



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

PROPUESTA Y VALIDACIÓN DEL DESEMPEÑO DE ADHESIVOS NACIONALES EN EL PEGADO DE BLOQUES DE MADERA DE Balsa EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Industrial

AUTORES: Genesis Dayanna Sabando Mora

TUTOR: MSc. Ana Fabiola Terán Alvarado

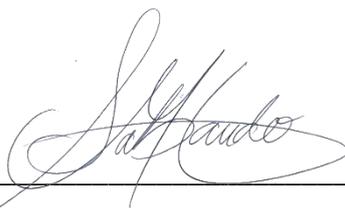
Guayaquil - Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo Génesis Dayanna Sabando Mora con cédula de identidad No. 0928824028, manifiesto que soy autora y responsable de este trabajo de titulación que lleva por título **“Propuesta y Validación del Desempeño de Adhesivos Nacionales en el Pegado de Bloques de Madera de Balsa en una Empresa de Productos Químicos en la Ciudad de Guayaquil”**.

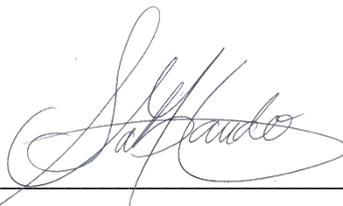
Declaro que los datos, resultados y análisis mostrados en este documento es responsabilidad exclusiva del autor.



Génesis Dayanna Sabando Mora
0928824028

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Génesis Dayanna Sabando Mora con cédula de identidad No. 0928824028, expreso mi voluntad y doy paso para que la Universidad Politécnica Salesiana posea los derechos patrimoniales de este proyecto técnico que lleva por título **“Propuesta y Validación del Desempeño de Adhesivos Nacionales en el Pegado de Bloques de Madera de Balsa en una Empresa de Productos Químicos en la Ciudad de Guayaquil”**; de modo que la Universidad Politécnica Salesiana posee la facultad para ejercer plenamente uso de los derechos cedidos con anterioridad para fines académicos o investigativos.

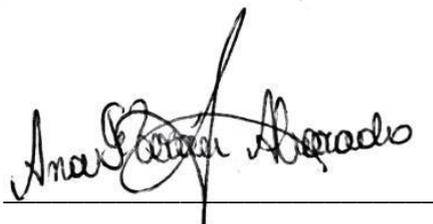


Génesis Dayanna Sabando Mora
0928824028

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ana Fabiola Terán Alvarado, con cédula de identificación No. 0917242448, catedrática de la Universidad Politécnica Salesiana, manifiesto que bajo mi tutoría fue realizado el proyecto de titulación: **“Propuesta y Validación del Desempeño de Adhesivos Nacionales en el Pegado de Bloques de Madera de Balsa en una Empresa de Productos Químicos en la Ciudad de Guayaquil”**, desarrollado Génesis Dayanna Sabando Mora con cédula de identidad No. 0928824028, adquirido como resultado final del trabajo de titulación bajo la modalidad proyecto técnico, que recauda todos los requisitos impuestos por la Universidad Politécnica Salesiana.

Atentamente,



Ing. Fabiola Terán Alvarado Msc.
0917242448

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios que me dio las fuerzas para continuar cuando ya no podía más y para todos aquellos estudiantes que en algún punto de su carrera desean abandonarla porque no se consideran aptos o se sienten fuera de lugar, todo se puede con esfuerzo y dedicación. También dedico esta tesis a la empresa CegaSupply, la encargada de cubrir con los costos de la investigación.

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por la ayuda y las fuerzas, gracias mamá y papá por orar por mí cuando me daba por vencida y decirme que lo lograría, gracias a mis amigos que fueron mi apoyo en los días difíciles y mis fieles tutores cuando no entendía las materias y que con amor me corregían, gracias a mis maestros y directora de carrera que permitieron llevar a cabo este proyecto, sin lugar a dudas sin sus enseñanzas y consejos esto no sería posible, gracias a mis hermanos y hermanas que me llevaban a los laboratorios o me permitían estar en sus casas cuando el día llegaba a su fin y era muy tarde para regresar a casa. Gracias a la empresa CegaSupply por ofrecerme su apoyo incondicional y por haber provisto del presupuesto para llevar a cabo esta investigación. Amé la experiencia, amé la vivencia y por sobre todo amo lo que Dios me ha dado hasta el momento, sin más que decir gracias a todos los que están detrás del telón conduciendo la metro-vía, los encargados de la limpieza y a los guardias.



Génesis Dayanna Sabando Mora
0928824028

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo proponer y validar una metodología que respalde el desempeño de adhesivos nacionales en el pegado de bloques de madera de balsa de una empresa de productos químicos en la ciudad de Guayaquil a fin de posibilitar el avance de calidad con bases científicas y ensayos demostrativos que den fiabilidad del producto creado.

Para ello se han utilizado distintos métodos científicos, dentro de los cuales se encuentra el método cualitativo, cuantitativo y de investigación documental, esto como base para analizar correctamente los resultados obtenidos de los ensayos de compresión y tracción, los cuales se llevaron a cabo con la finalidad de comparar la resistencia al cizallamiento por compresión y tracción de 3 adhesivos denominados como adhesivo empresa A, empresa B y CegaSupply respectivamente.

Estas distintas concepciones didácticas permiten presentar los resultados de manera más clara y específica de modo que comprender como funciona cada adhesivo y los resultados que estos presentan al ser sometidos esfuerzos puedan ser procesados de la manera más natural posible. En este proyecto se presentará con tablas los resultados de los valores obtenidos en los ensayos de resistencia de materiales y se explicará paso a paso cuál es la manera correcta para desarrollar una metodología investigativa.

La base de esta investigación haya su origen y fuente de inspiración en la normativa española UNE-EN 302-3, la cual detalla paso a paso como llevar a cabo un correcto estudio del comportamiento del adhesivo sometido a distintos factores que influyen directamente en su capacidad cumplir con el propósito de su creación, todo ello enfocado a la madera de balsa.

Esta metodología favorecerá exponencialmente a empresa, industrias y fábricas destinadas a la fabricación de aglutinantes para madera de balsa, ya que no solo ayudará a demostrar la capacidad del adhesivo, sino que proveerá de bases científicas que respaldarán estos criterios.

Palabras clave: Adhesivos, Compresión, Ensayos, Normativa, Tracción.

ABSTRACT

The objective of this article is to propose and validate a methodology that supports the performance of national adhesives in gluing balsa wood blocks from a chemical products company in the city of Guayaquil in order to enable the advancement of quality with scientific bases and demonstrative tests that give reliability of the created product.

For this, different scientific methods have been used, among, which are the qualitative, quantitative and documentary research methods, this as a basis to correctly analyze the results obtained from the compression and traction tests, which were carried out with the purpose of comparing the resistance to shearing by compression and traction of 3 adhesives named as adhesive company A, company B and CegaSupply respectively.

These different didactic conceptions allow presenting the results in a clearer and more specific way so that understanding how each adhesive works and the results that they present when subjected to efforts can be processed in the most natural way possible. In this project, the results of the values obtained in the resistance tests of materials will be presented with tables and the correct way to develop a research methodology will be explained step by step.

The basis of this research has its origin and source of inspiration in the Spanish regulation UNE-EN 302-3, which details step by step how to carry out a correct study of the behavior of the adhesive subjected to different factors that directly influence its capacity. fulfill the purpose of its creation, all focused on balsa wood.

This methodology will exponentially favor companies, industries and factories dedicated to the manufacture of binders for balsa wood, since it will not only help demonstrate the capacity of the adhesive, but will also provide scientific bases that will support these criteria.

Keywords: Adhesives, Compression, Regulations, Tests, Traction.

ÍNDICE GENERAL

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	0
SEDE GUAYAQUIL.....	0
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA	I
DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
TÍTULO	XIII
GLOSARIO DE TÉRMINOS	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
EL PROBLEMA	4
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.....	5
1.3 GRUPO OBJETIVO	5
1.4 OBJETIVOS.....	6
1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 OCHROMA PYRAMIDALE	7

2.2	CADENA DE VALOR DE LA MADERA DE BALSA.....	7
2.2.1	CULTIVO DE BALSA.....	8
2.2.2	COSECHA DE BALSA.....	10
2.2.3	TRANSFORMACIÓN EN BLOQUES DE BALSA.....	11
2.2.4	COMERCIALIZACIÓN DE BLOQUES DE BALSA.....	12
2.2.5	CONSUMO DE BLOQUES DE BALSA.....	13
2.3	ADHESIVOS	14
2.3.1	DOSIFICACIÓN DEL ADHESIVO	14
2.3.2	VISCOSIDAD DEL ADHESIVO	14
2.3.3	ADHERENCIA A LA MADERA	15
2.4	ENSAYO DE RESISTENCIA DE MATERIALES	15
2.4.1	ENSAYO DE TRACCIÓN.....	16
2.4.2	ENSAYO DE COMPRESIÓN.....	17
2.5	NORMATIVA UNE-EN 302.....	18
2.5.1	UNE-EN 302-3 2018.....	19
2.6	DECLARACIÓN AMBIENTAL.....	19
	CAPÍTULO III.....	20
	MARCO METODOLÓGICO.....	20
3.1	TIPO DE ESTUDIO.....	20
3.1.1	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
3.1.2	INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	20
3.2	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.2.1	MÉTODO CUALITATIVO.....	20
3.2.2	MÉTODO CUANTITATIVO.....	21
3.3	MÉTODOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN.....	21
3.3.1	ELECCIÓN DE LA MADERA.....	21
3.3.2	PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS PEGADAS PARA PROBETA 1	

3.3.3	PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO	23
3.4	MÉTODOS DE ENSAYO DE TRACCIÓN	24
3.4.1	ELECCIÓN DE LA MADERA	24
3.4.2	PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS PEGADAS PARA PROBETA 2 24	
3.4.3	PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO	27
3.5	NÚMERO DE PROBETAS	27
3.6	TIPOS DE ROTURA	28
3.7	PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS Y PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO 31	
3.8	RESULTADOS DEL ENSAYO	31
3.9	CARACTERÍSTICAS DE LOS ADHESIVOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS	33
	CAPÍTULO IV	34
	RESULTADOS	34
4.1	RESULTADOS DE PROBETA 1	34
4.1.1	PREPARACIÓN DE LA PROBETA Y PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 34	
4.1.2	PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA	36
	ADHESIVO EMPRESA A	37
	ADHESIVO EMPRESA B	38
	ADHESIVO CEGASUPPLY	39
4.2	RESULTADOS DE PROBETA 2	40
4.2.1	PREPARACIÓN DE LA PROBETA Y PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO 40	
4.2.2	PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA	42
	ADHESIVO EMPRESA A	43
	ADHESIVO EMPRESA B	44
	ADHESIVO CEGASUPPLY	45

4.3	VARIACIÓN PORCENTUAL RESPECTO A LA MEDIA DE ESFUERZO TOTAL DE CEGASUPPLY	46
4.4	ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO	47
	CONCLUSIONES	48
	RECOMENDACIONES	49
	BIBLIOGRAFÍA.....	50
	ANEXOS.....	53
	ANEXO 1: EVIDENCIA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN Y TRACCIÓN..	53
	ENSAYO DE COMPRESIÓN	53
	ENSAYO DE TRACCIÓN.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cadena de Valor del Cultivo de Balsa	8
Figura 2 Plantas de Balsa para Cultivo.	10
Figura 3 Listones de madera de balsa sin secar ni cepillar.	10
Figura 4 Listones organizados para engomar y bloque de balsa en prensa	12
Figura 5 Datos de la cámara del comercio con respecto a la exportación de madera de balsa en los últimos 4 años.	13
Figura 6 Pegado de madera y su adherencia bajo presión.	15
Figura 7 Dirección de las fuerzas en un ensayo de tracción.	17
Figura 8 Ensayo de compresión sobre una probeta de madera.	18
Figura 9 Probeta y dirección de las fuerzas para ensayo de compresión.	22
Figura 10 Base de la probeta.	23
Figura 11 Probeta en la máquina de ensayo.	24
Figura 12 Medida de la Probeta. (Medida dada en milímetros).	25
Figure 13 Vista superior de la probeta.	26
Figura 14 Mordaza diseñada para ensayo de Tracción.	26
Figura 15 Probeta en la máquina de ensayo.	27
Figura 16 Demostración de rotura tipo A, la cual es una rotura que deja grandes rastros de fibra de madera en la superficie de la probeta.	28
Figura 17 Demostración de rotura tipo B, la cual es una rotura que deja pequeños rastros de fibra de madera en la superficie de la probeta.	29
Figura 18 Demostración de rotura tipo C, la cual es una rotura limpia es decir, deja un rastro de adhesivo sobre la superficie de la probeta.	30
Figura 19 Adhesivo aplicado en sentido a las fibras de la madera.	31
Figura 20 Adhesivo aplicado sobre la cara de la pieza 1 y pieza 2.	34
Figura 21 Probetas en la prensa para su debido secado.	35
Figura 22 Adhesivo aplicado sobre una de las caras de la probeta.	40
Figura 23 Probetas en la prensa para su debido secado.	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Medidas para la Elaboración de Bloques de Balsa.	12
Tabla 2 Características de los adhesivos usados en las pruebas de ensayo.	33
Tabla 3 Datos para preparación de probetas.	36
Tabla 4 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo A.	37
Tabla 5 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo A.	37
Tabla 6 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo B.	38
Tabla 7 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo B.	38
Tabla 8 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo CegaSupply.	39
Tabla 9 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo CegaSupply.	39
Tabla 10 Datos para preparación de probetas.	42
Tabla 11 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo A.	43
Tabla 12 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo A.	43
Tabla 13 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo B.	44
Tabla 14 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo B.	44
Tabla 15 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo CegaSupply.	45
Tabla 16 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo CegaSupply.	45
Tabla 17 Comparación de esfuerzos.	46
Tabla 18 Presupuesto y materiales utilizados para el desarrollo del proyecto.	47

TÍTULO

Propuesta y validación del desempeño de adhesivos nacionales en el pegado de bloques de madera de balsa en una empresa de productos químicos en la ciudad de Guayaquil.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Adhesivo: Se aplica a la sustancia que sirve para pegar dos superficies contiguas. (Quevedo)

Cizallamiento: Deformación lateral que se produce por una fuerza externa. También llamado corte, cortadura. (RAE, 2021)

DIN: Las normas DIN es el nombre que reciben una serie de estándares técnicos alemanes que aseguran la calidad de los productos científicos e industriales, acrónimo de Deutsches Institut für Normung. (DIN 53255, 2017)

Línea de cola: Capa adhesiva entre dos piezas de madera. (UNE-EN 14257, 2020)

Normativa: Conjunto de normas aplicables a una determinada materia o actividad. (RAE, 2021)

Prensar: Apretar algo en la prensa, o mediante otro procedimiento, para compactarlo. (RAE, 2021)

Probetas de ensayo: Una probeta del material es un trozo de material con dimensiones normalizadas para realizar ensayos, como el de tracción. (Pérez, y otros, 2021)

Resistencia al cizallamiento: Propiedad de un terreno que le permite resistir el desplazamiento entre las partículas del mismo al ser sometido a una fuerza externa. También llamada resistencia al corte. (UNE-EN 14257, 2020)

Tiempo de prensado mínimo: Tiempo más corto de prensado (expresado como la media de 10 resultados individuales) que proporciona una resistencia al cizallamiento por tracción de al menos $4 \text{ N}/(\text{mm})^2$ a una temperatura dada. (UNE-EN 14257, 2020)

Tiempo de prensado: Tiempo en el que se presiona una junta adhesiva. (UNE-EN 14257, 2020)

INTRODUCCIÓN

La balsa (*Ochroma pyramidale*), madera preciosa utilizada por su excelente calidad y sus propiedades, tiene una gran demanda para la fabricación de interiores de aeronaves y barcos, se adapta a las condiciones ambientales y edáficas del trópico húmedo. Cultivado desde hace más de 50 años con creciente interés por lo que el número de hectáreas plantadas con especies exóticas ha ido aumentando con el tiempo. Actualmente existen alrededor de 160.000 hectáreas de las cuales el 43,5% es el estanco. (Martínez & Boira, 2021)

Una de las grandes ventajas de esta especie es el rápido crecimiento de sus árboles, su incremento medio anual y la corta vida útil los convierten en una importante fuente de madera en las zonas tropicales que ha ganado popularidad a nivel mundial debido al atractivo y longevidad de la madera, convirtiéndola en la primera especie exótica para exportación, un aliado estratégico para la resiliencia climática a corto, mediano y largo plazo.

En Ecuador existen muchas industrias llamadas “Balseras”, encargadas de la recolección y procesamiento de la madera de balsa; madera que pasa por varios procesos e inspecciones de calidad en cuanto a la humedad, el número de aros en el tallo y otras características que se presentarán en los siguientes capítulos. Estas industrias una vez que terminan de procesar la madera, la cortan en listones (la medida varía según la industria), para armar los bloques de balsa, usan adhesivos con base agua, juntan los listones y arman los bloques.

Las balseras en Ecuador han sido pioneras en expandir el mercado de manera internacional, exportando a países como China los bloques de balsa que posteriormente servirán para la construcción de aviones, barcos, muebles, edificios etc.

Con el pasar de los años los requisitos en cuanto a calidad han ido en aumento, y los clientes exigen estandarizaciones avaladas a nivel nacional e internacional que respalde que los bloques han sido sometidos a criterios científicos y no solo empíricos, se requiere de un respaldo en normativas que, con base en resultados excepcionales e indubitables, asegure que el producto es de alta calidad.

Lamentablemente el desconocimiento de las empresas ha originado la desconfianza del mercado internacional, es por ello que en este documento se proponen normativas de referencia, de modo que, con estas guías se pueda crear una normativa que regule los procesos de calidad en cuanto al pegado de estos bloques en el Ecuador.

Este documento demostrará los resultados la resistencia y capacidad de tres tipos diferentes de adhesivos con el propósito de comparar calidades, mediante pruebas y ensayos que se realizará sobre la madera balsa.

El presente proyecto trabajara con tres tipos de adhesivos: A, B y C. Estos tres tipos de adhesivos son rivales en el mercado de oferta y demanda. Por tanto, la finalidad es poder encontrar que adhesivo rinde mejor en cuanto a resistencia a la compresión y tracción.

Para determinar que adhesivo tiene mejor calidad, se realizarán dos ensayos (compresión y tracción) por cada adhesivo, y cada uno tendrá ocho probetas (madera balsa). Al momento de realizar el experimento se observará y analizará el comportamiento del adhesivo una vez que esté aplicado sobre la probeta de madera de balsa. De modo que se pueda deducir qué factores influyen en el rendimiento del aglutinante y analizar que componentes del mismo hacen que sea diferente de los otros dos adhesivos.

Durante los ensayos se tomarán las medidas correspondientes de secado del adhesivo de modo que los resultados no se vean afectados. E independientemente de la cantidad de adhesivo que se aplique en la madera balsa o del tamaño de las probetas, siempre y cuando la maquinaria correspondiente a los dos ensayos funcione de manera correcta. Es posible que las diferencias entre cada adhesivo sean o no más evidentes.

Hay que tener en cuenta que el modelo por compresión es un proceso de fabricación en el que una cantidad medida de material de moldeo, generalmente precalentado (también llamado "lote"), se comprime en la forma deseada utilizando dos moldes calentados.

