

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**



**TEMA:**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA AL DESGARRO Y  
ABRASIÓN EN TEJIDOS DE PUNTO JERSEY, CÁÑAMO/ALGODÓN 55/45% Y  
ALGODÓN 100%.”**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
TEXTIL**

**AUTOR(A):**

Cayambe Salazar Jenny Alexandra

**DIRECTOR:**

Ing. Elvis Raúl Ramírez Encalada MSc.

**IBARRA – ECUADOR**

**2023**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD</b>		1004411292	
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>		Cayambe Salazar Jhenny Alexandra	
<b>DIRECCIÓN</b>		Atuntaqui - barrio del Carmelo bajo	
<b>EMAIL</b>		<a href="mailto:jacayambes@utn.edu.ec">jacayambes@utn.edu.ec</a>	
<b>TELÉFONO FIJO</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0969789418

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO</b>	“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA AL DESGARRO Y ABRASIÓN EN TEJIDOS DE PUNTO JERSEY, CÁÑAMO/ALGODÓN 55/45% Y ALGODÓN 100%.”
<b>AUTOR</b>	Cayambe Salazar Jenny Alexandra
<b>FECHA</b>	27 de abril 2023
<b>PROGRAMA</b>	Pregrado
<b>TÍTULO POR EL QUE SE OPTA</b>	Ingeniera Textil
<b>ASESOR/DIRECTOR</b>	MSc. Elvis Ramírez

## CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 27 de abril del 2023

**Autor (a):**



Cayambe Salazar Jhenny Alexandra

**CI.: 1004411292**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN DEL ASESOR**

En mi calidad de director del Trabajo de Grado presentado por la egresada **Jhenny Alexandra Cayambe Salazar**, para optar el título de **INGENIERA TEXTIL**, cuyo tema es **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA AL DESGARRO Y ABRASIÓN EN TEJIDOS DE PUNTO JERSEY, CAÑAMO/ALGODÓN 55/45% Y ALGODÓN 100%”**, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los opositores que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 01 de marzo del 2023

.....  
MSc. EL VIS RAÚL RAMÍREZ ENCALADA  
**DIRECTOR DE TESIS**

## AGRADECIMIENTO

*Primeramente, gracias a Dios por siempre haber estado a mi lado, ser mi fuerza y refugio en los momentos difíciles, y por darme salud y trabajo durante todo este proceso.*

*A mis padres y hermanos Andrés, Juan David y Katherine gracias por su apoyo y cariño que siempre me ha motivo a luchar por mis metas.*

*Agradezco profundamente a mi tutor MSc. Elvis Ramírez por ser un gran docente estando siempre con disposición entusiasta de forma académica y calidad humana con sus acertadas palabras en momentos esenciales.*

*Alexandra Cayambe*

## DEDICATORIA

*Este trabajo va dedicado para mi madre Yolanda Salazar por haberme motivado a estudiar una carrera universitaria, a mi padre Juan Cayambe que con su presencia discreta pero incondicional me dio la fortaleza para cumplir este objetivo, por los valores inculcados y siempre ser mis mejores guías en este camino, por sus consejos y apoyo en cada decisión durante todo el trayecto de mi vida.*

*A mis abuelitos, en especial a mi abuelita Carmen que siempre me apoyó y estuvo a mi lado, me abrazo, motivo y lleno de fuerzas para continuar luchando por mis sueños, por sus eternos consejos y confianza que siempre depositó en mí y ahora desde el cielo me abraza, gracias, mamá esto es por ti y para ti.*

*Alexandra Cayambe*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	i
CONSTANCIA.....	ii
CERTIFICADO DEL ASESOR.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del tema.....	1
1.2 Antecedentes .....	2
1.3 Importancia del estudio .....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo general .....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Característica del sitio del proyecto .....	4
2 ESTADO DEL ARTE .....	6
2.1 Estudios previos .....	6
2.1.1 Tejidos de punto con fibras de cáñamo y mezclas con algodón .....	6
2.1.2 Usos del tejido de punto con fibras de cáñamo.....	7

