTILIZADA:	ASTM D7264/D7264M - 21	
FECHA DE ENSAYO:	24-jul-21	
EQUIPO UTILIZADO: MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B		
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD		
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-20161650005-	CÓD IDENT: M1
MIESTRA N°	7	8
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	MF-PR-MA-1	MF-PR-MA-2
CARACTERÍSTICA	PROBETA	PROBETA
ESPESOR [mm]	1.84	1.83
ANCHURA [mm]	12.89	12.85
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	23.72	20.95
MÓD. APARENTE DE ELÁSTIC. [MPa]	1.34E+03	2.02E+03
CARGA MÁXIMA [N]	17.56	10.69
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	46.40	36.16
FLECHA MÁXIMA [mm]	21.74	18.12
OBSERVACIONES:	Longitud entre apoyos = 77 mm	

Aprobado por:



 Ing. Anibal Viñán B. MsC.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

1/1

INFORME DE RESULTADOS		
ENSAYO DE TRACCIÓN		Denominación: RG 1B - 1
N° 01		
SOLICITADO POR:	Richard Guerrero	
PROYECTO DE TESIS:	"SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO"	
DIRECCION:	UTA - FAC. ING. CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE ING MECÁNICA	
TIPO DE MATERIAL:	RESINA AEROPOXI PR 2032	
MATERIAL:	LAMINA DE AEROPOXI	
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 07	
NORMA UTILIZADA:	ASTM D3039/D3039M - 17	
FECHA DE ENSAYO:	24-jul-21	
EQUIPO UTILIZADO:	MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-2016500064D	CÓD IDENT: M2
NÚMERO DE LA MUESTRA	1	2
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	MT-60-1	MT-60-2
CARACTERÍSTICA	PROBETA	PROBETA
ESPESOR [mm]	3.36	2.87
ANCHURA [mm]	24.64	24.67
LONGITUD INICIAL [mm]	50	50
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	82.79	70.80
MODULO DE ELASTICIDAD [GPa]	0.000 E+00	2.770 E+00
CARGA DE FLUENCIA [kN]	0.00	1.54
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	0.00	22.00
CARGA MAXIMA [kN]	0.00	3.04
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	0.00	43.00
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	0.00	0.50
OBSERVACIONES:	Muestra N° 1 no se obtubieron datos por fractura súbita al inicio del ensayo	

Aprobado por:


 Ing. Anibal Viñán B. M.Sc.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. Elaboración no es responsable por la reproducción.

INFORME DE RESULTADOS		
ENSAYO DE TRACCIÓN		Denominación: RG 18 - 1
SOLICITADO POR:	Richard Guerrero	N° 02
PROYECTO DE TESIS:	"SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO UTA - FAC. ING. CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE ING. MECÁNICA"	
DIRECCION:	UTA - FAC. ING. CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE ING. MECÁNICA	
TIPO DE MATERIAL:	RESINA AERÓPOXI PR 2012	
MATERIAL:	LAMINA DE AERÓPOXI	
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 07	
NORMA UTILIZADA:	ASTM D3039/D3039M - 17	
FECHA DE ENSAYO:	24-jul-21	
EQUIPO UTILIZADO: MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B		
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD		
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-201650064D	CÓD. IDENT: M2
NÚMERO DE LA MUESTRA	3	4
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	MT-90-1	MT-90-2
CARACTERÍSTICA	PROBETA	PROBETA
ESPESOR [mm]	2.74	3.33
ANCHURA [mm]	24.84	24.74
LONGITUD INICIAL [mm]	50	50
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	68.06	82.38
MODULO DE ELASTICIDAD [GPa]	1.940 E+00	2.510 E+00
CARGA DE FLUENCIA [kN]	1.24	1.52
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	18.00	18.00
CARGA MAXIMA [kN]	2.14	3.02
ESFUERZO MAXIMO [MPa]	31.00	37.00
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	0.50	0.50
OBSERVACIONES:		

Aprobado por:



Ing. Anibal Viñán B. MsC.
GERENTE DEL LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES

INFORME DE RESULTADOS		
ENSAYO DE TRACCIÓN		Denominación: RG 18 - 1
SOLICITADO POR:	Richard Guerrero	N° 03
PROYECTO DE TESIS:	SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	
DIRECCION:	UTA - FAC. ING. CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE ING MECÁNICA	
TIPO DE MATERIAL:	RESINA AEROPOXI PR 2032	
MATERIAL:	LÁMINA DE AEROPOXI	
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 07	
NORMA UTILIZADA:	ASTM D3039/D3039M - 17	
FECHA DE ENSAYO:	24-jul-21	
EQUIPO UTILIZADO:	MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B	
MARCA:	JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD	
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-201650064D	COD IDENT: M2
NÚMERO DE LA MUESTRA	5	6
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	MT-120-1	MT-120-2
CARACTERÍSTICA	PROBETA	PROBETA
ESPESOR [mm]	3.9	2.74
ANCHURA [mm]	24.82	24.62
LONGITUD INICIAL [mm]	50	50
SECCION TRANSVERSAL [mm ²]	96.80	67.46
MÓDULO DE ELASTICIDAD [GPa]	2.710.E+00	3.090.E+00
CARGA DE FLUENCIA [kN]	1.84	1.32
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	19.00	20.00
CARGA MÁXIMA [kN]	3.64	2.38
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	38.00	35.00
PORCENTAJE DE ELONGACION [%]	0.50	0.50
OBSERVACIONES:		

Aprobado por:



Ing. Anibal Viñán B. M.Sc.
GERENTE DEL LABORATORIO
ENSAYO DE MATERIALES

Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El autor no se responsabiliza por la reproducción parcial o total de este documento.

Dir: Calle Roma N°7 y Padua, Cda Politécnica

Tel: 032924420 - Cel: 0987260955

email: jvinan54@lenmay.com
Klobamba - Ecuador

INFORME DE RESULTADOS		
ENSAYO DE TRACCIÓN		Denominación: RG 18 - 1
SOLICITADO POR:	Richard Guerrero N° 04	
PROYECTO DE TESIS:	SELECCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA VACUUM BAGGING (ENVASADO AL VACÍO) PARA EL CONFORMADO DE MATERIALES COMPUESTOS EN EL LABORATORIO DE MATERIALES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	
DIRECCION:	UTA - FAC. ING. CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE ING. MECÁNICA	
TIPO DE MATERIAL:	RESINA AEROPOXI PR 2032	
MATERIAL:	LAMINA DE AEROPOXI	
FECHA DE FABRICACIÓN:	2021 - 07	
NORMA UTILIZADA:	ASTM D3039/D3039M - 17	
FECHA DE ENSAYO:	24-jul-21	
EQUIPO UTILIZADO: MAQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS - WAW600B		
MARCA: JINAN LIANGONG TESTING TECHNOLOGY CO., LTD		
SERIE: 7136	CERTIFICADO: LNM-F-2016500064D	CÓD IDENT: M2
NÚMERO DE LA MUESTRA	7	8
DESIGNACIÓN DEL MATERIAL	MT-PR.MA-1	MT-PR.MA-2
CARACTERÍSTICA	PROBETA	PROBETA
ESPEJOR [mm]	2.44	2.15
ANCHURA [mm]	24.79	24.74
LONGITUD INICIAL [mm]	50	50
SECCIÓN TRANSVERSAL [mm ²]	60.49	53.19
MÓDULO DE ELASTICIDAD [GPa]	8.300.E-01	2.970.E+00
CARGA DE FLUENCIA [kN]	0.98	1.02
ESFUERZO DE FLUENCIA [MPa]	16.00	19.00
CARGA MÁXIMA [kN]	1.26	1.62
ESFUERZO MÁXIMO [MPa]	21.00	30.00
PORCENTAJE DE ELONGACIÓN [%]	0.50	0.50
OBSERVACIONES:		

Aprobado por:



 Ing. Anibal Viñan B. M.Sc.
 GERENTE DEL LABORATORIO
 ENSAYO DE MATERIALES

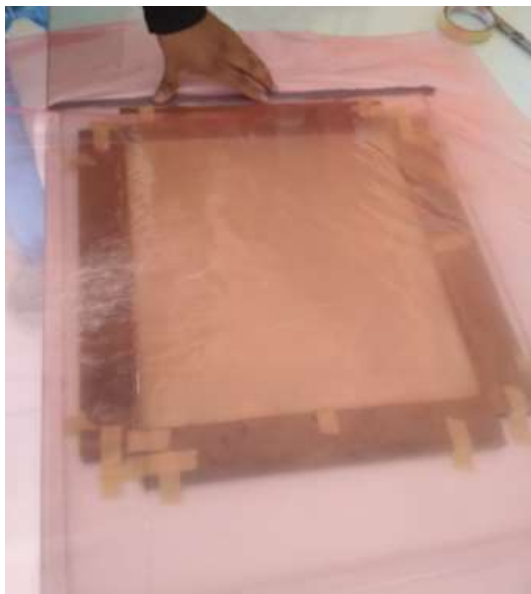
Documento válido únicamente con el sello de la Empresa. El laboratorio no es responsable por la reproducción parcial o total de este documento.