Es por ello que la prueba de compresión se utilizará para determinar el comportamiento de la probeta bajo una carga de compresión para formar un patrón de prueba. Verificando la capacidad de resistencia de cada probeta con su respectivo tipo de adhesivo mientras se encuentran bajo la presión de la máquina que ejerce la compresión.

Por otro lado, el ensayo de tracción consiste en cargar axialmente la muestra hasta que falla, y la tasa de deformación aplicada debe ser baja para no distorsionar los resultados. Una prueba de tracción mide la fuerza y el alargamiento de una muestra.

El ensayo de tracción consiste en aplicar un esfuerzo axial sobre una probeta hasta su rotura. La velocidad de deformación aplicada debe ser baja para no sesgar los resultados. Durante el ensayo de tracción, se miden la fuerza y el alargamiento de la muestra.

Los resultados que se encontrarán en esta investigación no son solo relevantes a la industria de madera de balsa pues es cierto que, aunque su negocio

depende de exportar este producto al mejor precio y calidad. Esta información también resulta de utilidad a la industria de adhesivos pues pueden comprar sus productos con los que se vende a nivel nacional en el Ecuador. Y de ese modo mejorar la calidad del mismo o de ser el caso competir a por precios más bajos tomando en consideración el reducir el costo de producción.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La producción ecuatoriana de adhesivos y colas ha tenido gran apogeo entre las organizaciones encargadas de la exportación de madera, este proceso ha ido un escalón más y ahora se envían bloques pre-fabricados de un gran número de variedad de madera, sin embargo, las industrias de adhesivos no se rigen a ningún estándar para crear un óptimo producto, tanto así que se podría decir que usan el método de prueba y error hasta que alcanzan las especificaciones del cliente. El problema gira en torno a la escasez de normativas específicas de adhesivos para madera de balsa que existe en el país, y las normativas existentes que provienen de otros países son desconocidas para el productor de polímeros.

Muchas de las industrias de polímeros para madera de balsa que existen en el Ecuador realizan sus adhesivos tomando en cuenta las necesidades del cliente, las características en cuanto a viscosidad, tiempo de secado y dosificación; realizan ensayos basado en el tanteo de todas estas variables, no siempre funciona y base de prueba y error sacan el producto que más le conviene al dueño de la balsa. No se demerita en ningún momento el arduo esfuerzo y dedicación de estos proveedores de adhesivos, que gracias a todo lo que han hecho en las últimas décadas el Ecuador ha avanzado un paso más, sin embargo, la meta no es esa.

El desconocimiento que las industrias nacionales de adhesivos poseen de su propio producto y la falta de respaldo científico que tienen es un verdadero motivo de preocupación, los ensayos son esenciales para conocer bajo qué circunstancias su producto funciona de mejor manera y con los resultados obtenidos se crean mejoras o se corrigen errores, todo esto antes de que el producto salga al mercado. Es necesario y de suma importancia concientizar a las fábricas sobre la exploración de normativa que crea seguridad en sus clientes.

Debido a la inexistencia de normativa de adhesivos para madera de balsa, este proyecto propone las normativas DIN y UNEN, mismas que ayudarán a que se comprenda la importancia de los ensayos destructivos, el uso de probetas, la aplicación de condiciones según las variables a estudiar, ya sea esta el tiempo de secado, pruebas de cizallamiento, humedad de la balsa, etc. El aporte científico de estas normativas mejorará en gran manera los procesos de calidad de los adhesivos nacionales.

El Ecuador es un país con mucho potencial para crear productos de excelente calidad, posee los recursos materiales y profesionales para el debido desarrollo de adhesivos para balsa, sin embargo, la falta de implementación de normativas o entes reguladoras de sus procesos le proveen desventajas

ante industrial internacionales que llevan procesos más estrictos de calidad; esta escases de conocimiento motivó a la creación de esta propuesta, la misma que busca el crecimiento de fábricas en industrias exportadoras y distribuidoras nacionales de bloques de balsa, de modo que cuando escuchen que el producto proviene de Ecuador estén confiados de que es un producto de la más alta calidad que asegura que sus procesos son verificados por normativas reguladoras de adhesivos y el producto final que se obtendrá será de excelencia.

1.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El presente proyecto haya relevancia ya que los resultados que se obtendrán servirán de base para la creación de una normativa que mejore exponencialmente la calidad del adhesivo para madera de balsa, con la ayuda herramientas que permitan realizar ensayos de resistencia de materiales.

Resulta de gran importancia tener presente que los adhesivos tengan buena adherencia, viscosidad y tiempo de secado; estas serán piezas claves para asegurar un producto de alta calidad que provea seguridad al consumidor.

Al realizar ensayos de resistencia a la compresión y tracción será posible observar y analizar el comportamiento del adhesivo una vez aplicado sobre una probeta de madera de balsa y así deducir qué factores influyen en el rendimiento del aglutinante.

El hecho de que un cliente no esté conforme con el producto que ha recibido, implica que hubo una no conformidad, en otras palabras, no cubrió las necesidades que el usuario requería, derivando a la pérdida de un posible consumidor del producto. Siendo de vital importancia realizar un análisis de la reacción del material de modo que permita conocer y evitar que ese error vuelva a ocurrir. Es por ello que se hace énfasis en la creación de una normativa que respalde la elaboración de adhesivos para balsa, ya que gracias a ello existiría una estandarización en la producción de este.

1.3 GRUPO OBJETIVO

Esta investigación aportará conocimientos científicos a muchas “Balseras” en el Ecuador y las incitará a realizar ensayos basado en normativas y regulados por entes internacionales que demostrarán que el producto que dicha industria distribuye de manera nacional e internacional posee resultados satisfactorios, garantizando la fidelización los usuarios afiliados a estas balseras. Con la aplicación de normas de calidad en estas industrias, se esperan resultados exponenciales en el crecimiento de la misma, ya que crea un ambiente más profesional y una línea que diferencia de muchas otras empresas sin respaldo científico.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer y validar una metodología que respalde el desempeño de adhesivos nacionales en el pegado de bloques de madera de balsa de una empresa de productos químicos en la ciudad de Guayaquil.

1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Evaluar el comportamiento del adhesivo para madera de balsa según los ensayos que establece la normativa UNE-EN 302-3
- Identificar qué factores y variables alteran el comportamiento del adhesivo aplicado sobre la superficie de bloques de madera de balsa.
- Proponer una metodología que use como base las normativas UNE-EN y DIN para el análisis del adhesivo aplicado en madera de balsa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 OCHROMA PYRAMIDALE

Ochroma Pyramidale (Balsa), es un recurso forestal de gran afluencia que se cultiva de manera natural y por reforestación. Esta madera se cultiva en zonas con climas tropicales, por ellos, Ecuador posee un aproximado de 15mil hectáreas de balsa que están distribuidas entre la provincia del Guayas, El Oro, Los Ríos y Pichincha. Dentro de la economía ecuatoriana, la exportación de balsa representa uno de los rubros más importantes del sector maderero, aportando grandes sumas de dinero al país, tanto así que para junio del año 2020 las exportaciones de balsa superan los 225,78 millones de dólares.

El desarrollo de esta planta está condicionado principalmente por factores edáficos, plagas, arvenses y problemas bioclimáticos. Esto afecta de una u otra manera la población natural, sin mencionar que la explotación agroforestal deja enormes huellas en el ecosistema.

Los árboles de balsa crecen con mayor velocidad después de alcanzar los 6 meses de edad, se considera como uno de los árboles con mayor rapidez en su crecimiento tanto así, que pueden alcanzar su madurez entre los 6 y 10 años creciendo 3 m de altura por año, su altura máxima puede estar rondando entre los 20 y 30 m de altura, con un grosor aproximado entre los 60 y 75 cm, el ciclo de vida que presenta esta planta es de 7 años.

2.2 CADENA DE VALOR DE LA MADERA DE BALSA

Antes de conocer cómo funciona la cadena de valor de la madera de balsa, es relevante comprender y entender lo que significa “Cadena de Valor”. Debido a ello se hará mención de algunos aspectos relacionados al tema. Se entiende como cadena de valor a el conjunto de actividades que se requieren para la obtención de un producto o servicio final, de modo que se agregue un valor al producto terminado. En ese aspecto se sobreentiende que son entidades complejas que conjugan una alta gama de actividades que proveen de un valor al resultado final.

Es de suma importancia mencionar que la cadena de valor de un producto está comprendida por varias actividades, desde la concepción de este, hasta que llega a las manos del cliente – consumidor. (Salazar, 2018)

La cadena de valor está compuesta por una secuencia de acciones dependientes que se relacionan entre sí para llevar un producto que pueda considerarse satisfactorio, esto parte desde su etapa de producción hasta ser consumido o utilizado.

La cantidad de eslabones o pasos que se requiere para finalizar un producto,

varía dependiendo de la industria y el producto que esta haga, estas pueden conformarse por una o varias instituciones que participen en la manufactura del mismo, por ejemplo, un panadero para hacer pan debe adquirir materiales y herramientas que le permitan fabricar el pan (harina, huevos, gas, ollas, hornos, etc.), dentro de la manufactura del pan participan varias empresas en industrias que hacen posible hacer pan. Se debe hacer énfasis en el hecho de que todos los participantes de la cadena de valor son responsables de la calidad del producto final.

A continuación, se presenta el mapa de cadena de valor de la Balsa.

La figura 1 representa las diferentes etapas que existen dentro de la cadena de valor del cultivo de balsa, esto para tener una visión más ampliada del tema.

Figura 1 Cadena de Valor del Cultivo de Balsa



Fuente: (Salazar, 2018)

Provisión de insumos: Abonos, semillas - planta

Producción: Plan de manejo forestal, limpieza del terreno, conseguir semillas o plantas.

Cosecha: Plan de corte, tumbar, trocear/aserradero en listones, barquear, almacenar temporalmente, amontonar y cargar el camión y trasportar.

Transformación: primaria (secar, pendular, cantear, aserrar, cepillar, clasificar, plantillar). Secundaria (encolar, laminar, cortar, refilar, empacar, paletizar)

Comercialización: Se comercializa tanto de manera nacional como internacional, se embarca en contenedores para enviar a clientes en el extranjero.

Consumo: La madera procesada es llevada a industrias que transformarán los bloques de balsa en piezas destinadas a las industrias de construcción, aeronáuticas, molinos de energía eólica, entre otros destinos.

2.2.1 CULTIVO DE BALSA

Se inicia con la preparación del suelo, preferiblemente arena gruesa suelta, compost y fertilizantes químicos, en la proporción de los dos primeros, mientras que el tercero puede ser a una dosis de 1 kilo por metro de bloque. El suelo en que posará la planta -semilla de balsa debe estar libre de plagas y de malezas, antes de sembrar la planta es de suma importancia realizar un arado

pre-plantación, debido a que la tierra suelta permite que las raíces se abran paso en el suelo, es recomendable que no exista ningún tipo de sombra que impida que la luz solar llegue a las plantas de balsa. Una vez preparado el suelo, se debe fumigar con uno de los siguientes productos: basamida, captan, bromuro de metilo, ditrapex o cloropicrina y luego cubrir con polietileno para que la aplicación surta efecto (esto se recomienda para tener un suelo fértil y libre de plagas). Existen varias formas en las que se puede sembrar una semilla, de las cuales se presentan dos: se puede cubrir la superficie con tierra y aplanar directamente el suelo de modo que este esté preparado para la siembra. En un aproximado de entre 15 y 30 días se produce la germinación de la semilla, claramente esto depende de las variables que afectan directamente en la plantación, humedad de la tierra, y la variabilidad de la temperatura. (Martínes & Boira, 2021)

Por lo general estas plantas se siembran previamente en fundas hasta que puedan llegar a tener de 3 a 4 meses de edad después de estas fechas son trasplantadas a un lugar fijo donde posteriormente se talarán; la distancia recomendada para sembrar esta planta es de 4 m², el proceso de sembrado se efectúa de esta manera para que el porcentaje de vida de la planta y su posterior desarrollo estén asegurados, ya que en los meses previos a su trasplantación estas son tratadas de manera cuidadosa abonándolas frecuentemente para que su raíz esté fortalecida, haciéndolas así menos vulnerable a pestes o plagas que puedan llegar a acortar su período de vida y les impida alcanzar la madurez. Se estima que el árbol de balsa crece de 17 – 30 m³/h/Año, la planta se mantiene estable realizando limpiezas y raleos en los primeros años de vida

La planta *Ochroma Pyramidale* es muy susceptible a que su estructura se pudra por lo tanto el sector en el que se sembrará, debe estar libre de inundaciones, otra de las causas por las cuales no se desarrolla debidamente es por las plagas de insectos.

La figura número 2 representa el proceso que llevan a cabo los agricultores, previo a la siembra de la balsa.

Figura 2 *Plantas de Balsa para Cultivo.*



Fuente: Noti Amazonía (<http://www.notiamazonia.com/regional/pastaza-prefectura-impulsa-siembra-de-balsa/>)

2.2.2 COSECHA DE Balsa

Los árboles de balsa tardan un aproximado de 6 a 7 años hasta alcanzar su madurez y puedan ser talados. Las características principales a tomar en cuenta son, la altura y el grosor que el árbol posee, esas variables definirán si se procede a cortar el árbol o se espera a que madure. Las medidas aproximadas para reconocer a un árbol maduro son, de 20 – 30 metros de altura y de 60 – 75 centímetros de grosor (la cantidad de anillos que posea definirá los años que tiene el árbol) se entiende que cada anillo representa 1 año de vida.

Una vez que el árbol ha sido cortado, se traslada a un aserradero para cortar los listones (la medida varía según las características solicitadas por el comprador). Los listones posteriormente se almacenan por un periodo temporal para luego ser cargados y transportados en camión a su lugar de destino. (Martínez L. , 2022)

La figura número 3 representa el almacenamiento de los listones de madera de balsa previo a su paso por el horno de secado y el cepillado, que le dará las características necesarias para fabricar los bloques de balsa destinados a para la exportación.

Figura 3 *Listones de madera de balsa sin secar ni cepillar.*



Fuente: Autor

2.2.3 TRANSFORMACIÓN EN BLOQUES DE BALSA

Una vez que los listones de madera sin procesar llegan a la fábrica, se aplica la metodología denominada 3x3, este método fue desarrollado de manera empírica por los balseros y consiste en: 3 días son destinados para cortar los listones, 3 días para aserrar y después de eso se esperan 3 días en la cámara de secado (aquí es donde se deja la madera secar por el lapso de 10 a 12 día), generalmente la madera sale con un porcentaje de 6 – 8 de humedad del horno de secado.

Una vez que la madera tiene la humedad pertinente, se procede a aserrar y cortar a las medidas de 24 pulgadas de largo, el ancho varía según el listón anterior a este, de ese modo no desperdician tanto material. El cubo está conformado por 27 plantillas de alto.

Las condiciones ambientales se encuentran en un aproximado de 69% de humedad a una temperatura de 90°F. Para armar un cubo de balsa se necesitan 3.5 Kg de adhesivo aproximadamente, para estar seguro de ello, el cubo se pesa antes y después de aplicar la goma. La cola se aplica de una cara respectivamente, el proceso de encolado toma de 15 a 18 minutos.

Para que los listones se compacten y formen un cuerpo sólido, se somete a una presión inicial de 68.1 Kg por el tiempo de 1 hora y 30 minutos. De ahí se realiza la última inspección y se lo denomina como producto finalizado, siempre y cuando el nivel de humedad no exceda el 12%, de lo contrario no se aprueba y pasa a otro tipo de proceso.

La figura 4 muestra un bloque “presentado”, este fue clasificado previamente

y revisado con mucho detalle, de modo que cumpla con los estándares de calidad y pueda ser engomado y prensado respectivamente.

Figura 4 Listones organizados para engomar y bloque de balsa en prensa



Fuente: Autor

Tal como se presenta en la tabla 1, existen medidas para la fabricación de los bloques y láminas de balsa, aunque generalmente esto varía de balsaera en balsaera.

Tabla 1 Medidas para la Elaboración de Bloques de Balsa.

BLOQUES	LÁMINAS
Pulgadas	Pulgadas
6 - 36 largo	12 -36 largo
1 - 3 ancho	2 - 6 ancho
0.5 -3 espesor	1.2 - 3/8 espesor

Fuente: Autor

2.2.4 COMERCIALIZACIÓN DE BLOQUES DE Balsa

Cuando el bloque de balsa ha sido aprobado por todos los filtros de calidad previos a la distribución, este procede a enviarse en contenedores por vía marítima a distintos países del mundo.

China siendo uno de los países que más consume bloques de balsa ecuatorianos, una evidencia de ello es que en el año 2016 este país asiático importó más de 56 millones de dólares de toneladas brutas en madera.

Ecuador provee más del 85% de la madera de balsa que china importa, destacando la calidad y resultados que la madera ecuatoriana ofrece al país chino.

Los datos presentados en la figura 5 muestran los valores obtenidos de la exportación de balsa en los últimos 4 años, información que se obtuvo de la página oficial de la cámara del comercio, presenta los años 2018, 2019, 2020 y 2021

Figura 5 Datos de la cámara del comercio con respecto a la exportación de madera de balsa en los últimos 4 años.

			2018		2019		2020		2021				
Nivel 3	Nivel 4		Subpartida	TM (Peso Neto)	FOB	TM (Peso Neto)	FOB	TM (Peso Neto)	FOB	TM (Peso Neto)	FOB		
TOTALES:				19.226,3	67.539,6	33.081,0	126.936,1	74.680,2	402.144,6	16.052,2	69.140,6		
1201 - BALZA				19.226,3	67.539,6	33.081,0	126.936,1	74.680,2	402.144,6	16.052,2	69.140,6		
1201	BALZA	120101	BALZA	4407220000	Virola, imbuia y balsa	19.226,3	67.539,6	33.081,0	126.936,1	74.680,2	402.144,6	16.052,2	69.140,6

Fuente: Cámara del Comercio del Ecuador

TM: Toneladas de mercancía.

FOB: Free on board, El valor FOB es el valor de la mercancía puesta a bordo de un transporte marítimo, el cual abarca tres conceptos: costo de la mercancía en el país de origen, transporte de los bienes y derechos de exportación.

2.2.5 CONSUMO DE BLOQUES DE BALSA

La madera de balsa es conocida internacionalmente por su baja densidad, lo que la hace muy codiciada en el área marítima, con esta crean estructuras para barcos, buques, veleros, entre otros. La aeronáutica a su vez crea las estructuras de los aviones, ya que es bastante liviana y trabajable, tanto los aviones comerciales como las avionetas y aviones militares tienen una estructura de balsa. (Salazar, 2018)

Italia consume la madera de balsa en mueblería, con ella crea detalladas obras de arte que luego se venden como muebles, mesas, estanterías y de más.

Algo que primeriza en esta área, es la construcción de palas de aerogeneradores eléctricos, incluso, la razón principal por la que China importa bloques de balsa, es que con ello pueden construir estas palas y producir energía eólica.

Los instrumentos musicales e instrumentos para hacer deporte no se quedan atrás, sin duda los beneficios y usos de esta madera son bastos.

2.3 ADHESIVOS

Se denomina adhesivo al compuesto químico que se encarga de la Unión o ensamble de 2 partes distintas de modo que se crea una resistencia a la separación de ambas piezas; este compuesto también denominado sustrato se aplica en la superficie de 2 materiales que permiten ser Unidas por medio de adhesión.