2.1.3	Propiedades mecánicas de los tejidos de punto con fibras de cáñamo.....	7
2.2	Marco conceptual .....	8
2.2.1	Fibras de Algodón .....	8
2.2.2	Fibras de Cáñamo.....	12
2.2.3	Tejido de Punto .....	17
2.2.4	Resistencia al desgarro .....	20
2.2.5	Resistencia a la abrasión .....	21
2.3	Marco legal.....	22
2.3.1	Norma “ISO 12947-2 Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos” .....	22
2.3.2	Norma "ASTM-D2261 Desgarro de la tela. Método de lengüeta" .....	22
3	METODOLOGÍA.....	23
3.1	Tipo de investigación .....	23
3.2	Método de investigación .....	24
3.3	Técnicas de investigación.....	24
3.4	Instrumentos .....	25
3.5	Caracterización del tejido.....	26
3.6	Flujograma general.....	26
3.7	Flujograma muestral.....	28
3.8	Selección de la muestra .....	29
3.8.1	Selección de muestras y probetas del tejido de mezcla.....	29
3.8.2	Selección de muestras y probetas del tejido de algodón 100% .....	30
3.9	Metodología de campo .....	30
3.9.1	Análisis de resistencia al desgarro .....	31
3.9.2	Análisis de resistencia a la abrasión .....	32

3.9.3	Evaluación de resultados .....	33
3.10	Métodos y técnicas estadísticas utilizadas.....	33
3.11	Preparación de muestras para los ensayos en los equipos de laboratorio.....	34
3.11.1	Procedimiento de la prueba de resistencia al desgarro.....	34
3.11.2	Procedimiento de la prueba de resistencia a la abrasión .....	37
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	42
4.1	Resultados .....	42
4.1.1	Resistencia al desgarro del tejido de algodón 100% .....	42
4.1.2	Resistencia al desgarro del tejido de cáñamo/algodón 60/40% .....	45
4.1.3	Resistencia a la abrasión del tejido de algodón 100% .....	48
4.1.4	Resistencia a la abrasión del tejido de cáñamo/algodón 60/40% .....	50
4.2	Discusión o análisis de resultados.....	52
4.2.1	Evaluación de resistencia al desgarro.....	52
4.2.2	Evaluación de resistencia a la abrasión .....	53
4.2.3	Evaluación de resistencia al desgarre y abrasión .....	54
4.3	Análisis de resultados.....	55
4.3.1	Normalidad de datos.....	55
4.3.2	Análisis de la varianza.....	56
4.3.3	Formas de representación estadística de los resultados .....	58
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
5.1	Conclusiones .....	66
5.2	Recomendaciones.....	67
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69
7	ANEXOS .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Ubicación geográfica del sitio del proyecto.</i> .....	5
<b>Figura 2</b> <i>Estructura de la fibra</i> .....	9
<b>Figura 3</b> <i>Estructura de la fibra en sentido transversal</i> .....	10
<b>Figura 4</b> <i>Vista de un corte del tallo de cáñamo.</i> .....	14
<b>Figura 5</b> <i>Estructura de la sección transversal Tim bum del tallo.</i> .....	15
<b>Figura 6</b> <i>Tejido de Punto</i> .....	17
<b>Figura 7</b> <i>Partes de una malla</i> .....	18
<b>Figura 8</b> <i>Tejido de punto por trama</i> .....	19
<b>Figura 9</b> <i>Tejido de punto por urdimbre</i> .....	19
<b>Figura 10</b> <i>Tejido de punto Jersey</i> .....	20
<b>Figura 11</b> <i>Flujograma general</i> .....	27
<b>Figura 12</b> <i>Flujograma muestral</i> .....	28
<b>Figura 13</b> <i>Selección de muestras y probetas tejido cáñamo/algodón 55/45</i> .....	29
<b>Figura 14</b> <i>Selección de muestras y probetas de algodón 100%</i> .....	30
<b>Figura 15</b> <i>Evaluación de resistencia al desgarro</i> .....	31
<b>Figura 16</b> <i>Evaluación de resistencia a la abrasión</i> .....	32
<b>Figura 17</b> <i>Evaluación de resistencia al desgarro y abrasión</i> .....	33
<b>Figura 18</b> <i>Corte de probetas</i> .....	34
<b>Figura 19</b> <i>Preparación del equipo</i> .....	35
<b>Figura 20</b> <i>Ingreso de datos al equipo</i> .....	35
<b>Figura 21</b> <i>Colocación y ajuste de la probeta</i> .....	36
<b>Figura 22</b> <i>Botón de confirmación de inicio</i> .....	36
<b>Figura 23</b> <i>Troqueles para testigos y probetas</i> .....	37
<b>Figura 24</b> <i>Troquelado de testigos del martindale</i> .....	38
<b>Figura 25</b> <i>Colocación de los testigos</i> .....	38
<b>Figura 26</b> <i>Obtención de probetas en base a la norma</i> .....	39
<b>Figura 27</b> <i>Troquelado de la esponja base de la probeta</i> .....	39
<b>Figura 28</b> <i>Incorporación de la probeta en el armazón</i> .....	40
<b>Figura 29</b> <i>Fijación de la probeta</i> .....	40
<b>Figura 30</b> <i>Probeta lista para ubicación en el equipo</i> .....	41