Dir: Calle Roma N°7 y Padua, Cda Politécnica

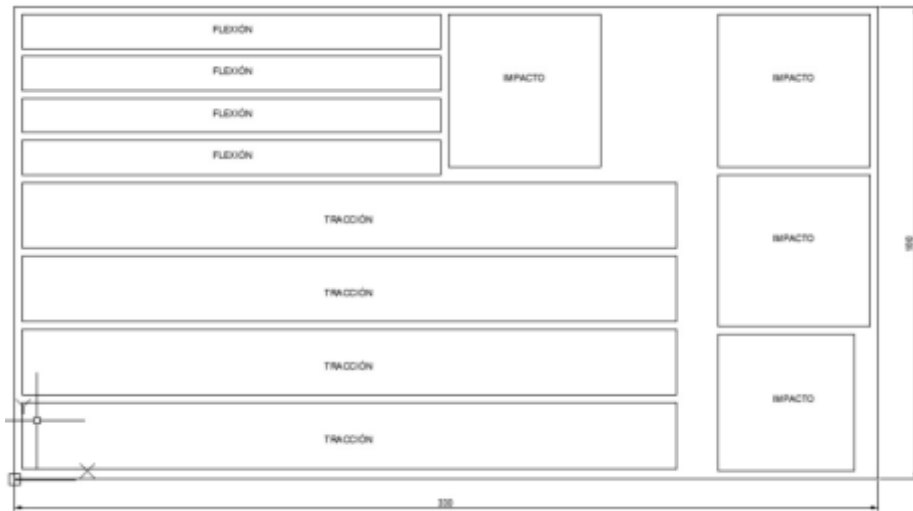
Tel: 032924420 - Cel: 0987260955

 email: jvinan54@lenmay.com
 Riobamba - Ecuador

Anexo 6: Desarrollo de lámina de resina aeropoxi

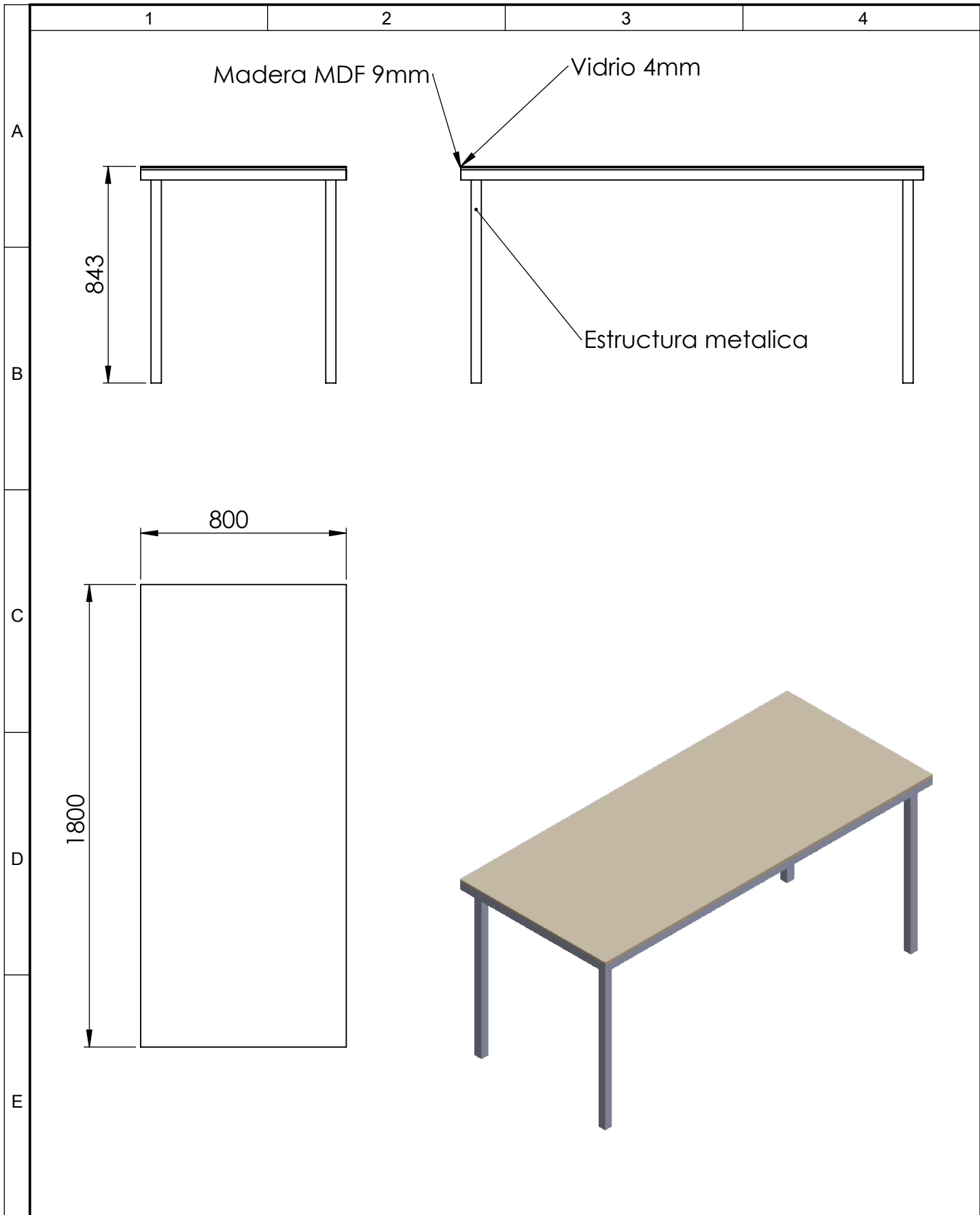




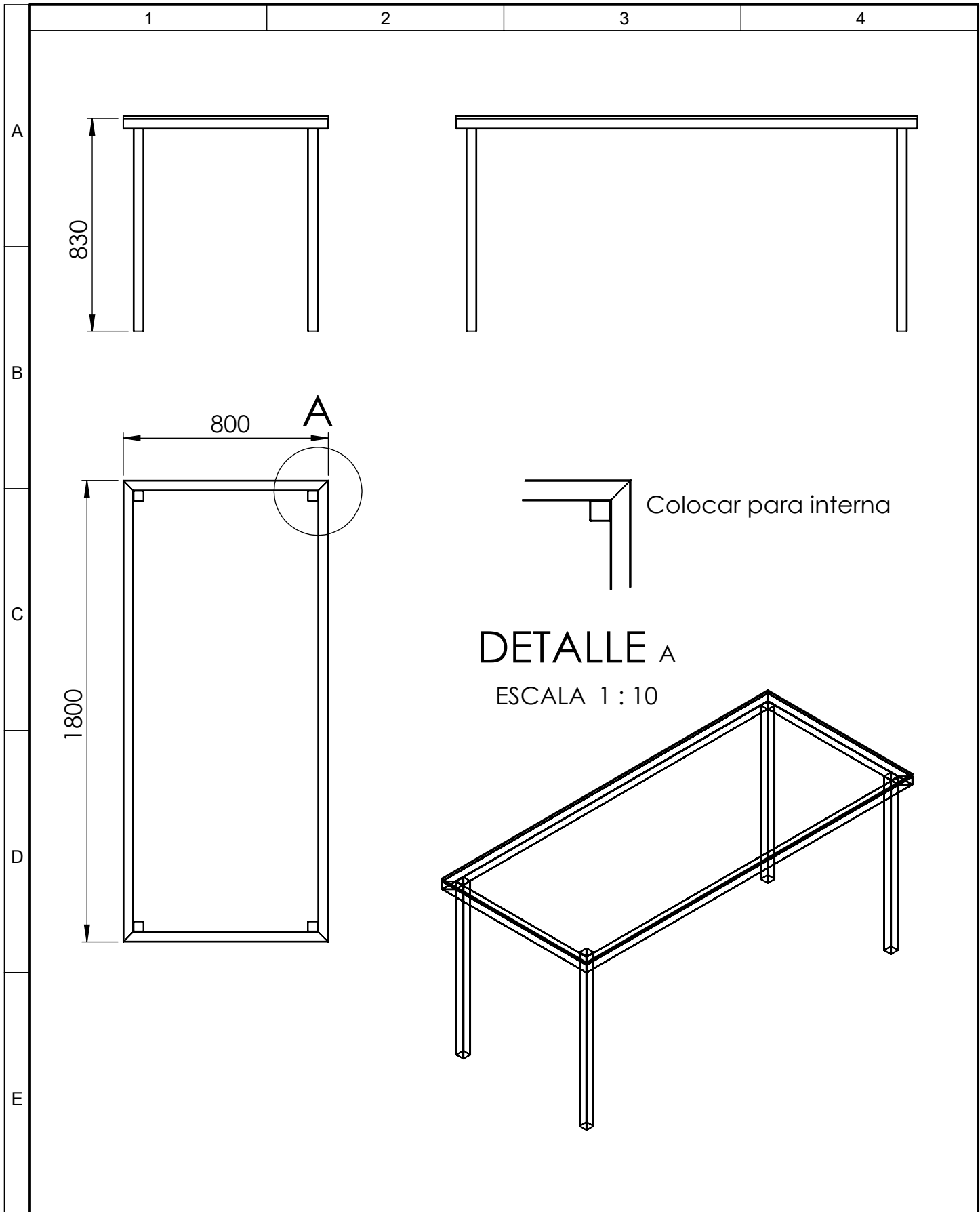




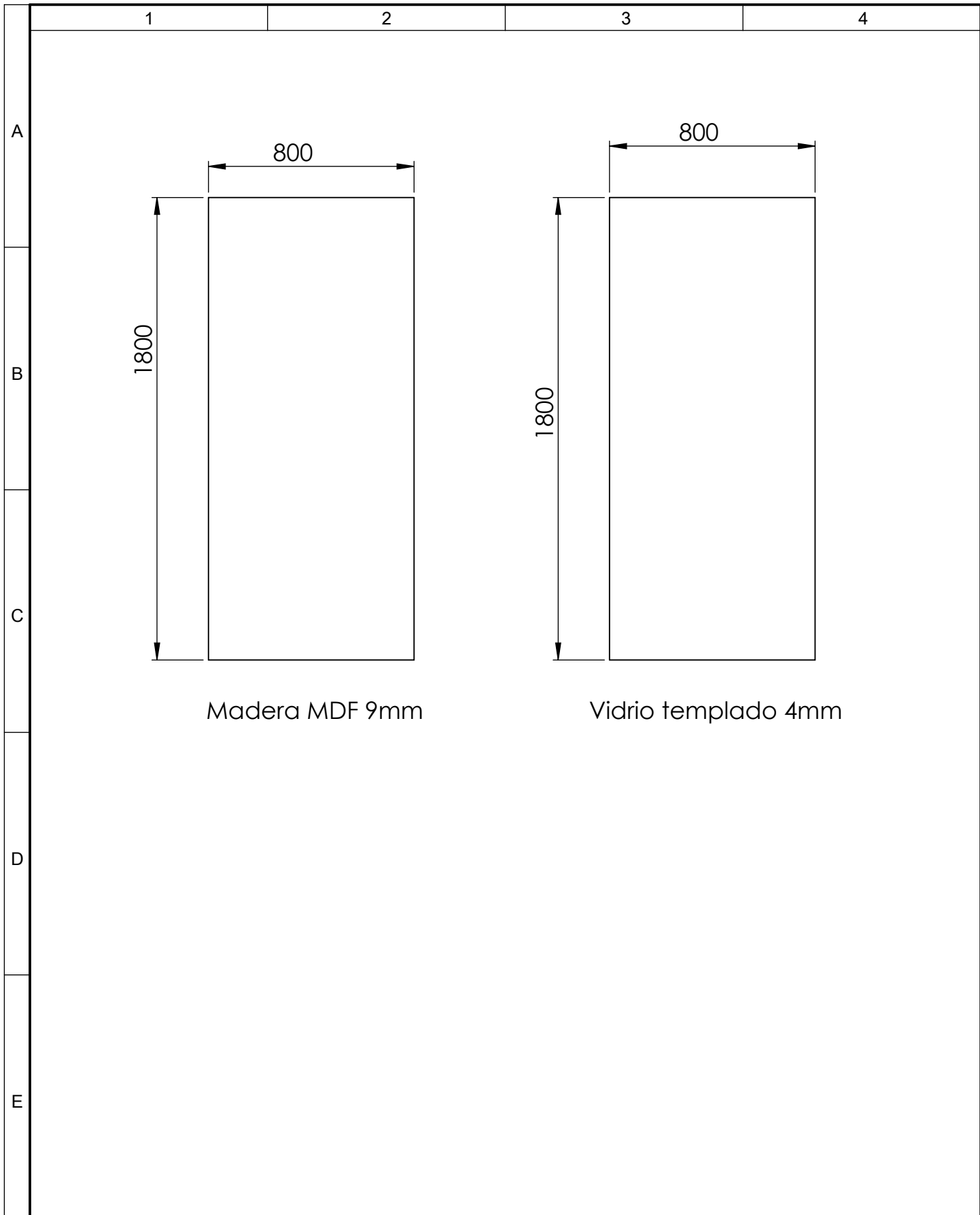
Anexo 7: Plano de placa de 300x300mm.



				Tolerancia	Peso	Material:	
				±1	gr		
				Fecha	Nombre	Titulo: Mesa de trabajo	Escala: 1:20
			Dibujó:	22/06/2021	Guerrero R.- Bustos F.		
			Revisó:	22/06/2021	Ing. Juan Paredes		
				Aprobó:	22/06/2021	Ing. Juan Paredes	
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina:	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			1 de 3	
				Sustitución			



				Tolerancia ± 1	Peso gr	Material:	
						Titulo: Estructura metalica mesa de trabajo	Escala: 1:20
				Fecha	Nombre		
				Dibujó: 22/06/2021	Guerrero R.- Bustos F.		
				Revisó: 22/06/2021	Ing. Juan Paredes		
				Aprobó: 22/06/2021	Ing. Juan Paredes		
				U.T.A INGENIERIA MECANICA		Número de lámina: 2 de 3	Registro:
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			Sustitución	



				Tolerancia	Peso	Material:		
				±1	gr			
					Fecha	Nombre	Título: Accesorios de mesa de tabajo	Escala: 1:20
				Dibujó:	22/06/2021	Guerrero R.- Bustos F.		
				Revisó:	22/06/2021	Ing. Juan Paredes		
				Aprobó:	22/06/2021	Ing. Juan Paredes		
				U.T.A			Número de lámina:	Registro:
				INGENIERIA MECANICA			3 de 3	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha				Sustitución	