Se conoce a esta sección como técnica de colado que utilizan la lógica científica De que todo material posee átomos y moléculas y que éstas se unen por fuerzas eléctricas, partiendo de este principio se toma la teoría para usar esa fuerza y unir dos sólidos por medio del adhesivo aplicado. (Quevedo)

- Adhesión mecánica: se conoce como adhesión mecánica a la acción que el pegamento posee al introducirse en los poros y huecos del material, de modo que sus superficies se mantienen unidas por medio del enclavamiento.
- Adhesión específica: se conoce como adhesión específica a la tracción de fuerza eléctrica producida por la reacción polar de la madera y del adhesivo, resultado de la atracción química de ambos materiales. Una vez cortadas las balsas, se preparan para su transporte a las empresas de rafting, se cortan en troncos para facilitar su transporte.

2.3.1 DOSIFICACIÓN DEL ADHESIVO

Hay distintas maneras de aplicar la cola sobre la superficie de madera, la más regular es esparcir ya sea con un rodillo o una brocha el adhesivo, este puede aplicarse en una cara específica o en ambas, ciertamente se espera que las piezas a las que se aplica adhesivo por ambas caras, se adhieran con mayor resistencia. Se recomienda usar un aplicador que deposite una cantidad específica, de este modo se pueden hacer ensayos más precisos y parejos. (Quevedo)

La cantidad del adhesivo de aplicará dependiendo del área de aplicación, misma que se medirá con la unidad de superficie (m^2).

2.3.2 VISCOSIDAD DEL ADHESIVO

La viscosidad de un adhesivo es conocida como la movilidad que este posee durante el proceso de aplicación con el fin de indicar cuál es el límite al que este puede ser sometido. Existen distintas maneras de medir la viscosidad de un líquido, sin embargo, el método más conocido es el del viscosímetro Brookshield debido a que los resultados de este análisis se basan en la fuerza que genera como resultado de la torsión de un roto que es sumergido a la sustancia en cuestión, teniendo en cuenta que la temperatura juega un rol fundamental en la viscosidad del adhesivo, ya que es directamente

proporcional la una con la otra, por ello, cada muestra realizada debe estar sometida a las mismas condiciones térmicas. (Quevedo)

Dependiendo de la viscosidad que posea el adhesivo, este tendrá una buena o a su vez mala adherencia sobre el sustrato ya que este factor influye en la penetración y absorción del adhesivo.

2.3.3 ADHERENCIA A LA MADERA

El esfuerzo que el adhesivo ejerce cuando este toca la madera se conoce como adherencia al esfuerzo, ya que, a diferencia de otros materiales, la madera es considerada un sustrato que posee fácil adherencia por sobre otros.

Para el proceso de secado, este puede llevarse a cabo con temperatura ambiente, como es el caso para la mayoría de muebles artesanales, o bajo condiciones de temperatura específica.

En la figura 6 se observa cuál es el proceso que se realiza para una mejor adherencia de las caras de la madera y para quitar el exceso de goma que no es de ayuda ni es un factor que influye en el pegado, son embargo la presión ejercida si influye directamente en la adhesión de la madera.

Figura 6 Pegado de madera y su adherencia bajo presión.



Fuente: Imágenes de Arkiplus (<https://www.arkiplus.com/adhesivo-de-poliuretano/>)

2.4 ENSAYO DE RESISTENCIA DE MATERIALES

Los ensayos encargados de analizar las propiedades mecánicas de los materiales tienen como base evaluar la calidad y aplicaciones para así asegurar que cumpla con las características para el que fue creado. Las

pruebas de materiales examinan el comportamiento de los materiales que están expuestos a diferentes cargas. en particular analiza la conexión entre las fuerzas aplicadas y las deformaciones resultantes, así como las tensiones límite que pueden provocar un mal funcionamiento de los componentes.

Las propiedades obtenidas de los métodos de prueba. se utilizan para el desarrollo de materiales y la construcción de componentes, y para garantizar el aseguramiento de la calidad. Hacia Caracterizar las propiedades mecánicas de los materiales de construcción. Los métodos de prueba se utilizan con la mayor precisión posible. normalizado:

Las pruebas de materiales miden las propiedades y el comportamiento de los metales, cerámicas o plásticos bajo diversas condiciones de tensión y deformación. Los datos obtenidos se pueden utilizar para refinar la idoneidad de los materiales para diferentes aplicaciones o para modificarlos para un uso óptimo. Las pruebas pueden identificar y reparar defectos en piezas, estructuras o máquinas dañadas, como roturas o deformaciones debido a la fuerza y el estrés.

2.4.1 ENSAYO DE TRACCIÓN

El ensayo de tracción se considera uno de los métodos de ensayo más importantes en el campo del ensayo destructivo de materiales. En esta prueba, una pieza de prueba de sección transversal conocida se somete a una fuerza relativamente pequeña, pero en constante aumento en la dirección longitudinal hasta que se produce la falla. Hasta que comience la contracción, prevalecerá en la muestra un estado de tensión simple. El gráfico de tensión que se muestra aquí muestra la relación entre tensión y elongación.

La prueba de tracción es difícil de realizar directamente en algunos materiales frágiles, como el vidrio y la cerámica. En estos casos, se puede obtener una medida de la resistencia a la tracción del material realizando una prueba de flexión, donde se desarrolla un esfuerzo de tracción (tensión) en un lado del elemento que se dobla y un esfuerzo de compresión, respectivamente, en el lado opuesto. lado.

La prueba de resistencia a la tracción es un método de prueba física y mecánica de materiales para determinar los valores característicos de los materiales, según el tipo de material, se utiliza un método estándar de acuerdo con la norma correspondiente para determinar la resistencia. alargamiento a la rotura, entre otros valores característicos.

El ensayo de tracción consiste en aplicar un esfuerzo axial sobre una probeta hasta su rotura. La velocidad de deformación aplicada debe ser baja para no sesgar los resultados. Durante el ensayo de tracción, se miden la fuerza y el alargamiento de la muestra.

En el campo de las pruebas mecánicas, la prueba de tracción es la más común,

al igual que la medición de la dureza. Se utilizan para determinar las propiedades de resistencia y deformación bajo tensión de tracción.

Como se muestra en la figura 7 se distribuyen las fuerzas en el ensayo de tracción.

Figura 7 Dirección de las fuerzas en un ensayo de tracción.



Fuente: (Pérez, y otros, 2021)

2.4.2 ENSAYO DE COMPRESIÓN

Las pruebas de compresión implican menos control de los materiales metálicos que las pruebas de tracción. Sin embargo, las pruebas de compresión son muy importantes cuando se analizan materiales de construcción como piedra natural, ladrillo, hormigón o madera. En esta prueba, una pieza de prueba de sección transversal conocida se somete a una fuerza pequeña, pero en constante aumento en la dirección longitudinal hasta que se produce la falla.

En la probeta prevalece un estado de tensión simple. El diagrama fuerza-desplazamiento que se muestra aquí muestra la relación entre tensión y compresión.

La prueba de compresión se realiza para caracterizar un material cuando se somete a cargas de compresión.

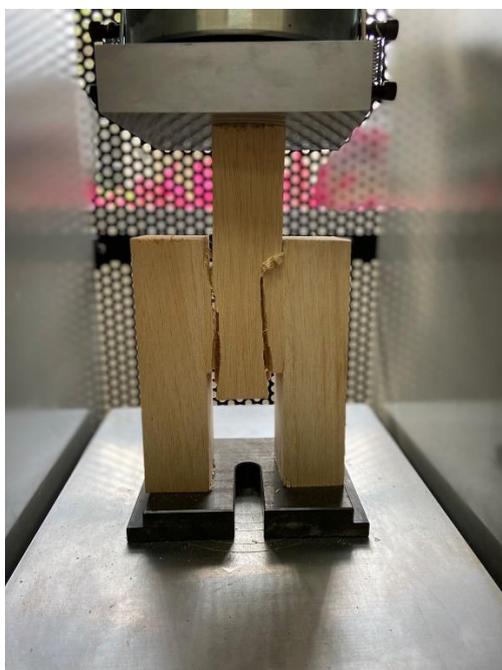
Durante la prueba, se aplica presión a la muestra por medio de placas de compresión, a través de las cuales se determinan varias propiedades del material.

Los datos de prueba proporcionan resultados en forma de gráficos de tensión-deformación que, entre otras cosas, muestran el límite elástico, la resistencia correspondiente, el límite elástico y, en algunos casos, la resistencia a la compresión.

Los ensayos de compresión estática determinan la respuesta de un material a una carga similar a la de un material aplastado o soportado, como en las vigas de una casa. Las máquinas de ensayo y los extensómetros para el ensayo de compresión son los mismos que se utilizan para el ensayo de tracción.

Tal como presenta la figura 8 se ve una probeta que ha sido sometida a un ensayo de compresión, y cómo el adhesivo permanece intacto y en su lugar la madera fue afectada en su mayoría.

Figura 8 *Ensayo de compresión sobre una probeta de madera.*



Fuente: Autor

Las pruebas de compresión evalúan la seguridad, la resistencia y la integridad de los materiales y componentes. Las aplicaciones comunes incluyen plásticos, cerámicas, compuestos de fibra y metales. Este tipo de pruebas generalmente se realizan en componentes y productos fabricados, como espuma, tuberías, botellas de agua, colchones, autopartes, cajas de cartón, dispositivos médicos y más.

2.5 **NORMATIVA UNE-EN 302**

UNE (Acrónimo de Una Norma Española) son documentos normativos que forman parte del conjunto de normas, normas experimentales e informes de

autoría exclusiva de los comités Técnicos de Normalización (CTN) que forma parte de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).

La edición 302 de esta normativa va dirigida a los adhesivos para madera de uso estructural, en la cual se presenta la forma correcta de llevar a cabo ensayos de calidad de un adhesivo en específico sobre madera. Se publicó en apoyo a la Norma 1995, Eurocódigo, dentro de esta serie de normativas se incluye una clasificación y requisitos de comportamiento para tres clases de adhesivos, aminoplásticos y fenólicos, adhesivos monocomponentes de poliuretano e isocianato polimerizado en emulsión, y doce métodos de ensayo. (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2018)

2.5.1 UNE-EN 302-3 2018

Dentro de esta normativa se encuentran especificaciones sobre la forma y medida de la probeta a usar, la cantidad de adhesivo que se debe emplear y bajo qué condiciones este debe ser aplicado sobre el sustrato, ya que el ensayo es destinado para obtener datos específicos de comportamiento de los diferentes adhesivos empleados sobre madera de uso estructural. (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2018)

2.6 DECLARACIÓN AMBIENTAL

Llevar a cabo este proyecto generará residuos no amigables con la naturaleza, dentro de ellos podemos encontrar los residuos de madera de balsa que restan después de cortar las probetas a la medida estandarizada por las normativas de referencia, los residuos de adhesivo para superficies de madera de balsa, e incluso el consumo eléctrico generado por las máquinas de ensayo y prensas.

Si bien es cierto que realizar esta investigación produce desechos tanto orgánicos como inorgánicos, tomando las medidas de seguridad medioambientales correspondientes se evitarán las repercusiones futuras del ocasionadas por la mala gestión de residuos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE ESTUDIO

3.1.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Fidias Arias (2006), manifiesta que la investigación experimental es el proceso de exponer un grupo de objetos o individuos a una condición, estímulo o tratamiento particular (variable independiente) para observar el efecto o la respuesta que se produce (variable dependiente).

En cuanto a los niveles, los estudios experimentales explican claramente, ya que el objetivo es mostrar que el cambio en la variable dependiente fue causado por la variable independiente. Es decir, la causalidad debe establecerse con precisión.

A diferencia de la investigación de campo, la investigación experimental se caracteriza fundamentalmente por la manipulación y control de variables o condiciones ejercidas por los investigadores durante un experimento.

3.1.2 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

La investigación documental es una práctica científica, un proceso sistemático de recopilación, organización, análisis e interpretación de información o datos sobre un tema en particular. Al igual que otros tipos de investigación, esto ayuda a construir conocimiento según (Alfonzo, 1995).

La investigación documental es una práctica académica, un proceso sistemático de recopilación, compilación, organización, análisis e interpretación de información o datos sobre un tema en particular. Al igual que otros tipos de investigación, esto ayuda a construir conocimiento. Sin embargo, según Kaufman y Rodríguez (1993), Los textos monográficos no tienen por qué basarse necesariamente únicamente en referencias bibliográficas se pueden consultar otras fuentes de información. Por ejemplo, un director en un caso, un testigo calificado o un testimonio experto sobre el tema.

3.2 MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 MÉTODO CUALITATIVO

En un sentido más amplio, una metodología cualitativa se puede definir como una investigación que produce datos descriptivos. Es decir, las palabras que las personas expresan al hablar, las palabras que se escriben y el comportamiento que se puede observar.

La investigación cualitativa comienza reuniendo datos a través de la observación empírica o alguna medida, y construye sus categorías y enunciados teóricos a partir de las relaciones encontradas. Está tratando de llegar a una teoría que justifique los datos. Al estudiar fenómenos similares y disímiles analizados, desarrolla teorías explicativas.

3.2.2 MÉTODO CUANTITATIVO

La investigación cuantitativa especifica un tipo de proceso deductivo, verificable, significativo y objetivo en su investigación; comenzando con un sistema teórico, desarrollando definiciones válidas de proposiciones y conceptos teóricos y se aplican empíricamente a conjuntos de datos. buscando datos para apoyar la teoría.

Además de determinar qué tan bien se sostiene una hipótesis y tratar de probar empíricamente que una hipótesis en particular es aplicable a diferentes conjuntos de datos, también hace generalizaciones sobre el mundo de las poblaciones a las que es aplicable.

Aplicar categorías conceptuales y relaciones explicativas proporcionadas por observadores externos a análisis específicos de poblaciones específicas. Quecedo y Castaño (2002)

3.3 MÉTODOS DE ENSAYO DE COMPRESIÓN

3.3.1 ELECCIÓN DE LA MADERA

La prueba se realizó en una balsa (*Ochroma Pyramidale*), la densidad (140 ± 20) kg/m^3 se determinó a una tasa de humedad de (12 ± 2) % humedad.

La madera deberá estar libre de muescas, con fibra recta y anillos de crecimiento que no excedan los 2 mm y con un ángulo de 30° a 60° con respecto a la cara de la probeta.

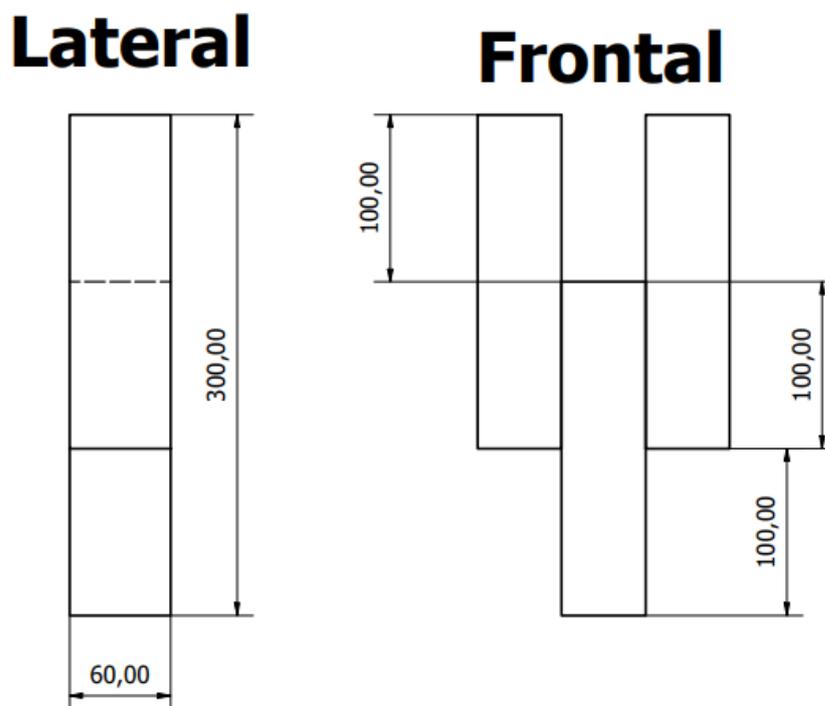
3.3.2 PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS PEGADAS PARA PROBETA 1

Se corta la madera longitudinalmente en tres partes iguales de sección transversal iguales y se almacenan en condiciones normalizadas [20/65] hasta masa constante. La masa constante se define como la masa alcanzada cuando los resultados de dos pesadas sucesivas realizadas en un intervalo de 24 h no difiere en más del 0,1 % de la masa que posee la probeta. (UNE-EN 302-3, 2018)

La madera debe permanecer bajo condiciones normalizadas de atmósfera, es decir [20/65] [(20 ± 2) °C y a una humedad relativa de (65 ± 5) %] por el tiempo de siete días antes de seguir con el pegado de las piezas, esto con el fin de obtener un mejor control en la humedad del (12 ± 2) %.

La figura 9 muestra las dimensiones correctas para llevar a cabo la creación de la probeta que se usará en el ensayo de compresión, cuyas medidas están dadas en milímetros.

Figura 9 *Probeta y dirección de las fuerzas para ensayo de compresión.*

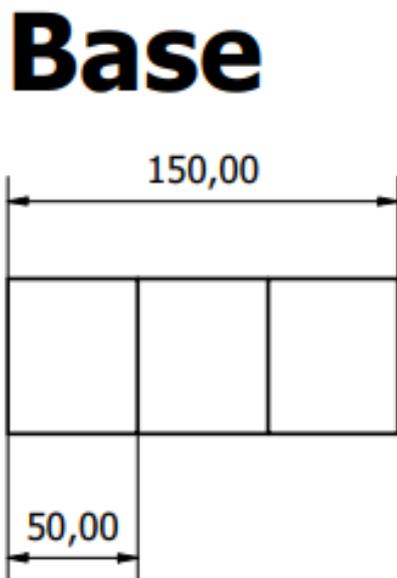


Fuente: Autor

Descripción: (Medida dada en milímetros)

La figura 10 muestra cómo se ve la base de la probeta para ensayo de compresión.

Figura 10 Base de la probeta.



Fuente: Autor

Descripción: Base a 150 mm + espesor de la línea de encolado. (Medida dada en milímetros)

Para espesores de espaciador de 0,1 mm y 0,5 mm se aplica una presión de $(0,8 \pm 0,1)$ MPa en relación al área de los espaciadores. Esta presión debe mantenerse constante a (20 ± 2) °C y al (65 ± 5) % de humedad relativa durante 40 min.

3.3.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Se coloca la probeta en el centro de la máquina de ensayo y se aplica una fuerza de compresión hasta que la probeta se rompa, bien a:

En la figura 11 se puede observar cómo es la máquina de ensayo y cómo debe ir colocada la probeta.

Figura 11 *Probeta en la máquina de ensayo.*



Fuente: Autor

- a) Una velocidad de aumento de carga de (5 ± 1) kN/min, o
- b) Si la máquina no posee la capacidad de aplicar una velocidad constante con incremento de la carga, se realiza el ensayo de forma que el tiempo requerido para alcanzar la carga de rotura media específica no sea menor a 30 s. (UNE-EN 302-3, 2018)

3.4 MÉTODOS DE ENSAYO DE TRACCIÓN

3.4.1 ELECCIÓN DE LA MADERA

El ensayo se realizó sobre balsa (*Ochroma Pyramidale*), con una densidad de (140 ± 20) kg/m³ determinado con un contenido de humedad de (12 ± 2) % de humedad.