<b>Figura 31</b> <i>Probetas incorporadas en el equipo .....</i>	41
<b>Figura 32</b> <i>Gráfico graph de los resultados del análisis de resistencia al desgarro .....</i>	59
<b>Figura 33</b> <i>Gráfico graph de los resultados del análisis de resistencia a la abrasión .....</i>	61
<b>Figura 34</b> <i>Gráfico matrix plot de los resultados del análisis de resistencia al desgarro .....</i>	62
<b>Figura 35</b> <i>Gráfico matrix plot de los resultados del análisis de resistencia a la abrasión.....</i>	63
<b>Figura 36</b> <i>Gráfico box plot de los resultados del análisis de resistencia al desgarro ....</i>	64
<b>Figura 37</b> <i>Gráfico box plot de los resultados del análisis de resistencia a la abrasión..</i>	65

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Composición química de la fibra de algodón</i> .....	11
<b>Tabla 2</b> <i>Composición química del cáñamo</i> .....	16
<b>Tabla 3</b> <i>Instrumentos</i> .....	25
<b>Tabla 4</b> <i>Materiales</i> .....	26
<b>Tabla 5</b> <i>Ficha informativa para la evaluación de la resistencia al desgarre en el tejido de CO 100%</i> .....	43
<b>Tabla 6</b> <i>Resultados de la evaluación de la resistencia al desgarre en sentido de las columnas del tejido en algodón 100%</i> .....	44
<b>Tabla 7</b> <i>Resultados de la evaluación de la resistencia al desgarre en sentido de las pasadas del tejido en algodón 100%</i> .....	45
<b>Tabla 8</b> <i>Ficha técnica de las muestras para la evaluación de la resistencia al desgarre en el tejido de mezcla CA/CO</i> .....	46
<b>Tabla 9</b> <i>Resultados de la evaluación de la resistencia al desgarre en sentido de las columnas del tejido en CA/CO 60/40%</i> .....	47
<b>Tabla 10</b> <i>Resultados de la evaluación de la resistencia al desgarre en sentido de las pasadas del tejido en CA/CO 60/40%</i> .....	48
<b>Tabla 11</b> <i>Ficha técnica de las muestras para la evaluación de la resistencia a la abrasión en el tejido de CO 100%</i> .....	49
<b>Tabla 12</b> <i>Resultados de la evaluación de resistencia a la abrasión en el tejido de CO 100%</i> . .....	50
<b>Tabla 13</b> <i>Ficha técnica para la evaluación de la resistencia a la abrasión en el tejido de mezcla CA/CO</i> .....	51
<b>Tabla 14</b> <i>Resultados de la evaluación de resistencia a la abrasión en el tejido de mezcla CA/CO 60/40%</i> .....	52
<b>Tabla 15</b> <i>Resultados obtenidos del análisis de resistencia al desgarro</i> .....	53
<b>Tabla 16</b> <i>Resultados obtenidos del análisis de resistencia a la abrasión</i> .....	54
<b>Tabla 17</b> <i>Resultado general de las de resistencia al desgarro y abrasión</i> .....	55
<b>Tabla 18</b> <i>Normalidad de datos</i> .....	56
<b>Tabla 19</b> <i>Análisis de la varianza</i> .....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Certificación de la composición.....	74
<b>Anexo 2.</b> Certificación de la composición.....	75
<b>Anexo 3.</b> Certificación de la composición.....	76
<b>Anexo 4.</b> Dinamómetro. ....	77