La madera no debe presentar nudos, con fibra recta y con los anillos de crecimiento de una anchura no más alta a 2mm y con un ángulo de entre 30° y 60° sobre las caras presentadas en la probeta.

3.4.2 PREPARACIÓN DE LAS PIEZAS PEGADAS PARA PROBETA

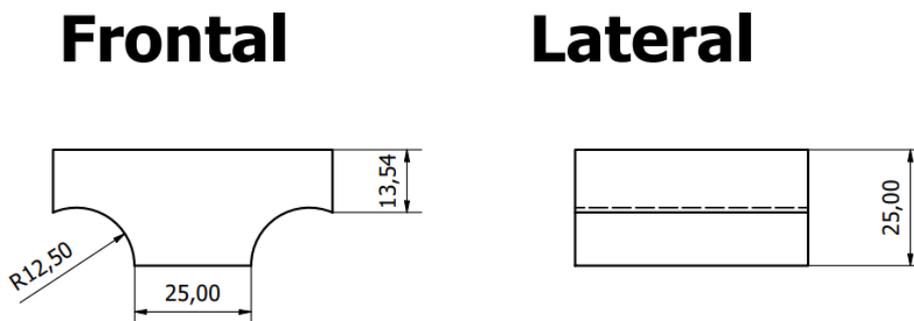
2

Se corta la madera longitudinalmente en tres partes iguales de sección transversal iguales y se almacenan en condiciones normalizadas [20/65] hasta masa constante. La masa constante se define como la masa alcanzada cuando los resultados de dos pesadas sucesivas realizadas en un intervalo de 24 h no difiere en más del 0,1 % de la masa que posee la probeta. (UNE-EN 302-3, 2018)

La madera debe permanecer bajo condiciones normalizadas de atmósfera, es decir [20/65] [(20 ± 2) °C y a una humedad relativa de (65 ± 5) %] por el tiempo de siete días antes de seguir con el pegado de las piezas, esto con el fin de obtener un mejor control en la humedad del (12 ± 2) %.

La figura 11 presenta las medidas de la probeta que se usará para el ensayo de tracción, las cuales están dadas en milímetros.

Figura 12 Medida de la Probeta. (Medida dada en milímetros)



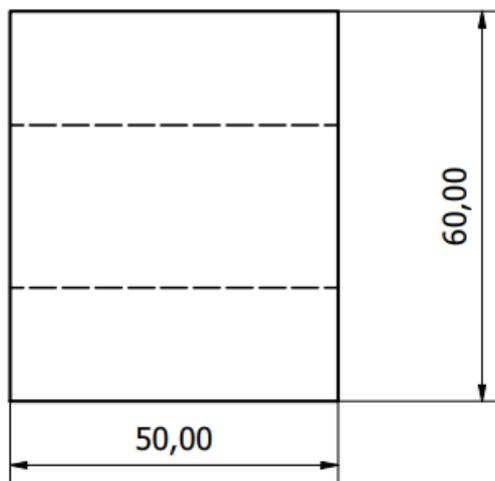
Fuente: (UNE-EN 302-3, 2018)

Descripción: (Medida dada en milímetros)

La figura 13 muestra la vista superior de la probeta que se usará en el ensayo de tracción y cómo se debe ver respectivamente.

Figure 13 Vista superior de la probeta.

Vista Superior

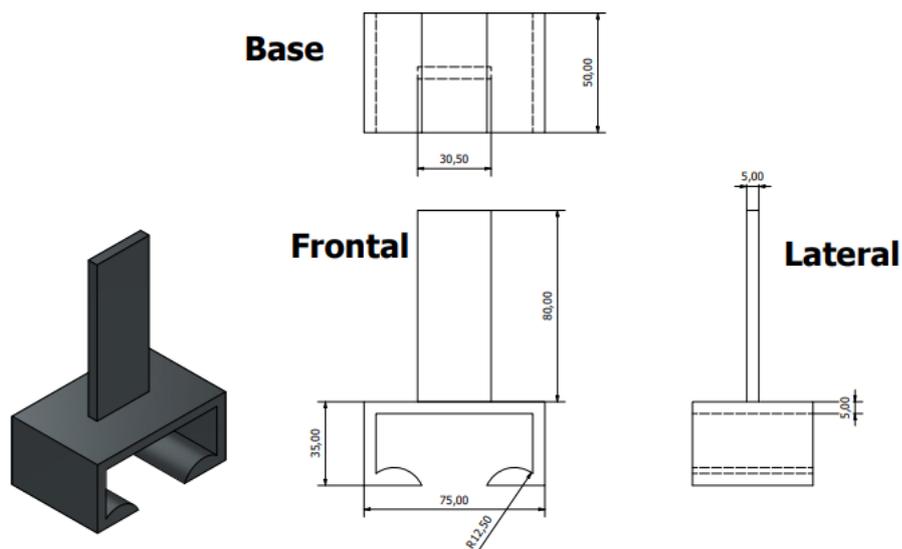


Fuente: (UNE-EN 302-3, 2018)

Descripción: (Medida dada en milímetros)

En la figura 14 se presentan las características recomendadas para la mordaza que sujetará las probetas del ensayo de tracción, con medidas dadas en milímetro, el material no se especifica ya que queda a criterio de cada investigador, sin embargo, la que su usará en este ensayo está hecha de acero inoxidable.

Figura 14 Mordaza diseñada para ensayo de Tracción.



Fuente: (UNE-EN 302-3, 2018)

Descripción: (Medida dada en milímetros)

Para espesores de espaciador de 0,1 mm y 0,5 mm se aplica una presión de $(0,8 \pm 0,1)$ MPa en relación al área de los espaciadores. Esta presión debe mantenerse constante a (20 ± 2) °C y al (65 ± 5) % de humedad relativa durante 40 min.

3.4.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Se coloca la probeta en el centro de la máquina de ensayo y se aplica una fuerza de tracción hasta que la probeta se rompa, bien a:

La figura 15 presenta la máquina de ensayo de tracción que se usó para obtener los resultados en resistencia al cizallamiento por tracción.

Figura 15 *Probeta en la máquina de ensayo.*



Fuente: Autor

- a) Una velocidad de aumento de carga de (5 ± 1) kN/min, o
- b) Si la máquina no posee la capacidad de aplicar una velocidad constante con incremento de la carga, se realiza el ensayo de forma que el tiempo requerido para alcanzar la carga de rotura media específica no sea menor a 30 s. (UNE-EN 302-3, 2018)

3.5 NÚMERO DE PROBETAS

Pruebe con suficientes probetas para proporcionar 8 resultados válidos para

el análisis de la calidad del adhesivo. El ensayo finaliza después de obtener 8 resultados válidos. Si la falla de la madera ocurre a un nivel de resistencia inferior al nivel de resistencia requerido, o si la inspección visual indica que el adhesivo no se aplicó correctamente, el resultado de la prueba no será válido y no se considerará. (UNE-EN 302-3, 2018)

3.6 TIPOS DE ROTURA

Se describe los tipos de rotura A, B y C:

A: Rotura de la madera maciza:

La figura 16 muestra cómo se vería la rotura tipo A sobre una probeta de madera.

Figura 16 Demostración de rotura tipo A, la cual es una rotura que deja grandes rastros de fibra de madera en la superficie de la probeta.



Fuente: Autor

B: Rotura a lo largo de la línea de cola, con una cobertura fina de fibras visible en la zona de rotura;

La figura número 17 muestra la rotura tipo B sobre la superficie de madera.

Figura 17 Demostración de rotura tipo B, la cual es una rotura que deja pequeños rastros de fibra de madera en la superficie de la probeta.



Fuente: Autor

C: Rotura en la línea de cola, o a lo largo de la línea de cola, sin dejar una capa fina de fibras visible en la zona de rotura.

La figura 18 muestra la rotura tipo C, y cómo en esta no se observan restos de madera, sino que se puede observar el adhesivo intacto.

Figura 18 *Demostración de rotura tipo C, la cual es una rotura limpia es decir, deja un rastro de adhesivo sobre la superficie de la probeta.*



Fuente: Autor

Se debe estimar un porcentaje de los tipos de rotura, ya sea este A, B o C y se debe redondear hasta al 10% más próximo, sumando hasta un total de 100%.

EJEMPLO 50% del tipo de rotura A, 40% del tipo de rotura B y 10% de rotura tipo C.

3.7 PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS Y PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

El adhesivo para pegar las piezas que formarán la probeta debe ser aplicado en sentido a las fibras.

La figura número 19 muestra cómo debe ser aplicado el adhesivo sobre la superficie de la madera, siempre en sentido a las fibras de la madera.

Figura 19 Adhesivo aplicado en sentido a las fibras de la madera.



Fuente: Autor

Para el informe de resultados debe incluirse la siguiente información relativa a la preparación de las probetas y a los procedimientos de ensayo.

- a) Densidad de la madera expresada en kg/m^3 a una humedad relativa del 12%;
- b) Gramaje del adhesivo aplicado, tiempo de prensado para el pegado de las probetas;
- c) Método de ensayo incluyendo el tipo de máquina y la velocidad de carga.

3.8 RESULTADOS DEL ENSAYO

Para el informe de resultados debe incluirse la siguiente información relativa a los resultados del ensayo.

- a) Promedio de la resistencia a la rotura expresada en N/mm^2 y redondeada 0,1 N/mm^2 ;
- b) Cargas de rotura observadas¹ para los ocho resultados válidos;
- c) Tipo de rotura A, B y C y la medida de las proporciones estimadas para cada tipo de rotura;
- d) Fecha en la que se llevó a cabo el ensayo;
- e) Cualquier otro factor que pueda afectar los resultados obtenidos.

¹ (UNE-EN 302-2, 2018)

3.9 CARACTERÍSTICAS DE LOS ADHESIVOS UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS

Tabla 2 Características de los adhesivos usados en las pruebas de ensayo.

ADHESIVO EMPRESA A			ADHESIVO EMPRESA B			ADHESIVO CEGASUPPLY		
Propiedades	Unidades	Especificaciones	Propiedades	Unidades	Especificaciones	Propiedades	Unidades	Especificaciones
Contenido de sólidos	%Peso	Min - 50	Contenido de sólidos	%Peso	Min - 27	Contenido de sólidos	%Peso	49 - 51
Viscosidad 25°C	Mps. S	2000 - 3000	Viscosidad 25°C	Mps. S	Min - 12000	Viscosidad	Cps	2600 +/- 200
PH 25°C		1.8 - 4.0	PH 25°C		5.50 - 7.00	PH		4.00 - 6.00
Apariencia		Igual al estándar	Apariencia		Igual al estándar	Apariencia		Igual al estándar
Color		Igual al estándar	Color		Blanco	Color		Blanco
Película		Igual al estándar	Película		Rígida sin grumos	Película		Igual al estándar

Fuente: Autor

No se especifican los nombres de las empresas de los adhesivos A y B ya que esto se realizó para comparar la resistencia a la adherencia que cada uno posee y no se busca quitar méritos a ninguna compañía, toda la investigación se llevó a cabo con fines académicos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE PROBETA 1

4.1.1 PREPARACIÓN DE LA PROBETA Y PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Para poder armar una probeta se debe tomar 3 piezas y aplicar adhesivo sobre la mitad de la cara que mide 60 mm de ancho y 200 mm de longitud a 100 mm, este proceso se realiza sobre dos de las tres piezas y se juntas de la siguiente manera; cara con goma de pieza 1 + cara sin goma de pieza 2 y cara con goma de pieza 2 + cara sin goma de pieza 3.

La figura número 20 muestra la herramienta que se usó para aplicar el adhesivo sobre las caras de la probeta destinada al ensayo de compresión.

Figura 20 Adhesivo aplicado sobre la cara de la pieza 1 y pieza 2.



Fuente: Autor

Descripción: en el caso de no poseer un aplicador con gramaje exacto, se recomienda pesar la probeta antes y después de añadir el adhesivo, de modo que pueda controlar las cantidades suministradas en la probeta.

Después de repetir el mismo proceso con 7 probetas, estas pasan a la prensa Neumática, allí se las depositará de manera lateral, para que los 200 psi de presión alcance todas las superficies que poseen adhesivo y pueda quitar el exceso y a su vez reforzar el pegado; estarán en la prensa por 40 minutos

aproximadamente.

La figura número 21 muestra cómo se llevó a cabo el proceso de prensado de las probetas, las cuales pasaron un lapso de 40 minutos en la prensa.

Figura 21 *Probetas en la prensa para su debido secado.*



Fuente: Autor

Descripción: La prensa es de 12 TON y el manómetro es de 600 PSI.

Después de dos días de secado en un ambiente controlado, se trasladan las piezas al laboratorio donde se realizarán la prueba de resistencia de materiales y se procede con el ensayo de compresión.

En la siguiente tabla se encuentran los datos y proporciones usadas para el debido desarrollo de la probeta 1; se puede ver cuál es la densidad de la madera que se usó para crear las piezas que posteriormente conformarían las probetas, la cantidad de adhesivo que se aplicó sobre las caras de las piezas, la presión ejercida por la prensa y el tiempo que las probetas estuvieron en la prensa.

Tabla 3 Datos para preparación de probetas.

Densidad de la Madera	140 kg/m ³
Humedad relativa	12%
Gramaje de Adhesivo	3,01 (prom)
Presión ejercida por la prensa para el pegado de las probetas	200 PSI
Tiempo de prensado para pegado de las probetas	40 min
Método de ensayo	Resistencia a la cizalladura por compresión
Velocidad de carga	0,0000833 MPa/s

Fuente: Autor

4.1.2 PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA

$$f'_c = \frac{F_{max}}{A}$$

f'_T : Esfuerzo a la tracción

F_{max} : Fuerza máxima

A : Área

Adhesivo Empresa A

Tabla 4 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo A.

PROBETAS	FUERZA (N)	ÁREA (mm ²)	RESULTADO (N/mm ²)
1	18,59	150000	18590
2	16,23	150000	16230
3	16,76	150000	16760
4	13,3	150000	13300
5	19,5	150000	19500
6	16,5	150000	16500
7	17,52	150000	17520
8	20,52	150000	20520

PROMEDIO

0,115766667

Fuente: Autor

De 8 probetas que resistieron una media de 17,37 kN de fuerza se hizo el análisis de resultados para sacar el esfuerzo máximo por compresión, dando como resultado una media de esfuerzo equivalente a 0,115767 N/mm²

Tabla 5 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo empresa A.

PROBETAS	ROTURA		
	A	B	C
1	60%	30%	10%
2	50%	40%	10%
3	70%	10%	20%
4	20%	40%	40%
5	70%	20%	10%
6	80%	10%	10%
7	70%	20%	10%
8	10%	70%	20%

Promedio 54% 30% 16%

Fuente: Autor

Los resultados de promedio de porcentaje de tipos de rotura demuestran que el adhesivo empresa A posee una alta tasa de resistencia ya que al poseer 54% de rotura tipo A se puede interpretar como si lo que se rompió en su mayoría fue la madera maciza, dejando el adhesivo intacto, este comportamiento demuestra que el adhesivo es bueno y no se desprende fácilmente.

Adhesivo empresa B

Tabla 6 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo empresa B.

PROBETAS	FUERZA (N)	ÁREA (mm ²)	RESULTADO (N/mm ²)
1	10390	150000	0,069266667
2	11820	150000	0,0788
3	9480	150000	0,0632
4	11160	150000	0,0744
5	12770	150000	0,085133333
6	14290	150000	0,095266667
7	14090	150000	0,093933333
8	9850	150000	0,065666667

PROMEDIO

0,078208333

Fuente: Autor

De 8 probetas que resistieron una media de 11,73 kN de fuerza se hizo el análisis de resultados para sacar el esfuerzo máximo por compresión, dando como resultado una media de esfuerzo equivalente a 0,0782083 N/mm².

Tabla 7 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo empresa B.

PROBETAS	ROTURA		
	A	B	C
1	10%	40%	50%
2	10%	20%	70%
3	10%	30%	60%
4	20%	60%	20%
5	20%	10%	70%
6	10%	30%	60%
7	10%	20%	70%
8	10%	50%	40%

Promedio 13% 33% 55%

Fuente: Autor

Los porcentajes del promedio de porcentaje de tipos de rotura demuestran que el adhesivo empresa B no cumple con las cualidades necesarias para formar parte de los adhesivos con fines estructurales, ya que esto representaría un riesgo para la salud física para los usuarios, un 55% de rotura

tipo C quiere decir que el adhesivo se separó del sustrato sin presentar mucha resistencia a la misma, por lo que no cumplió a cabalidad la función de mantener unidas las piezas.

Adhesivo CegaSupply

Tabla 8 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo CegaSupply.

PROBETAS	FUERZA (N)	ÁREA (mm ²)	RESULTADO (N/mm ²)
1	31520	150000	0,210133333
2	29260	150000	0,195066667
3	20360	150000	0,135733333
4	32020	150000	0,213466667
5	18070	150000	0,120466667
6	20360	150000	0,135733333
7	19960	150000	0,133066667
8	28080	150000	0,1872
PROMEDIO			0,166358333

Fuente: Autor

De 8 probetas que resistieron una media de 24,95 kN de fuerza se hizo el análisis de resultados para sacar el esfuerzo máximo por compresión, dando como resultado una media de esfuerzo equivalente a 0,166358 N/mm².

Tabla 9 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo CegaSupply.

PROBETAS	ROTURA		
	A	B	C
1	60%	30%	10%
2	70%	20%	10%
3	80%	10%	10%
4	70%	20%	10%
5	60%	30%	10%
6	20%	60%	20%
7	60%	30%	10%
8	70%	20%	10%
Promedio	61%	28%	11%

Fuente: Autor

Los resultados de promedio de porcentaje de tipos de rotura demuestran que el adhesivo CegaSupply posee una alta tasa de resistencia ya que al poseer 61% de rotura tipo A afirma que lo que se rompió en mayor cantidad fue la madera maciza, dejando el adhesivo intacto en muchas ocasiones, eso es una buena señal y demuestra que las propiedades que conforman el adhesivo son precisas para proveer de un buen agarre.

4.2 RESULTADOS DE PROBETA 2

4.2.1 PREPARACIÓN DE LA PROBETA Y PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Para poder armar una probeta se debe tomar 3 piezas y aplicar adhesivo sobre la mitad de la cara que mide 60 mm de ancho y 200 mm de longitud a 100 mm, este proceso se realiza sobre dos de las tres piezas y se juntas de la siguiente manera; cara con goma de pieza 1 + cara sin goma de pieza 2 y cara con goma de pieza 2 + cara sin goma de pieza 3.

La figura número 22 muestra la manera de aplicar adhesivo sobre las probetas que se usarán para el ensayo de tracción.

Figura 22 Adhesivo aplicado sobre una de las caras de la probeta.



Fuente: Autor

Descripción: en el caso de no poseer un aplicador con gramaje exacto, se recomienda pesar la probeta antes y después de añadir el adhesivo, de modo

que pueda controlar las cantidades suministradas en la probeta.

Después de repetir el mismo proceso con 30 probetas, estas pasan a la prensa Neumática, allí se las depositará de manera frontal para que los 200 psi de presión alcance todas las superficies que poseen adhesivo y pueda quitar el exceso, y a su vez, reforzar el pegado; estarán en la prensa por 40 minutos aproximadamente.

Tal como muestra la figura 23 se presaron las probetas del ensayo de tracción; estuvieron 40 minutos en la prensa.