<b>Anexo 5.</b> Martindale .....	77
<b>Anexo 6.</b> Tejido Jersey CO 100%. ....	78
<b>Anexo 7.</b> Tejido Jersey CO/CA 55/45%.....	78
<b>Anexo 8.</b> Resultados de la muestra 1 CO100% en sentido de las columnas. ....	79
<b>Anexo 9.</b> Resultados de la muestra 1 CO 100% en sentido de las pasadas. ....	79
<b>Anexo 10.</b> Resultados de la muestra 2 CO100% en sentido de las columnas. ....	79
<b>Anexo 11.</b> Resultados de la muestra 2 CO 100% en sentido de las pasadas. ....	80
<b>Anexo 12.</b> Resultados de la muestra 3 CO100% en sentido de las columnas. ....	80
<b>Anexo 13.</b> Resultados de la muestra 3 CO 100% en sentido de las pasadas. ....	80
<b>Anexo 14.</b> Resultados de la muestra 1 CA/CO 60/40% en sentido de las columnas. ....	81
<b>Anexo 15.</b> Resultados de la muestra 1 CA/CO 60/40% en sentido de las pasadas. ....	81
<b>Anexo 16.</b> Resultados de la muestra 2 CA/CO 60/40% en sentido de las columnas. ....	81
<b>Anexo 17.</b> Resultados de la muestra 2 CA/CO 60/40% en sentido de las pasadas. ....	82
<b>Anexo 18.</b> Resultados de la muestra 3 CA/CO 60/40% en sentido de las columnas. ....	82
<b>Anexo 19.</b> Resultados de la muestra 3 CA/CO 60/40% en sentido de las pasadas. ....	82
<b>Anexo 20.</b> Resultados de la muestra 1 CA/CO 60/40%. ....	83
<b>Anexo 21.</b> Resultados de la muestra 2 CA/CO 60/40%. ....	83
<b>Anexo 22.</b> Resultados de la muestra 3 CA/CO 60/40%. ....	83
<b>Anexo 23.</b> Prueba de resistencia al desgarró CO100% .....	84
<b>Anexo 24.</b> Prueba de resistencia al desgarró CA/CO 60/40 %.....	84
<b>Anexo 25.</b> Prueba de resistencia a la abrasión CO100% .....	85
<b>Anexo 26.</b> Prueba de resistencia ala abrasión CA/CO 60/40% .....	85
<b>Anexo 27.</b> Certificado de laboratorio CTEX .....	86

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación consistió en realizar un análisis comparativo de las propiedades mecánicas como: resistencia al desgarró y abrasión entre los tejidos jersey de algodón 100% y una mezcla de cáñamo/algodón 60/40%; este estudio está enfocado en dar a conocer mediante datos verídicos la influencia del cáñamo en el comportamiento de los tejidos jersey en relación con las propiedades analizadas en el laboratorio, esto contribuirá a la industria textil con datos de nuevas alternativas de fibras poco conocidas.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un tejido jersey cáñamo/algodón 60/40% importado desde la República de China y otro de la importadora Portofino, de las cuales se tomó 3 muestras para cada tipo de análisis, dando así un total de 6 muestras por tejido.

Después de haber realizado la selección de muestras, se procedió al laboratorio para los ensayos en los equipos dinamómetro y martindale utilizando la norma ASTM-D2261 e ISO 12947-2 respectivamente, donde a través de las normas se detallan el número de probetas por muestras, las dimensiones de cada probeta y el acondicionamiento del ambiente en el cual se deben realizar las pruebas.