Figura 23 *Probetas en la prensa para su debido secado.*



Fuente: Autor

Descripción: La prensa es de 12 TON y el manómetro es de 600 PSI.

Después de dos días de secado en un ambiente controlado, se trasladan las piezas al laboratorio donde se realizarán la prueba de resistencia de materiales y se procede con el ensayo de tracción.

En la siguiente tabla se encuentran los datos y proporciones usadas para el debido desarrollo de la probeta 2; se puede ver cuál es la densidad de la madera que se usó para crear las piezas que posteriormente conformarían las probetas, la cantidad de adhesivo que se aplicó sobre las caras de las piezas, la presión ejercida por la prensa y el tiempo que las probetas estuvieron en la prensa.

Tabla 10 Datos para preparación de probetas.

Densidad de la Madera	140 kg/m ³
Humedad relativa	12%
Gramaje de Adhesivo	3,10 (prom)
Presión ejercida por la prensa para el pegado de las probetas	200 PSI
Tiempo de prensado para pegado de las probetas	40 min
Método de ensayo	Resistencia a la cizalladura por tracción
Velocidad de carga	5mm/min

Fuente: Autor

4.2.2 PROMEDIO DE LA RESISTENCIA A LA ROTURA

$$f'_T = \frac{F_{max}}{A}$$

f'_T : Esfuerzo a la tracción

F_{max} : Fuerza máxima

A : Área

Adhesivo empresa A

Tabla 11 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo empresa A.

PROBETAS	FUERZA (N)	ÁREA (mm ²)	RESULTADO (N/mm ²)
1	566,3	1250	0,45304
2	447,2	1250	0,35776
3	668,9	1250	0,53512
4	458,5	1250	0,3668
5	598	1250	0,4784
6	595,3	1250	0,47624
7	694,6	1250	0,55568
8	570,3	1250	0,45624
PROMEDIO			0,45991

Fuente: Autor

De 8 probetas que resistieron una media de 0,57 kN de fuerza se hizo el análisis de resultados para sacar el esfuerzo máximo por compresión, dando como resultado una media de esfuerzo equivalente a 0,45991 N/mm²

Tabla 12 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo empresa A.

PROBETAS	ROTURA		
	A	B	C
1	10%	70%	10%
2	10%	50%	70%
3	20%	70%	10%
4	10%	40%	50%
5	20%	10%	70%
6	10%	60%	30%
7	10%	70%	10%
8	10%	50%	40%
Promedio	13%	53%	36%

Fuente: Autor

Los resultados de promedio de porcentaje de tipos de rotura demuestran que el adhesivo empresa A posee una buena resistencia a la tracción, con un porcentaje de 54% de rotura tipo B.

Adhesivo empresa B

Tabla 13 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo empresa B.

PROBETAS	FUERZA (N)	ÁREA (mm ²)	RESULTADO (N/mm ²)
1	542,16	1250	0,433728
2	494,1	1250	0,39528
3	449,3	1250	0,35944
4	461,7	1250	0,36936
5	579,8	1250	0,46384
6	388,4	1250	0,31072
7	570,9	1250	0,45672
8	723,6	1250	0,57888

PROMEDIO

0,420996

Fuente: Autor

De 8 probetas que resistieron una media de 0,53 kN de fuerza se hizo el análisis de resultados para sacar el esfuerzo máximo por compresión, dando como resultado una media de esfuerzo equivalente a 0,420996 N/mm².

Tabla 14 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo empresa B.

PROBETAS	ROTURA		
	A	B	C
1	10%	50%	40%
2	20%	20%	60%
3	20%	30%	50%
4	20%	60%	20%
5	10%	30%	60%
6	10%	30%	60%
7	10%	30%	60%
8	10%	50%	40%

Promedio 14% 38% 49%

Fuente: Autor

Los porcentajes del promedio de porcentaje de tipos de rotura demuestran que el adhesivo empresa B no es tan resistente ya que presentó un resultado de, un 49% de rotura tipo C quiere decir que el adhesivo se separó del sustrato sin presentar mucha resistencia a la misma, por lo que no cumplió a

cabalidad la premisa de mantener unidas las piezas.

Adhesivo CegaSupply

Tabla 15 Promedio de la resistencia a la rotura del Adhesivo CegaSupply.

PROBETAS	FUERZA (N)	ÁREA (mm ²)	RESULTADO (N/mm ²)
1	725,6	1250	0,58048
2	448,2	1250	0,35856
3	513	1250	0,4104
4	676,2	1250	0,54096
5	596,3	1250	0,47704
6	498,9	1250	0,39912
7	498,9	1250	0,39912
8	806,8	1250	0,64544
PROMEDIO			0,47639

Fuente: Autor

De 8 probetas que resistieron una media de 0,60 kN de fuerza se hizo el análisis de resultados para sacar el esfuerzo máximo por compresión, dando como resultado una media de esfuerzo equivalente a 0,47639 N/mm².

Tabla 16 Promedio de porcentajes de rotura tipo A, B y C respectivamente, del Adhesivo CegaSupply.

PROBETAS	ROTURA		
	A	B	C
1	10%	80%	10%
2	10%	60%	30%
3	20%	60%	20%
4	20%	50%	30%
5	20%	70%	10%
6	10%	70%	30%
7	30%	50%	20%
8	10%	40%	50%
Promedio	16%	60%	25%

Fuente: Autor

Los resultados de promedio de porcentaje de tipos de rotura demuestran que el adhesivo CegaSupply posee una buena tasa de adherencia ya que al poseer 60% de rotura tipo B afirma que lo que se desgarró la fibra de la madera.

4.3 VARIACIÓN PORCENTUAL RESPECTO A LA MEDIA DE ESFUERZO TOTAL DE CEGASUPPLY

Tabla 17 Comparación de esfuerzos.

	Media de esfuerzo por compresión (N/mm ²)	Media de esfuerzo por tracción (N/mm ²)	Esfuerzo total	Variación porcentual con respecto a CegaSupply
Adhesivo empresa A	0,115766667	0,45991	0,28783833	-11,65%
Adhesivo empresa B	0,078208333	0,420996	0,24960217	-28,75%
Adhesivo CegaSupply	0,166358333	0,47639	0,32137417	

Fuente: Autor

En la tabla 17 se observa el esfuerzo total de cada adhesivo analizado, dando como resultado que el adhesivo de CegaSupply posee una tasa de resistencia al cizallamiento más alta que los otros, el porcentaje de variación entre el adhesivo empresa A – adhesivo CegaSupply es de un -11,65% y entre el adhesivo empresa B – adhesivo CegaSupply es de -28,75%. Cuando la variabilidad arroja un valor negativo da a entender que hay una disminución, en este caso quiere decir que a comparación con el adhesivo CegaSupply, ellos tienen menor resistencia al esfuerzo.

4.4 ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO

Tabla 18 Presupuesto y materiales utilizados para el desarrollo del proyecto.

TOTAL DE PRESUPUESTO UTILIZADO	\$2.662,63			
ELEMENTO	TIPO DE RECURSO	UNIDADES	PRECIO POR UNIDAD	COSTO
Normativa DIN 53255	Digital	1	\$41,68	\$41,68
Normativa DIN 68141	Digital	1	\$29,35	\$29,35
Normativa UNE 14257	Digital	1	\$38,00	\$38,00
Normativa UNE 302-1	Digital	1	\$51,00	\$51,00
Normativa UNE 302-2	Digital	1	\$52,00	\$52,00
Normativa UNE 302-3	Digital	1	\$52,00	\$52,00
Normativa UNE 302-4	Digital	1	\$51,00	\$51,00
Normativa UNE 302-5	Digital	1	\$47,00	\$47,00
Normativa UNE 302-6	Digital	1	\$35,00	\$35,00
Mordaza	Metal	2	\$140,00	\$280,00
Rodillo de Goma	Aplicador	1	\$8,00	\$8,00
Prensa	Maquinaria	1	\$145,60	\$145,60
Placas y ajuste	Maquinaria	1	\$490,00	\$490,00
Pieza tipo1	Probetas de Madera	540	\$0,80	\$432,00
Pieza tipo 2	Probetas de Madera	360	\$1,25	\$450,00
Bloque de Balsa	Madera	1	\$460,00	\$460,00

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

Al emplear la normativa UNE-EN 302-3 se pudo evaluar el comportamiento de 3 distintos adhesivos, gracias a ello se identificaron las distintas variables que juegan un papel importante en el desempeño del aglutinante; uno de los factores que más influye es la presión que se ejerce para pegar las piezas, si esta es muy baja no alcanzará a penetrar en las fibras del sustrato provocando que la adherencia sea insignificante, lo que a su vez anula los resultados positivos que se pudieron obtener si se realizaba un correcto manejo de la prensa y una presión adecuada; la humedad es otra variable que hay que tomar en cuenta para aprovechar al máximo las cualidades del adhesivo, si la madera está muy húmeda no absorberá el soluto; la densidad de la madera también es un factor muy importante sin lugar a duda, ya que si la madera tiene valores muy bajos de densidad provocará que esta ceda al menor esfuerzo posible.

Con los promedios obtenidos de los esfuerzos derivados de los ensayos de compresión y tracción se identificó que bajo las mismas condiciones de ensayo el adhesivo que posee las mejores cualidades de resistencia es el adhesivo CegaSupply, con resultados favorables que sobresale con creces a los adhesivos A y Adhesivo B.

Gracias la investigación realizada se ha detallado una metodología de análisis para adhesivos destinada a la madera de balsa, que no solo ayudará a conocer las carencias y cualidades de un aglutinante sino que ayuda a tener una idea más específica de la capacidad que posee el adhesivo que se está fabricando, es sin lugar a duda un avance en la industria de adhesivos ya que con una normativa que evalúe y defienda el adhesivo fabricado será mucho más sencillo defender y promocionar el producto, habrá un documento que respalde científicamente las propiedades y capacidades que este posee, creando así un vínculo de confianza con el cliente.

RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia mantener un ambiente normalizado al momento de proceder con el pegado de las probetas, ya que el más mínimo cambio puede alterar la capacidad de absorción de la madera de balsa de modo que los resultados que posteriormente se obtendrán de los ensayos pueden ser poco confiables.
- La prensa que se utilice para comprimir las probetas debe tener los estándares necesarios para llevar a cabo un proceso adecuado y el adhesivo pueda adherirse correctamente a la madera.
- Las medidas de las piezas que conformarán las probetas deben ser cortadas con la misma medida, no excesos y no menos, la medida exacta.
- Es recomendable tener un dispensado de adhesivo con gramaje ya que es mucho más sencillo y exacto llevar el control de la cantidad de adhesivo suministrado en cada probeta, obteniendo así una media exacta.
- Se recomienda guardar las probetas en un lugar que provea de las condiciones climáticas necesarias para que no se altere ninguna variable.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Española de Normalización y Certificación. (Marzo de 2013). UNE-EN 302-1. Determinación de la resistencia al cizallamiento por tracción longitudinal. Madrid, España: AENOR.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2013). UNE-EN 302-4. Determinación de la influencia de la contracción de la madera sobre la resistencia al cizallamiento. Madrid, España: AENOR.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2013). UNE-EN 302-5. Determinación del tiempo de ensamblado convencional en condiciones de referencia. Madrid, España: AENOR.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2013). UNE-EN 302-6. Determinación del tiempo mínimo de prensado en condiciones de referencia. Madrid, España: AENOR.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2018). UNE-EN 302-2. Determinación de la resistencia a la delaminación. Madrid, España: AENOR.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2018). UNE-EN 302-3. Determinación del efecto del ataque ácido a las fibras de madera debido a los tratamientos cíclicos de temperatura y humedad sobre la resistencia a la tracción transversal. Madrid, España: AENOR.

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2020). UNE-EN 14257. Determinación de la fuerza tensora de las juntas solapadas a temperatura elevada (WATT'91). Madrid, España: AENOR.

Alfonzo, I. M. (1995). Técnicas de Investigación Bibliográfica. Caracas: Contexto Editores.

Areatecnologia. (s.f.). Obtenido de Ensayo de Tracción. Ensayo, Gráfica, Fórmulas, Problemas.: <https://www.areatecnologia.com/materiales/ensayo-de-traccion.html>

Arias, F. G. (2006). El proyecto de Investigación. Caracas: EDITORIAL EPISTEME, C.A.

C. (19 de Febrero de 2021). CIMEC. Obtenido de <https://www.cimec.es/coeficiente-correlacion-pearson/#:~:text=Existe%20bastante%20consenso%20a%20la,y%200%2C50%3A%20correlaci%C3%B3n%20moderada>

Doumet, A., Ruiz, A., & Sanchez, A. (2021). Cadena de valor del cultivo del árbol de balsa. Dominio de las Ciencias, 7(3), 539-551. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.1950>

I. (16 de Mayo de 2022). Infinitia Industrial Consulting. Obtenido de

<https://www.infinitiaresearch.com/noticias/ensayos-propiedades-mecanicas-materiales/>

Instituto Alemán de Normalización. (Agosto de 2017). DIN 53255. Ensayo de adhesivos de madera y uniones de madera - Determinación de la fuerza de adherencia de uniones de capa mediante ensayos de perforación y hendido. Berlin, Alemania: Instituto Alemán de Normalización.

Instituto Alemán de Normalización. (Septiembre de 2021). DIN 68141. Determinación del tiempo de secado abierto y evaluación de la humectabilidad y la untabilidad. Berlin, Alemania: Instituto Alemán de Normalización.

Jiménez, E., Garcías, L., Carranza, M., Carranza, H., Morante, J., Martínez, M., & Cuásquer, J. (2017). Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 243-250. doi:<https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.07>

Kaufman, A., & María, R. (1993). *La comprensión y la Producción de Textos Escritos*. Buenos Aires: Santillana.

Martínez, L. (2022). *Siembra de Balsa: Proceso Productivo, Producción y su Incidencia Ambiental en la Comunidad de Salampe, Provincia de los Ríos*. Los Ríos, Ecuador.

Martínez, M., & Boira, H. (2021). *El Cultivo de la Balsa (Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.) y su Principal Plaga: Coptoborus ochromactonus Smith y Cognato (Primera ed.)*. Guayaquil: Grupo Compás.

Organización Internacional de Normalización. (2015). ISO 9001. Sistema de Gestión de Calidad.

Parro. (2022). Obtenido de Diccionario de arquitectura y construcción: <https://www.parro.com.ar/definicion-de-cizallamiento>

Pérez, D., Castro, J., Flores, J., Mendoza, J., Michua, A., & Aparicio, M. (2021). Evaluación y comparación de resistencia a la tracción y flexión de Quiote del Maguey Manso (*Agave Salmiana*) contra bambú *Guadua*. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 22(3). doi:<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.3.019>

PhD. González, M. B., Simba, L., & PhD. Oviedo, B. (2018). Un cultivo resiliente para enfrentar el cambio climático, la balsa (*Ochroma pyramidalesw*). *Ciencia y Tecnología*, 18(20), 88 - 100. doi:<https://doi.org/10.47189/rcct.v18i20.226>

Quecedo, R., & Castaño, C. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. *Revista de Psicodidáctas*, pp. 5-39.

Quevedo, V. (s.f.). *Adherencia y Adhesivos para Madera . Materiales de Nueva Generación y Materiales Eficientes*. Alcalá, España.

RAE. (2021). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de

<https://dle.rae.es/normativo#QcpSlwx>

Salazar, J. (2018). Análisis de la Cadena de Suministros y Comercialización de Madera Balsa (*Ochroma pyramidale*) de la Empresa BALPLANT al Mercado Chino. Guayaquil, Ecuador.

Taylor, S. J., & R., B. (1984). Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación . New York: PAIDÓS.

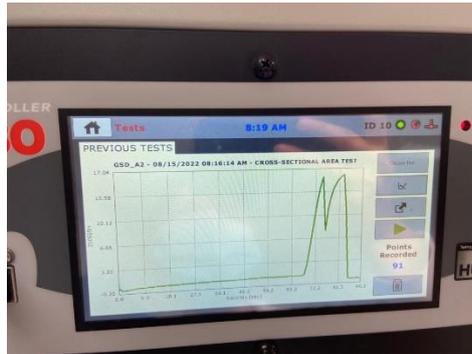
ANEXOS

ANEXO 1: EVIDENCIA DE ENSAYO DE COMPRESIÓN Y TRACCIÓN

ENSAYO DE COMPRESIÓN

Adhesivo A

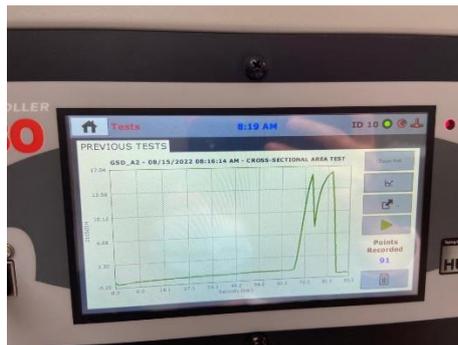
Probeta 1



TESTS	PEAK VALUES	UNITS
210505H	16.23	kN
Cross-Sectional Area	150.00	mm ²
Height	300.00	mm
Sample Age	0	day(s)
Stress	4.26	MPa
Average Pace Rate	0.60	MPa/sec
Temperature @ START	28.3	°C
Temperature @ FINISH	28.4	°C

Points Recorded: 91

Probeta 2



TESTS	PEAK VALUES	UNITS
210505H	16.23	kN
Cross-Sectional Area	150.00	mm ²
Height	300.00	mm
Sample Age	0	day(s)
Stress	4.26	MPa
Average Pace Rate	0.60	MPa/sec
Temperature @ START	28.3	°C
Temperature @ FINISH	28.4	°C

Points Recorded: 91

Probeta 3



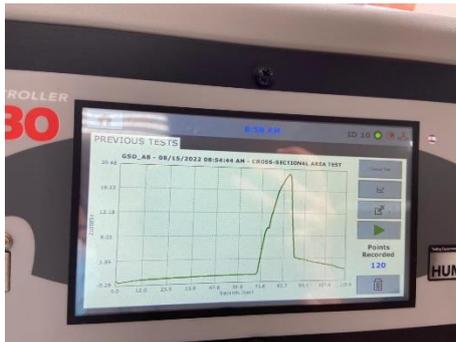
TESTS	PEAK VALUES	UNITS
210505H	16.76	kN
Cross-Sectional Area	150.00	mm ²
Height	300.00	mm
Sample Age	0	day(s)
Stress	4.40	MPa
Average Pace Rate	0.39	MPa/sec
Temperature @ START	29.8	°C
Temperature @ FINISH	29.9	°C

Points Recorded: 125

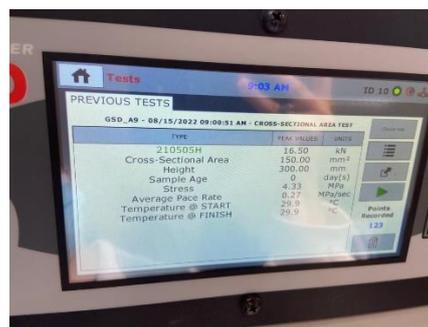
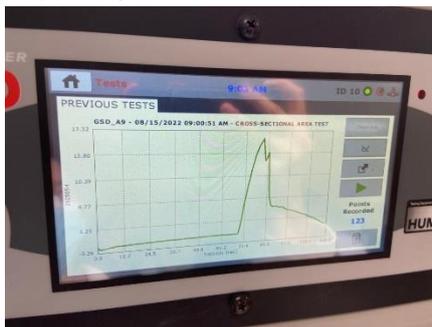
Probeta 4