Los resultados obtenidos de los ensayos fueron tabulados y sometidos a un test de análisis de confiabilidad en el programa estadístico PAST 4, donde se observó que los datos tienen un ( $p > 0,05$ ), lo que indica que tienen un 95 % de confiabilidad y pueden ser sometidos a cualquier tipo de análisis estadístico.

Con referencia a los datos resultantes obtenidos del análisis comparativo de las propiedades de resistencia al desgarró y tracción, se determinó mediante la media aritmética y coeficiente de variación que, el tejido de mezcla cáñamo/algodón 60/40% tiene mejores resultados, en cuanto a la resistencia al desgarró de 93% de dirección de las columnas y de 65% en sentido de las pasadas, asimismo en los resultados de la resistencia a la abrasión se determinó que el tejido de mezcla es mejor en un 183% en relación a los resultados del tejido de algodón 100%.

**Palabras clave:** propiedades mecánicas, resistencia al desgarró, resistencia a la abrasión, algodón 100%, cáñamo/algodón 60/40%

## ABSTRACT

This research aimed to perform a comparative analysis of mechanical properties such as tear and abrasion resistance between 100% cotton jersey fabrics and a 60/40% hemp/cotton blend. This study was focused on spreading the influence of hemp on the behavior of jersey fabrics in relation to the properties analyzed in the laboratory. It will provide the textile industry with data on new little-known fiber alternatives.

A 60/40% hemp/cotton jersey fabric imported from China and another one from the Portofino Importer were used, from which 3 samples were taken for each type of analysis, summing a total of 6 tissue samples.

After the selection of the samples, the tests with the dynamometer and Martindale equipment were done, using the ASTM-D2261 and ISO 12947-2 standards respectively, where the number of test tubes per sample, the dimensions of each test tube and the conditioning of the environment in which the tests must be carried were detailed through the standards.

The results obtained from the trials were tabulated and subjected to a reliability analysis test in the PAST 4 statistical program. It was observed that the data had a ( $p > 0.05$ ), which indicated that they had 95% reliability and can be subjected to any type of statistical analysis.

Regarding the data obtained from the comparative analysis of tear and tensile strength properties, it was determined, by means of the arithmetic mean and coefficient of variation, that the 60/40% hemp/cotton blend fabric has better results in terms of tear resistance of 93% in the direction of the columns and 65% in the direction of the passed ones; in the same way, in the abrasion resistance results, it was determined that the blended fabric was 183% better in relation to the results of the 100% cotton fabric.

**Keywords:** mechanical properties, tear resistance, abrasion resistance, 100% cotton, 60/40% hemp/cotton.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del tema

El propósito del análisis de la resistencia al desgarro y tracción en los tejidos de punto, algodón 100% y cáñamo/algodón 55/45 fue determinar el grado de influencia de la fibra de cáñamo en las propiedades mecánicas del tejido, por lo que se realizó un testeo de muestras en los equipos dinamómetro y martindale.

Los tejidos utilizados para la investigación se obtuvieron en dos industrias, el tejido de mezcla se obtuvo desde la República de China mediante importación y el tejido de algodón 100% en la empresa PORTOFINO de Ecuador. Para el inicio del testeo se tomó 3 muestras de cada tejido según el análisis a realizar, seguidamente de cada muestra se procedió a sacar el número de probetas señaladas según la norma. En el ensayo de la resistencia al desgarro se utilizó la norma ASTM-D2261 que indica, que de cada muestra se debe tomar 5 probetas en sentido horizontal y 5 en sentido vertical, por lo cual el número de análisis por tejido fueron 30 para el dinamómetro. El ensayo de resistencia a la abrasión se realizó en el equipo martindale para el cual se utilizó la norma hizo 12,947-2, en la que indica que de cada muestra se debe tomar 3 probetas siendo el total de 9 por tejido en este equipo.

Una vez realizado los análisis se procedió a la evaluación de resultados utilizando herramientas estadísticas mediante las cuales podemos reflejar valores confiables sobre la influencia de cáñamo en los tejidos Jersey, permitiendo de esa manera que la industria textil tenga a su disposición datos reales sobre los beneficios mecánicos del tejido de punto mezclados con cáñamo/algodón.