Probeta 5



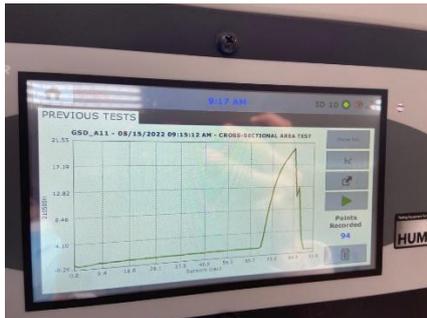
Probeta 6



Probeta 7



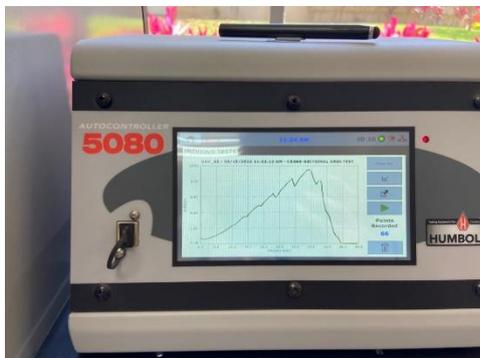
Probeta 8



TYPE	MIN VALUE	UNIT
210505H	20.52	kN
Cross-Sectional Area	350.00	mm ²
Height	100.00	mm
Sample Age	0	days
Average Pace Rate	5.39	MPa/s
Temperature @ START	0.27	MPa/°C
Temperature @ FINISH	29.7	°C

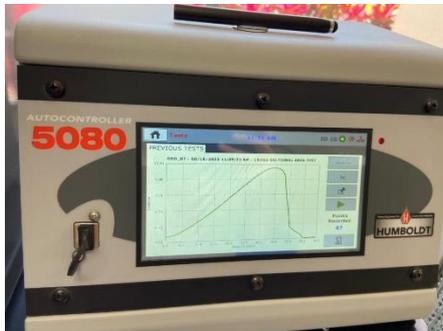
Adhesivo B

Probeta 1



TYPE	MIN VALUE	UNIT
210505H	10.19	kN
Cross-Sectional Area	225.00	mm ²
Height	350.00	mm
Sample Age	0	days
Stress	2.73	MPa
Average Pace Rate	0.40	MPa/°C
Temperature @ START	27.3	°C
Temperature @ FINISH	27.2	°C

Probeta 2



TYPE	MIN VALUE	UNIT
210505H	11.22	kN
Cross-Sectional Area	350.00	mm ²
Height	350.00	mm
Sample Age	0	days
Average Pace Rate	2.45	MPa/s
Temperature @ START	24.5	°C
Temperature @ FINISH	21.0	°C

Probeta 3

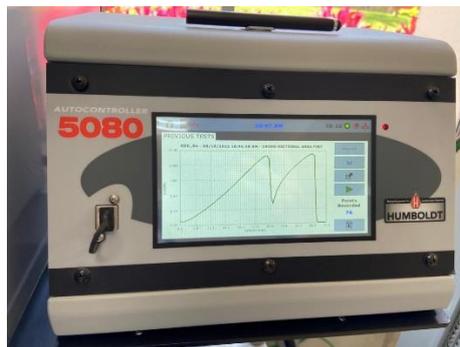


TYPE	MIN VALUE	UNIT
210505H	5.30	kN
Cross-Sectional Area	350.00	mm ²
Height	350.00	mm
Sample Age	0	days
Average Pace Rate	2.20	MPa/s
Temperature @ START	26.8	°C
Temperature @ FINISH	26.8	°C

Probeta 4



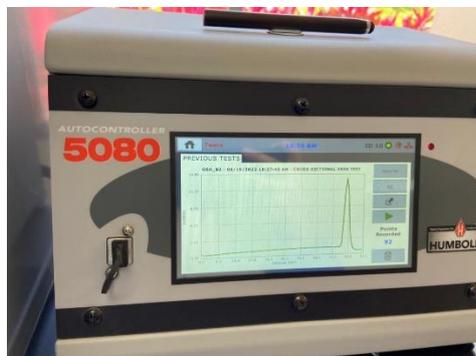
Probeta 5



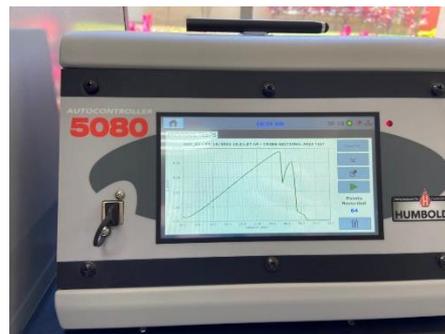
Probeta 6



Probeta 7

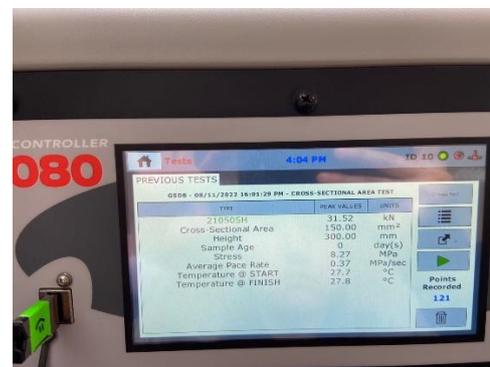
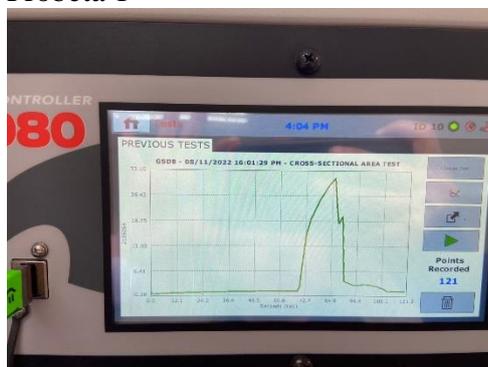


Probeta 8

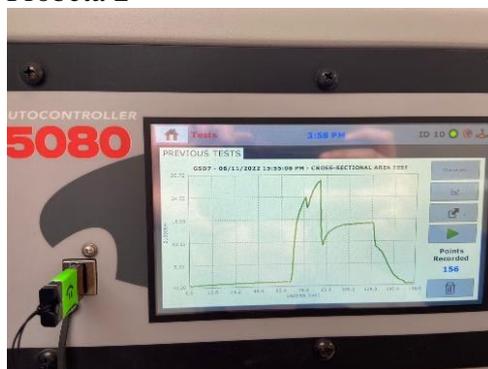


Adhesivo CegaSupply

Probeta 1



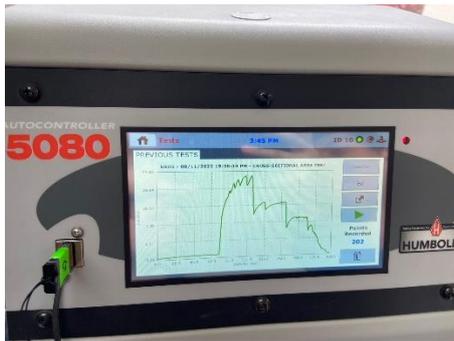
Probeta 2



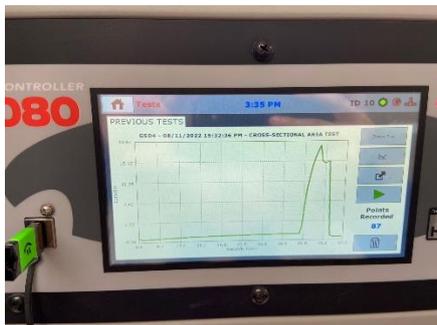
Probeta 3



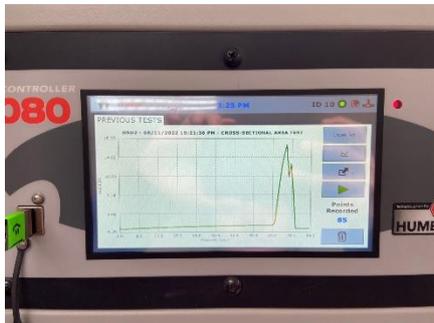
Probeta 4



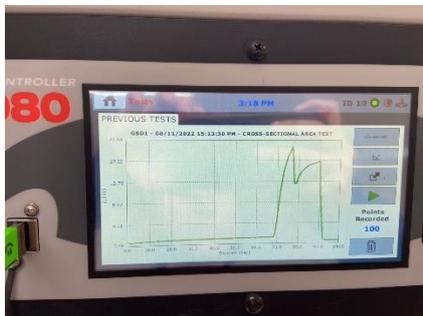
Probeta 5



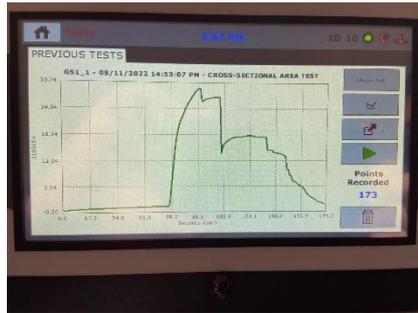
Probeta 6



Probeta 7



Probeta 8



PARAMETER	UNIT
210505H	29.28 kN
Cross-Sectional Area	150.00 mm ²
Height	300.00 mm
Sample Age	0 day(s)
Stress	7.68 MPa
Average Pace Rate	0.25 MPa/sec
Temperature @ START	26.6 °C
Temperature @ FINISH	26.4 °C

ENSAYO DE TRACCIÓN

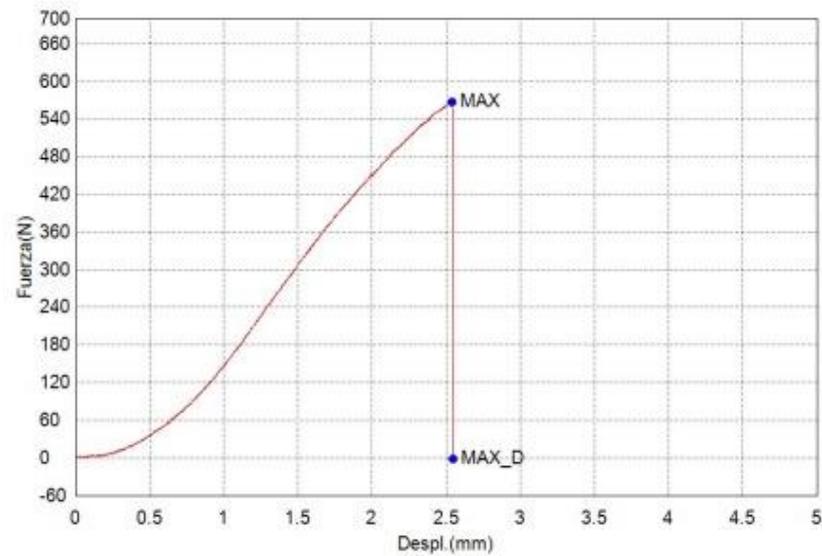
Adhesivo A

Probeta 1

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	566.292	-2.14577	--
Media	--	566.292	-2.14577	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--



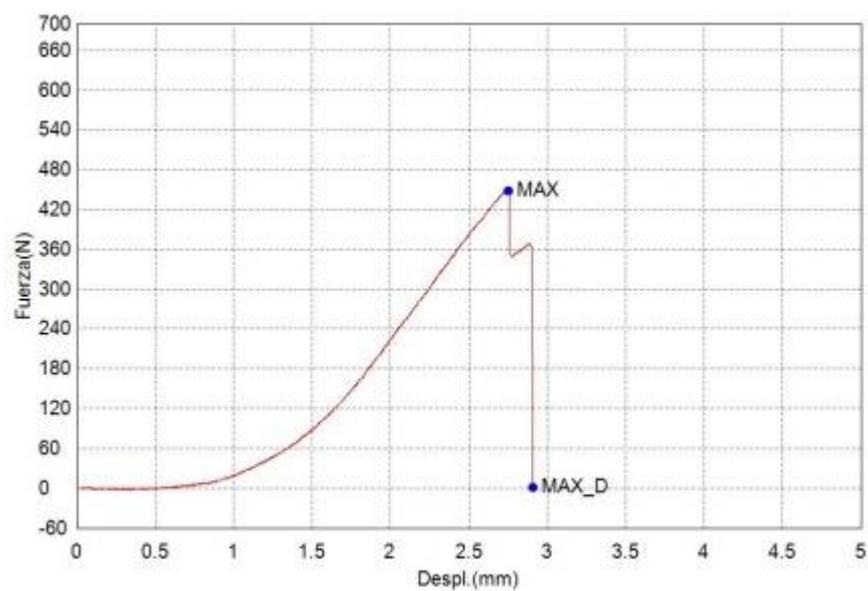
Comentarios

Probeta 2

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Displ_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	447.178	1.62125	--
Media	--	447.178	1.62125	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

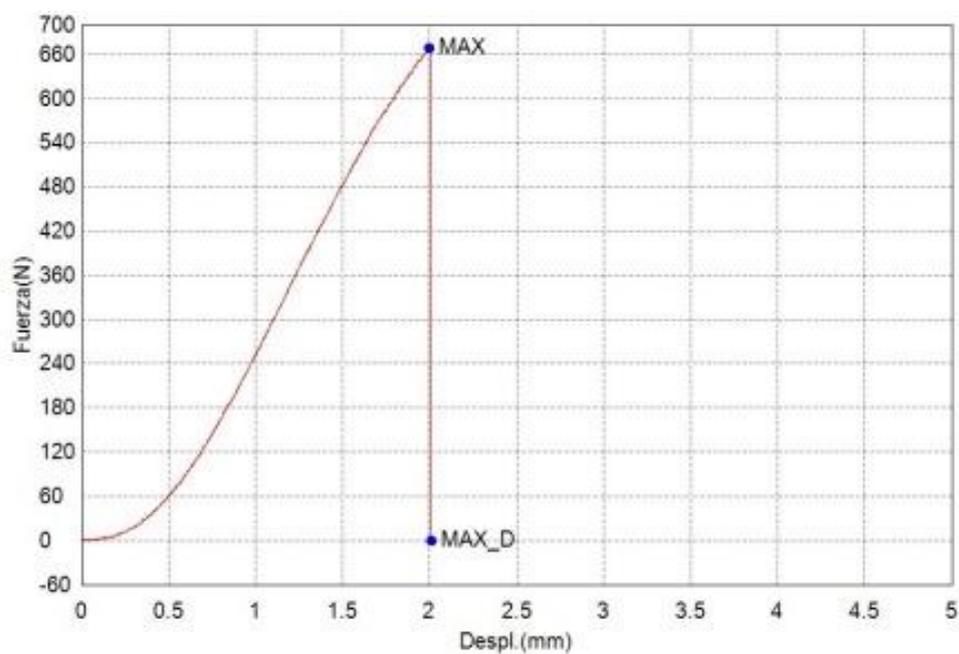


Probeta 3

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	668.907	-0.57220	--
Media	--	668.907	-0.57220	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

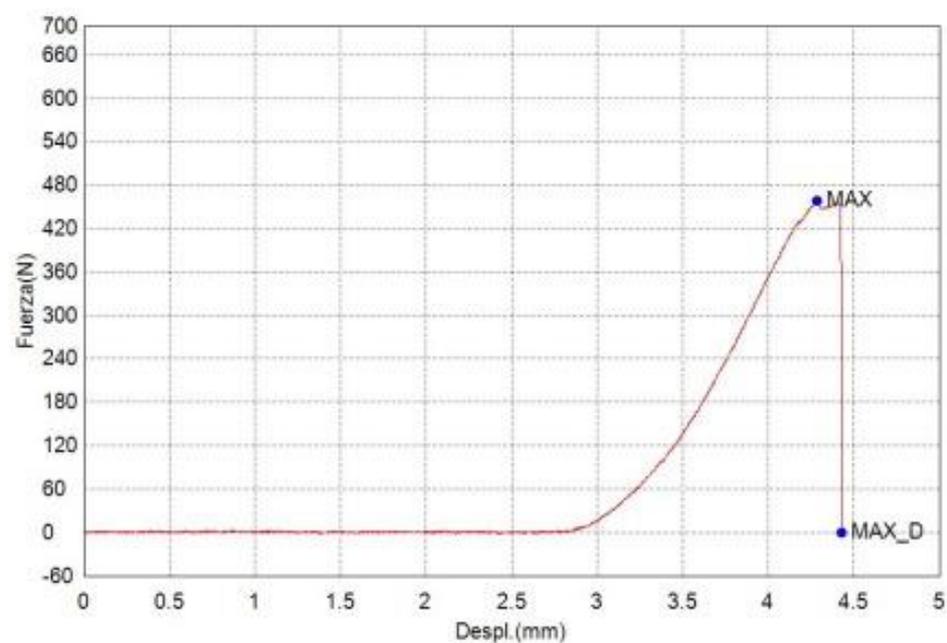


Probeta 4

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Displ_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	458.527	0.04768	--
Media	--	458.527	0.04768	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

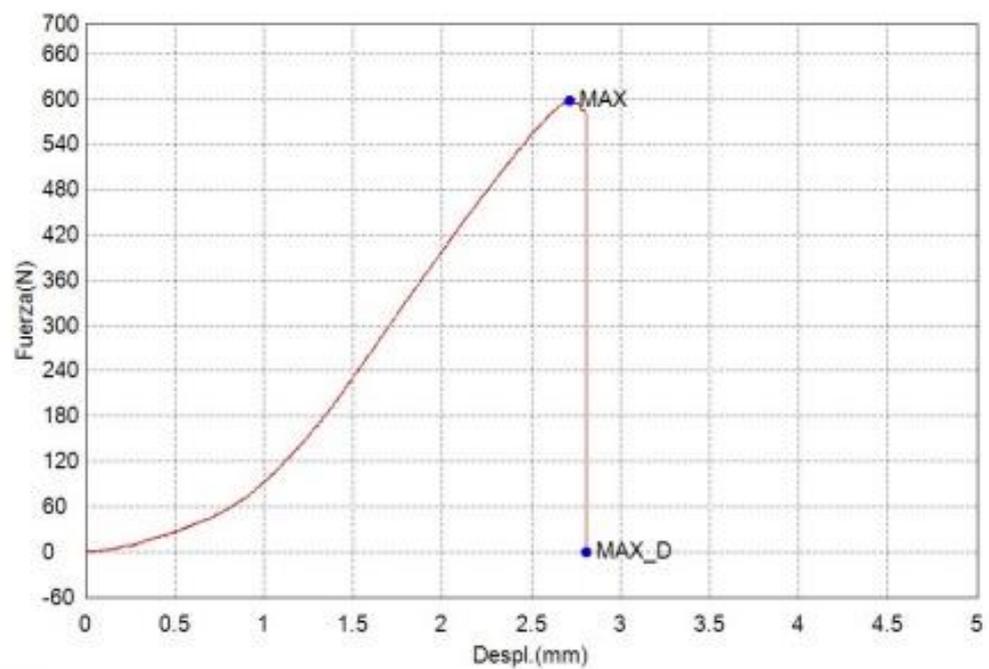


Probeta 5

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Displ_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1 _ 1	--	598.002	-0.90599	--
Media	--	598.002	-0.90599	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