## 1.2 Antecedentes

El *Cannabis sativa* L. *sativa* o “*Cannabis Sativa* Linnaceus”, más conocido como cáñamo industrial o hemp (en inglés), es una planta que mide hasta 6 metros de altura y de manera usual es cultivada para la producción de materia prima textil (Pino, 2019). La fibra de cannabis *Sativa* que actualmente se conoce como cáñamo industrial, debido al reconocimiento científico se diferenció a nivel industrial de sus homólogas, puesto que algunas familias de estas plantas producen componentes psicoactivos, los cuales son nocivos para la salud humana, mientras que el cáñamo contiene un porcentaje mínimo de dichas sustancias. Yangmei (2020) indica que en 1990 se denominó cáñamo industrial a la planta de cannabis *sativa* que se creía de mala calidad para la manufacturación de drogas, debido a que contiene menos del 0,3% de Tetrahidrocannabinol (THC) por porcentaje en peso de materia seca.

Por lo cual, en los últimos años la fibra de cáñamo ha resurgido, debido a que su producción se ha legalizado en varios países y entre ellos Ecuador, ya que el Ministerio de Agricultura de este país, el 19 de octubre del 2020 reguló la importación, cultivo, procesamiento, comercialización y exportación del cáñamo o cannabis no psicoactivo. Mediante el registro del acuerdo ministerial No. 109-2020 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020).

En tiempos pasados como en la actualidad, la fibra de cáñamo se utilizó en distintos productos textiles, con pequeñas diferencias en el proceso y así también como en el producto final, los cuales poseen distintas características físicas de los artículos y prendas, las que con el pasar del tiempo se han ido mejorando poco a poco, hasta hoy en día que se ha llegado a obtener una gran versatilidad en el enfoque y uso de la fibra. Villegas & González (2013) se refiere como la materia prima textil más ecológica, ya que no requiere químicos para su cultivo, y puede usarse para la manufactura de varios tipos de productos, desde suaves pijamas y delicados camisones hasta telas y cuerdas resistentes. Por lo cual, el gobierno chino pretende utilizar este material en los uniformes para militares, ya que ofrece un alto camuflaje, no despiden olores, resistente a ambientes naturales y económicamente rentable.

El cultivo de cáñamo propone un desarrollo sostenible y favorable tanto para el ambiente como también para la industria, además su fibra que se puede orientar a diversos tipos de textiles según el enfoque de su manufactura ya que tiene propiedades que la diferencian como: durabilidad,

longitud, resistencia a los rayos UV, moho, absorbencia y capacidad antimicrobiana (Patwary, 2012).

La fibra de cáñamo según Huárén bǎikē dāmá xiānwéi (s.f.) posee una longitud de 15 a 25mm y su finura es de 15 a 30 micrones, por lo cual, en virtud de sus excelentes propiedades, dicha materia prima ha sido explorada por algunas industrias textiles y más aún en el continente asiático que es el número uno de los más grandes productores de este tipo de materia prima.

Con respecto a las propiedades mecánicas más destacadas de la fibra de cáñamo y la escasa investigación de la misma, se puede decir que algunas de estas dotan a los artículos manufacturados de singulares características como: resistencia a la tracción y abrasión, los cuales proporcionan al tejido un mayor tiempo de vida útil que otros textiles. En cuanto a la durabilidad de la fibra o producto elaborado con este tipo de material, uno de los principales factores en el tejido plano es la resistencia a la tracción que presenta el sustrato, y si este se destina a tejeduría de punto será la resistencia al desgarre del material.

### **1.3 Importancia del estudio**

La industrialización del cáñamo fue poco explorada anteriormente debido a la falta de conocimiento de lo que este recurso puede ofrecer tanto al ambiente como la industria. Una de las razones fundamentales para el desarrollo de esta investigación es dar a conocer las propiedades mecánicas del cáñamo en mezclas con algodón en tejidos de punto.