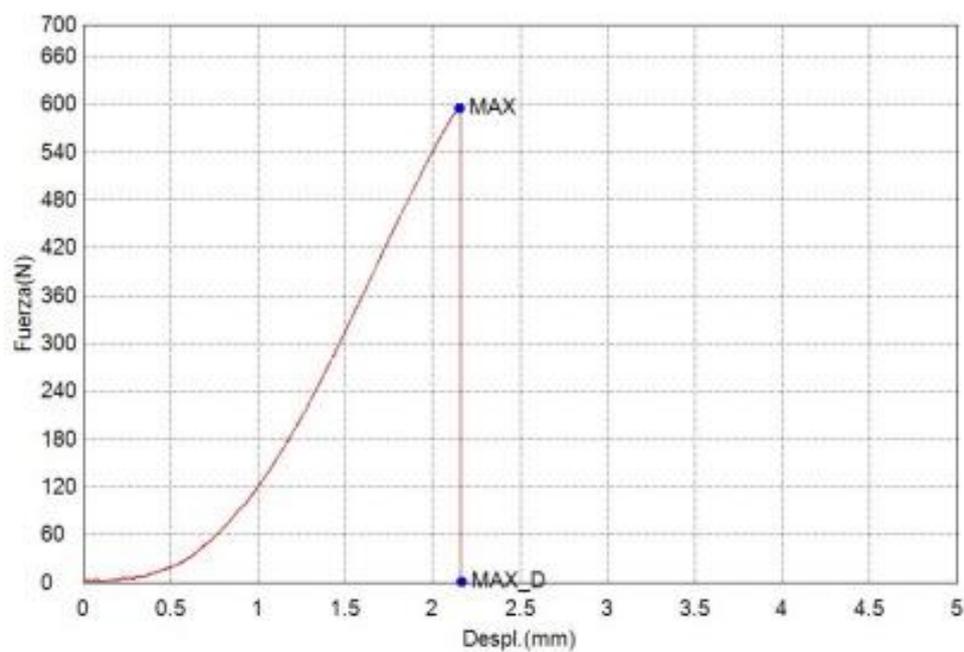


Probeta 6

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	595.284	0.28610	--
Media	--	595.284	0.28610	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

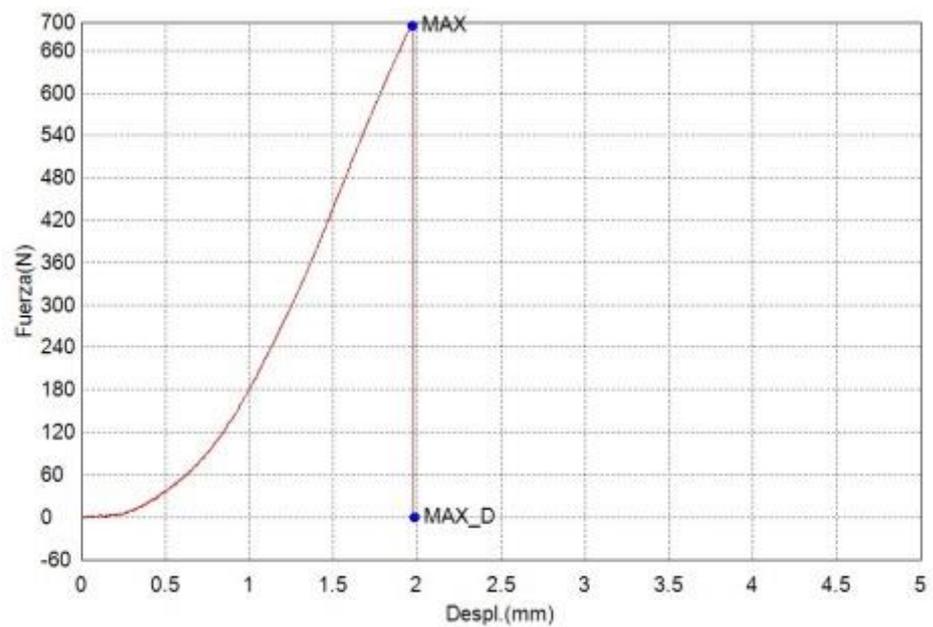


Probeta 7

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	694.609	-0.76294	--
Media	--	694.609	-0.76294	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

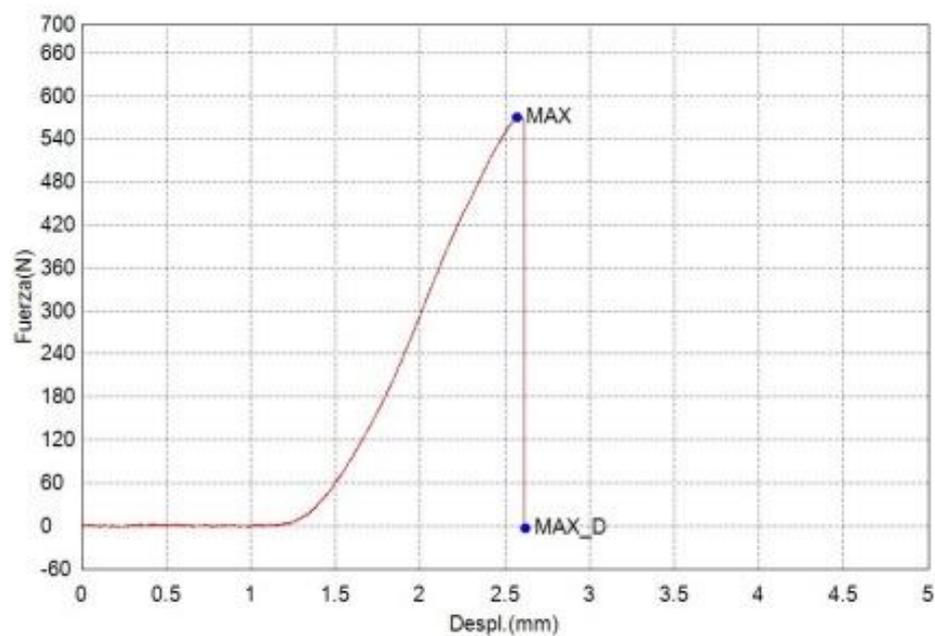


Probeta 8

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza
Unidad	%	N	N	Sensibilidad 10 N
1_1	--	570.250	-4.10080	--
Media	--	570.250	-4.10080	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--



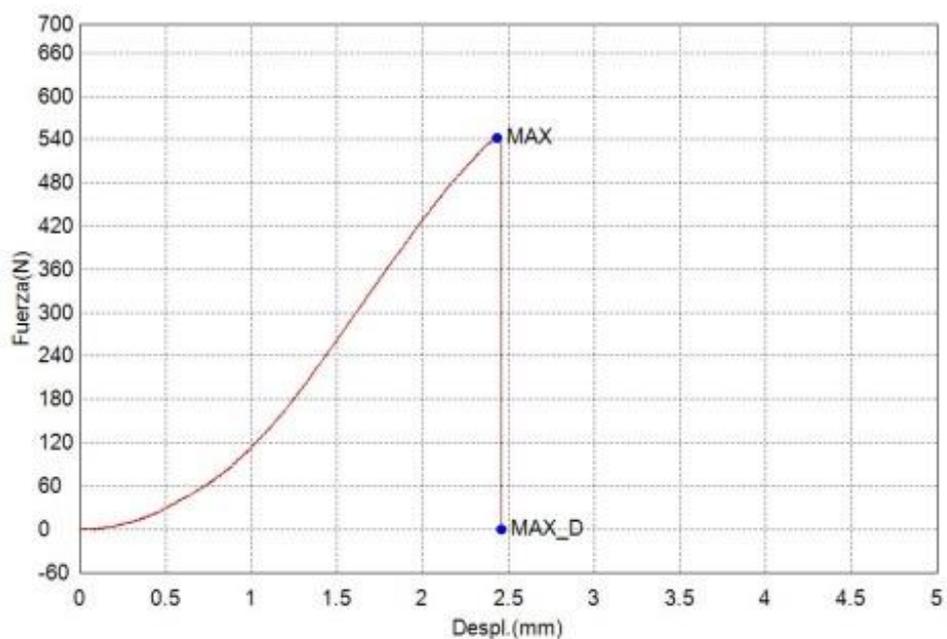
Adhesivo B

Probeta 1

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	542.116	-0.09537	--
Media	--	542.116	-0.09537	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

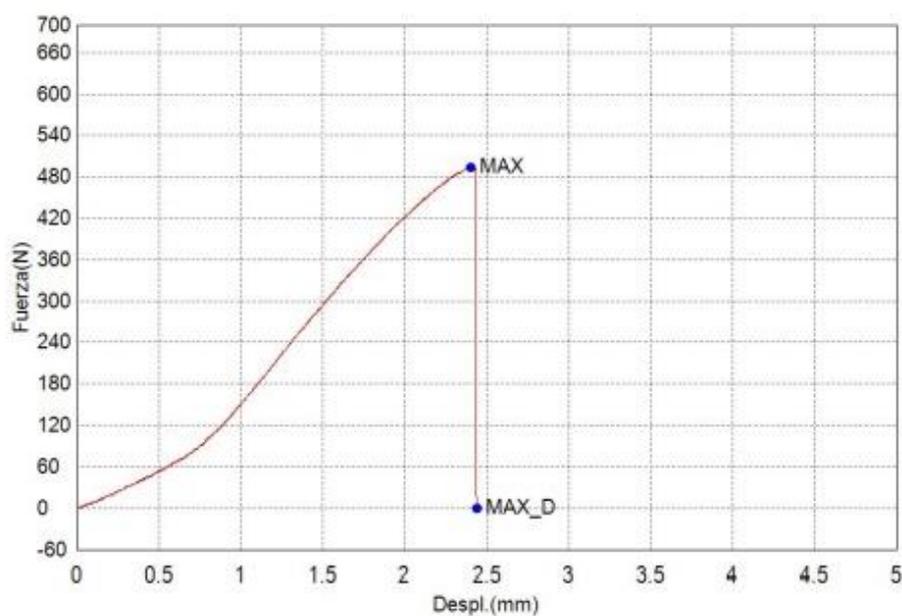


Probeta 2

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	494.099	-0.90599	--
Media	--	494.099	-0.90599	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

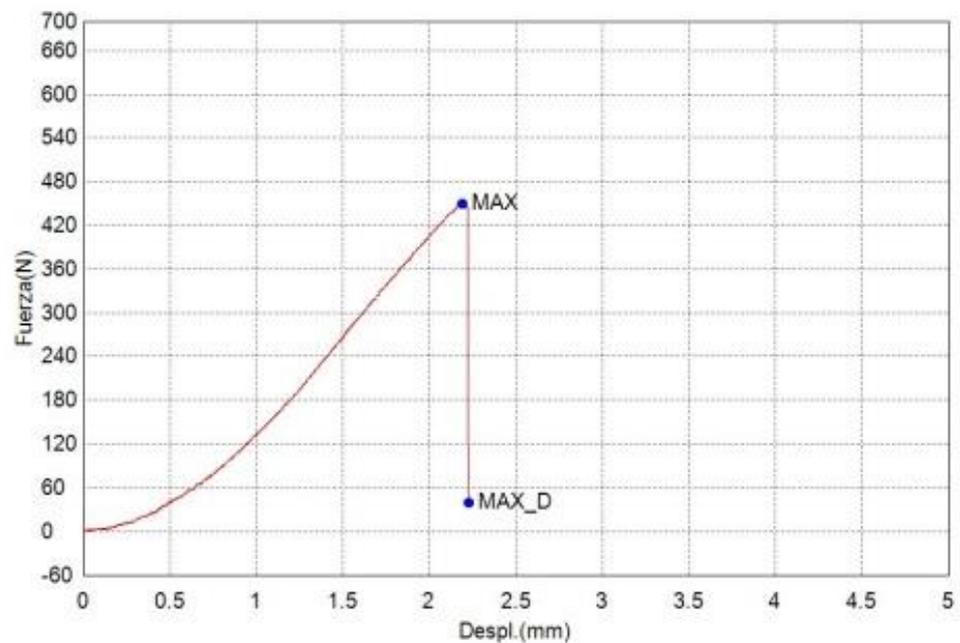


Probeta 3

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Displ_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	449.276	38.8622	--
Media	--	449.276	38.8622	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

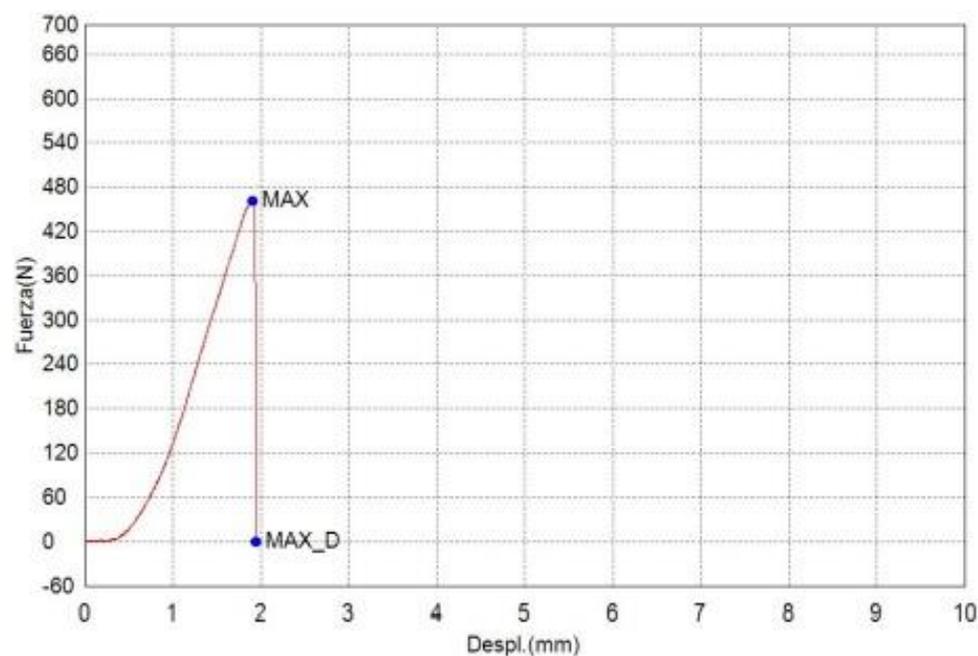


Probeta 4

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Displ_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	461.769	0.19073	--
Media	--	461.769	0.19073	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

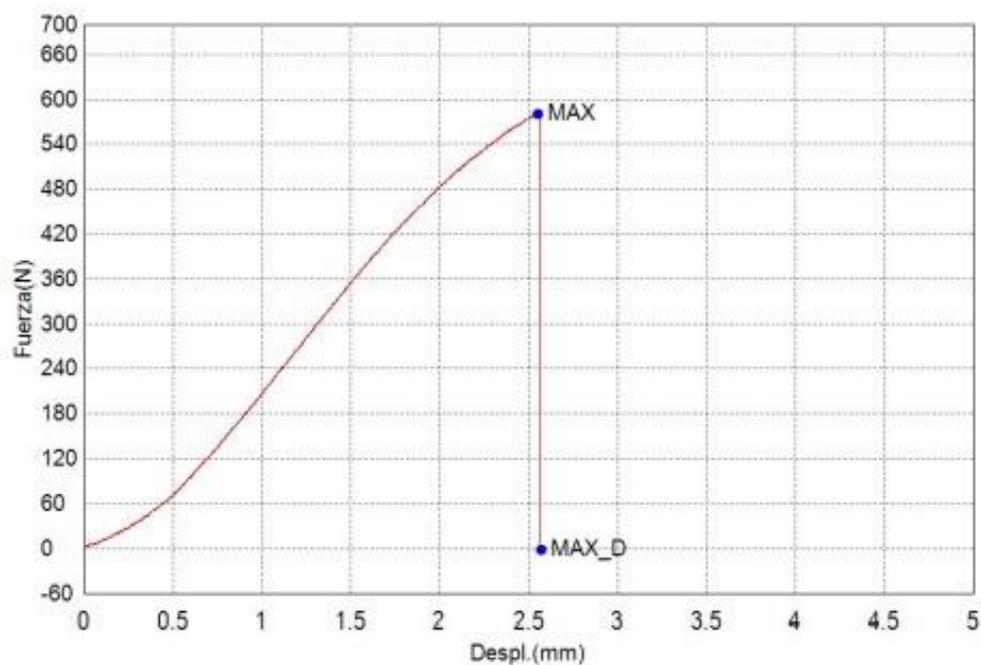


Probeta 5

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Displ_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	579.786	-1.90735	--
Media	--	579.786	-1.90735	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

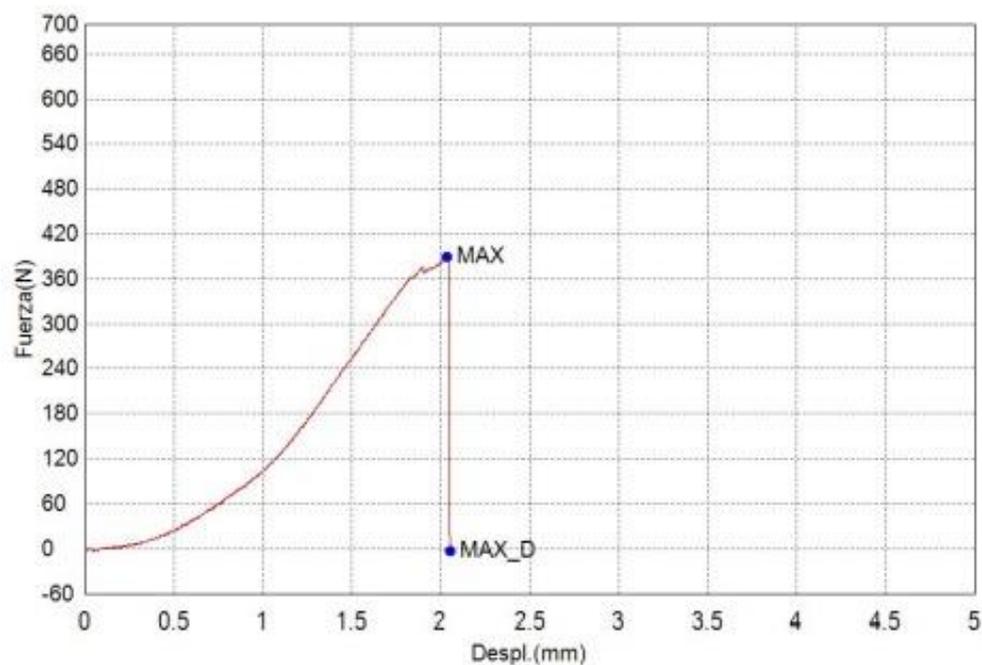


Probeta 6

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Displ_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	388.384	-2.86102	--
Media	--	388.384	-2.86102	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