El cáñamo es considerado una fibra muy versátil debido a sus favorables propiedades tal como lo indica TEJIDOS TEXTILES (s.f.) La fibra de tiene una amplia diferencia con la de algodón ya que, esta posee una mayor variación en su longitud, dureza, absorbencia, resistencia a: rayos ultravioletas, proliferación de bacterias y moho.

En la actualidad la industria textil no cuenta con datos precisos de resistencia al desgarro y a la abrasión de tejidos elaborados con fibra de cáñamo o en mezclas con algodón; entorno a este criterio, la presente investigación busca dar a conocer valores de referencia confiables de las propiedades mecánicas analizar.

En la industria textil, empresas dedicadas a la fabricación de prendas de vestir con tejidos de punto, no trabajan con la fibra de cáñamo; con este antecedente, la investigación propuesta

permitirá poner a disposición del sector textil, productores y consumidores, los beneficios mecánicos y textura de los tejidos de punto mezclados cáñamo/algodón.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Analizar comparativamente la resistencia al desgarro y abrasión en tejidos de punto jersey, cáñamo/algodón 55/45% y algodón 100%; para determinar el porcentaje de influencia de la fibra de cáñamo a las propiedades mecánicas del tejido de punto.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Recopilar información de las fibras de cáñamo, su proceso, propiedades y usos en la industria textil.
- Obtener valores de resistencia al desgarro y abrasión en muestras de tejidos de punto jersey cáñamo/algodón 55/45% y algodón 100%; mediante testeos en los equipos dinamómetro y martindale utilizando la norma ASTM-D2261:2017 y ISO 12947-2:2013
- Evaluar los resultados obtenidos en los dos tipos de tejidos; mediante un análisis comparativo, para determinar la influencia del cáñamo en las propiedades mecánicas del tejido punto.

## **1.5 Característica del sitio del proyecto**

El desarrollo de esta investigación se realizó en la ciudad Ibarra provincia de Imbabura, el cual radica en el análisis de las propiedades mecánicas de los tejidos en el laboratorio de la carrera Textiles de la Universidad Técnica del Norte en la ciudad de Ibarra - sector de Azaya, la cual cuenta con los recursos, maquinaria y tecnología necesaria para llevar a cabo las pruebas de resistencia al desgarro y abrasión en los equipos Dinamómetro y Martindale. Además, se decidió en este lugar debido a la disponibilidad que presentan estas instalaciones.



## CAPÍTULO II

### ESTADO DEL ARTE

#### 2.1 Estudios previos

A continuación, se mencionan investigaciones relacionadas a; las propiedades mecánicas de los tejidos de algodón y cáñamo, donde se expone datos relevantes sobre dichos tópicos expuestos.

##### *2.1.1 Tejidos de punto con fibras de cáñamo y mezclas con algodón*

Para el desarrollo de la investigación es importante mencionar estudios donde la fibra de cáñamo haya sido utilizada en algún tipo de textil, ya que en la actualidad estos tejidos pueden ser utilizados tanto en el género de punto, tejido plano o no tejidos.

La fibra de cáñamo debido a sus características puede ser utilizada para cualquier tipo de textil, ya sea este elástico, ligero y delgado o rústico, rígido y grueso. Por lo cual se considera una materia prima muy versátil en el campo textil, Aunque actualmente es poco conocida a nivel mundial, pero su mayor producción se encuentra en Asia y últimamente sea ha estado extendiendo hacia sus continentes vecinos por la versatilidad de tejidos y aparte el medio ambiente que puede ofrecer.

Uno de los tejidos más utilizados a nivel mundial es del tejido de punto ya que este tiene la característica de ser elástico debido a la disposición de mallas que conforman su estructura. El hilo de cáñamo al igual que el de otro material como el algodón es muy versátil para un sin número de estructuras de tejido como la mencionada anteriormente, pudiendo ser éstas por trama o urdimbre obteniendo así una gran variedad de diseños para distintos tipos de productos como: gorros, medias, bufandas, camisetas entre otros (Calderón Rojas, 2003).