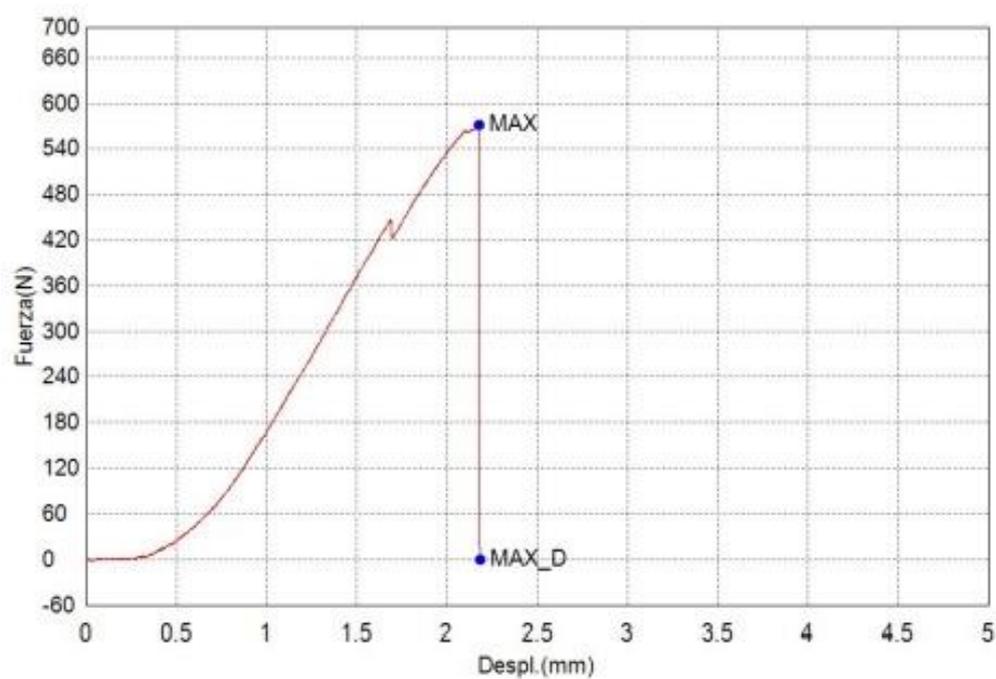


Probeta 7

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	570.917	-0.47684	--
Media	--	570.917	-0.47684	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

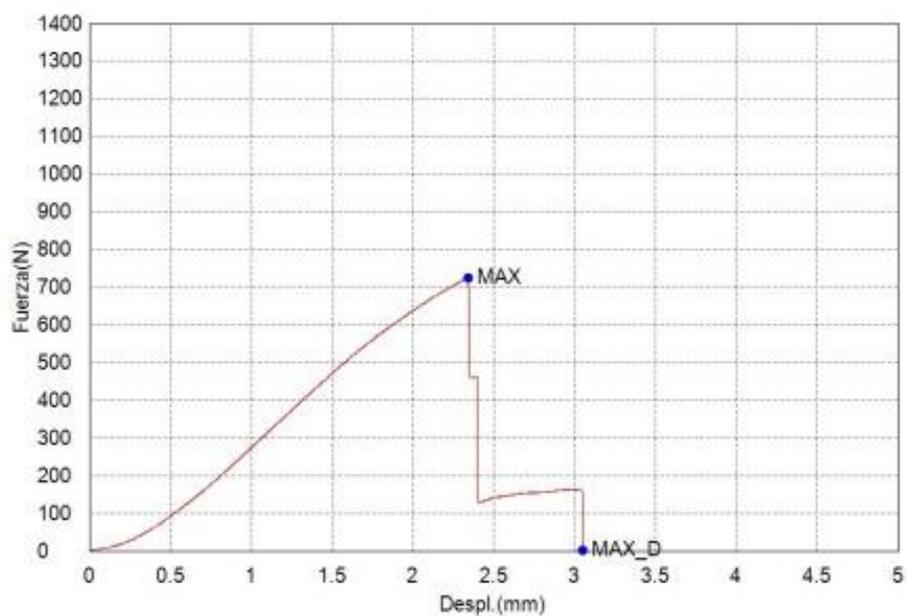


Probeta 8

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
Nº de partidas:	1	Nº de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	725.651	1.62125	--
Media	--	725.651	1.62125	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--



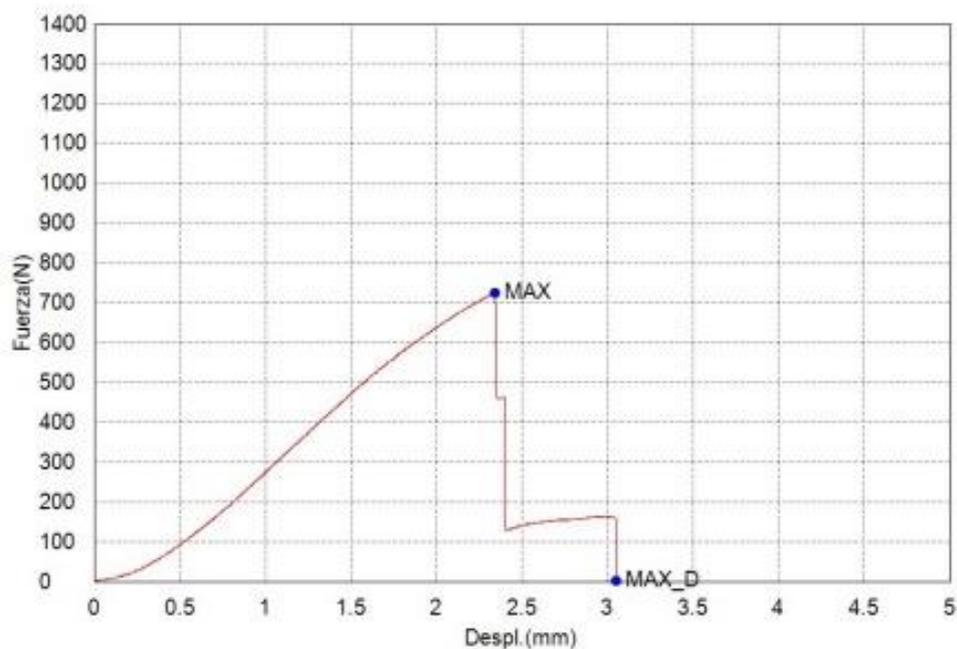
Adhesivo CegaSupply

Probeta 1

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	725.651	1.62125	--
Media	--	725.651	1.62125	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

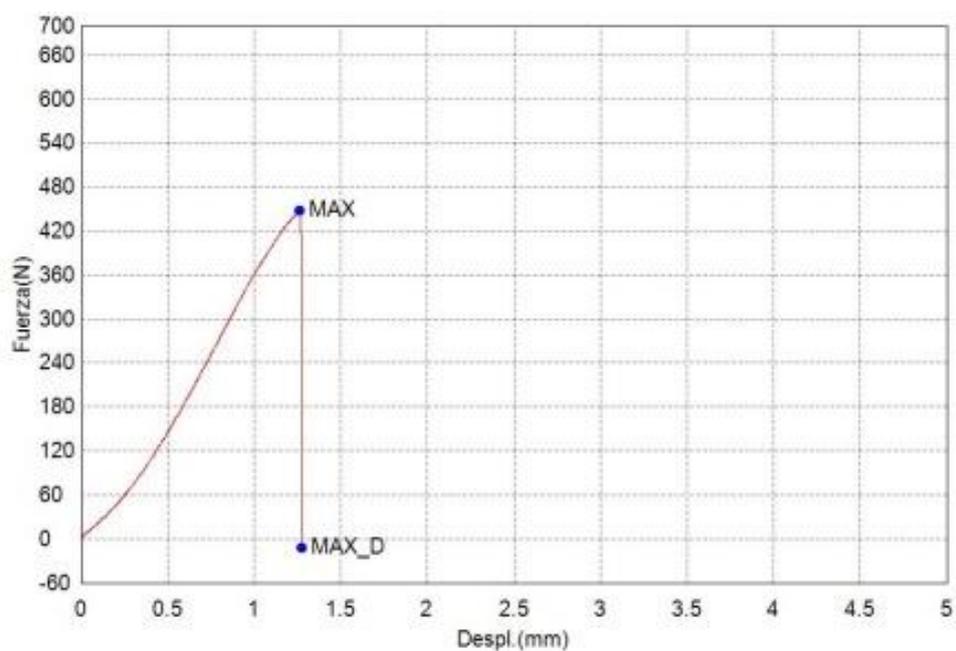


Probeta 2

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	448.227	-11.96861	--
Media	--	448.227	-11.96861	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

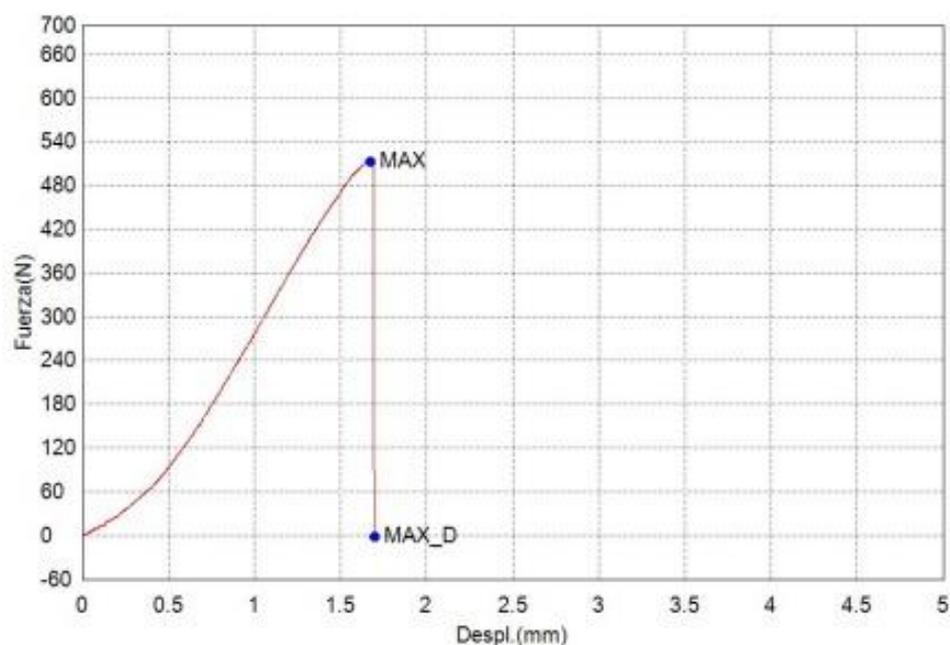


Probeta 3

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	512.981	-1.62125	--
Media	--	512.981	-1.62125	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

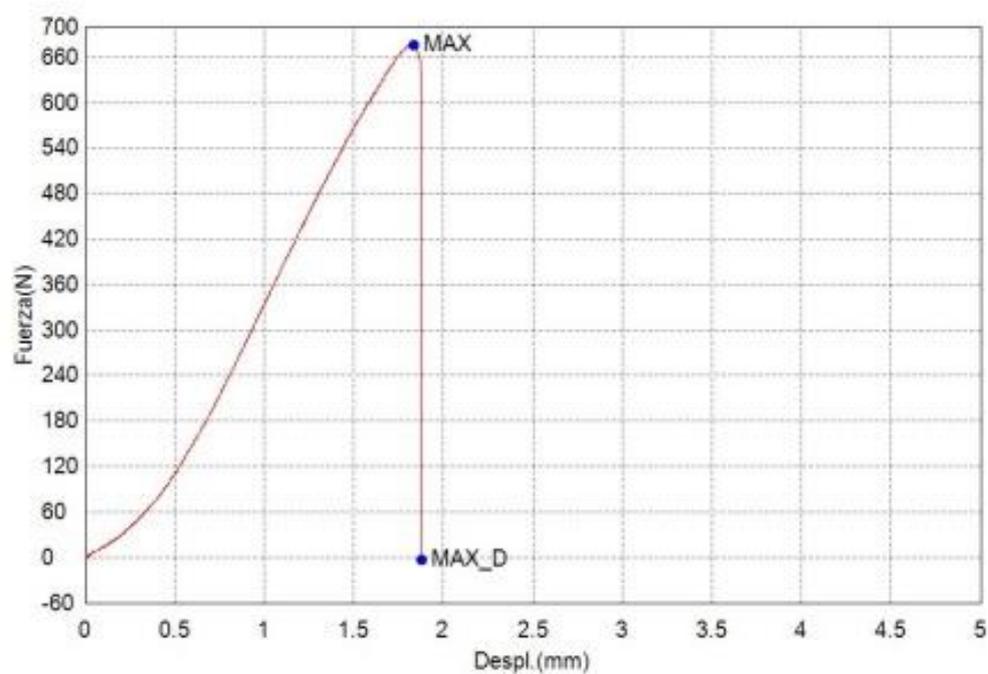


Probeta 4

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza
Unidad	%	N	N	Sensibilidad 10 N
1_1	--	676.155	-3.48091	--
Media	--	676.155	-3.48091	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

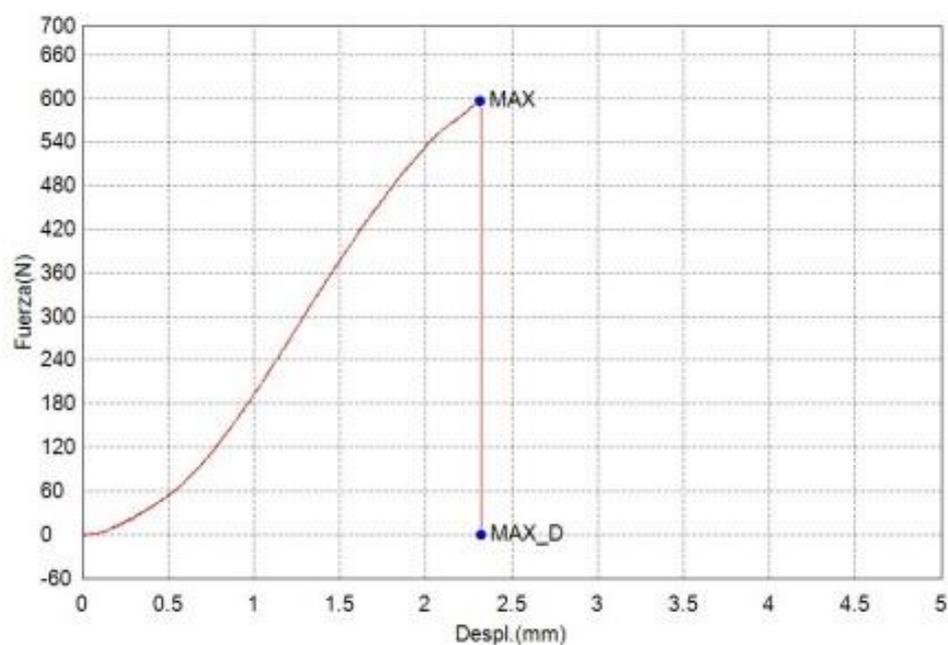


Probeta 5

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	596.285	-0.09537	--
Media	--	596.285	-0.09537	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

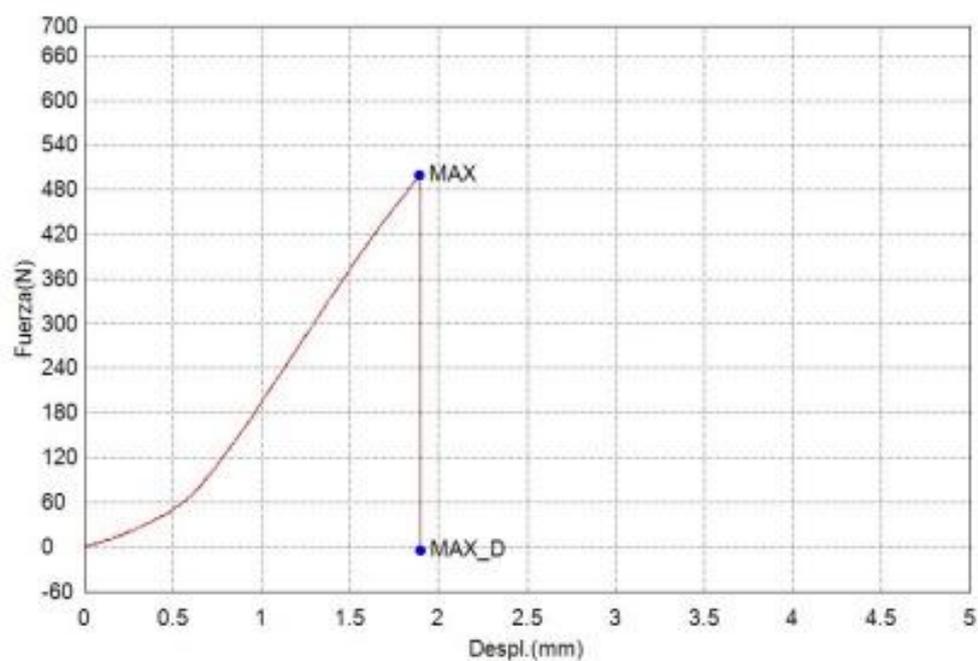


Probeta 6

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	498.915	-4.14848	--
Media	--	498.915	-4.14848	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

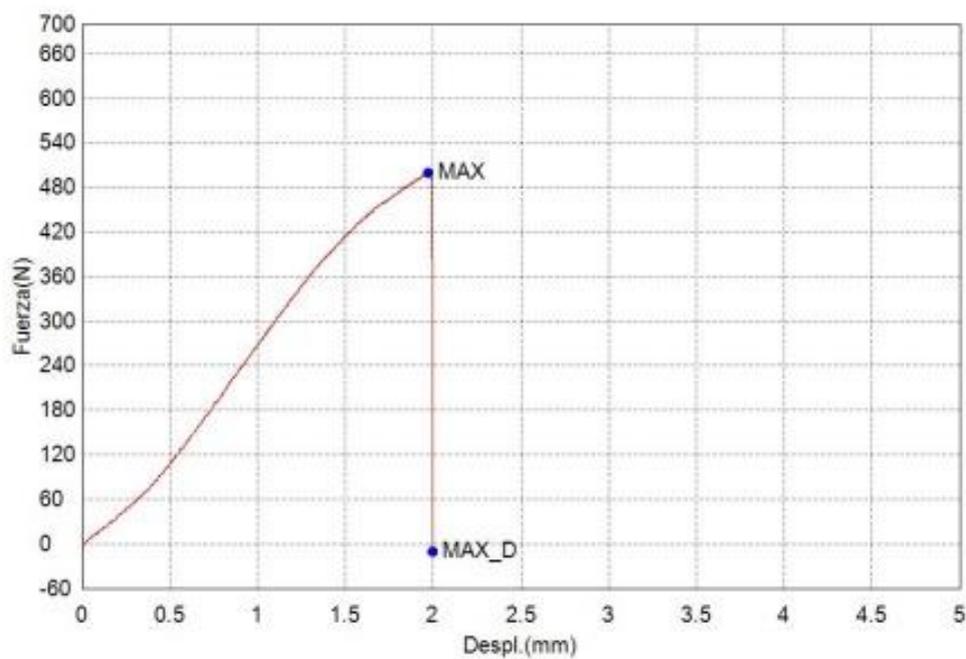


Probeta 7

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Disp_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	498.915	-10.29968	--
Media	--	498.915	-10.29968	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--



Probeta 8

Probeta 2

Palabra llave		Nombre de producto	
Nombre de archivo de ensayo		Nombre de metodo de ensayo	FlexionProb2.xmas
Fecha de informe	8/24/2022	Fecha de ensayo	8/24/2022
Modo de Ensayo	Sencillo	Tipo de ensayo	Traccion
Velocidad	5mm/min	Forma	Area
N° de partidas:	1	N° de muestras:	1

Nombre Parametros	Ag	Max_Fuerza Calc. at Entire Areas	Max_Displ_Fuerza	Rotura_Fuerza Sensibilidad 10
Unidad	%	N	N	N
1_1	--	806.809	-2.71797	--
Media	--	806.809	-2.71797	--
Desviacion Estandar	--	--	--	--
Rango	--	0.00000	0.00000	--