La fibra de cáñamo al igual que otra materia prima textil puede ser utilizada en mezcla o 100% única, las mezclas más comunes de esta fibra son con: lana, algodón y lino. Por lo cual las posibilidades que generan las telas producidas con estas fibras son muy amplias pudiendo

fabricarse así desde mochilas rústicas hasta camisetas o distintos productos particularmente suaves al tacto.

### ***2.1.2 Usos del tejido de punto con fibras de cáñamo***

El tejido de punto posee una estructura muy flexible debido a la conformidad de su estructura mediante distintos tipos de mallas que pueden formar una gran variedad de texturas según la necesidad o enfoque del textil.

En la antigüedad según la literatura árabe se menciona que ellos utilizaban Tejidos de la fibra de cáñamo alrededor del siglo 16, en el cual se menciona que el producto tenido era de gran calidad y durabilidad, además de una curiosa afirmación de los mismos, en la cual indican que las prendas hechas por esta material facilitan la curación de heridas y ulceraciones, por lo cual años más tarde una autora de obras de medicina habla sobre este tema afirmando que las vendas fabricadas por cáñamo favorecen en la cicatrización y curación rápida debido a que estas contienen el calor que emanan dentro de ellas acelerando así el proceso de sanación (Lozano Cámara, 2017).

Los accesorios o productos textiles elaborados con la fibra de cáñamo tuvieron gran aceptación por la sociedad, el estudio realizado se basa en la creación de distintas piezas textiles artesanales a partir del cáñamo 100% y luego mediante un sondeo de encuestas conocer la respuesta del usuario a esta fibra no tan conocida, la primera impresión de las personas fue la curiosidad, debido a la amplia gama de cosas que ofrece este material, como: bolsos sombreros cinturones, calzados, gorros y bufandas. su respuesta fue en la gran mayoría la buena durabilidad de la prenda, así como también la comodidad y originalidad del mismo (Arroyave Zapata, 2016).

### ***2.1.3 Propiedades mecánicas de los tejidos de punto con fibras de cáñamo***

Las propiedades mecánicas más destacadas de la fibra de cáñamo y la escasa investigación de la misma, se puede decir que algunas de estas dotan a los artículos manufacturados de singulares características. Barrera (2021) menciona que las fibras de cáñamo son muy fuertes y en general su tejido es duradero debido a su alta resistencia a la abrasión y tracción. La ropa de cáñamo a menudo se puede usar durante mucho más tiempo que otros textiles. En cuanto a la durabilidad de la fibra o del tejido elaborado con este tipo de material, uno de los principales factores en el tejido plano es la resistencia a la tracción que presenta el sustrato si se destina a tejeduría de punto será la resistencia al desgarrar del material. Lo que se ha logrado conocer en cuanto a la resistencia a

tracción del tejido es a grandes rasgos, en consecuencia, mientras la fibra tiene mayor diámetro tendrá menos resistencia y si la fibra es de menor diámetro será más resistente.

Las propiedades mecánicas de los tejidos dependen según el tipo de materia prima y estructura como lo indica Lozano Cámara (2017) el cual menciona que las fibras naturales tienen menor resistencia a la tracción que las artificiales, pero entre estas naturales resaltan las de lino y cáñamo que tuvieron mayor demanda entre el siglo XI y XVII, entre las dos también existe diferencia según el tipo de ligamento utilizado en el tisaje de las telas por lo cual son muchos factores los que intervienen al momento de medir esta característica.

## **2.2 Marco conceptual**

Seguidamente se conceptualizará a las fibras de algodón, fibras de cáñamo, tejidos de punto, tejido de punto Jersey, resistencia al desgarro y la resistencia a la abrasión en estas fibras.

### ***2.2.1 Fibras de Algodón***

La fibra de algodón es una de las más conocidas a nivel mundial, es de origen vegetal sumamente versátil por lo cual es utilizada para la fabricación de diferentes tipos de productos como lo menciona Angulo Luna (2004) los tejidos de algodón se caracterizan por ser altamente suaves, frescos y cómodos, por lo cual es utilizada para la manufacturas de diversos artículos desde shorts, blusas, camisetas, bermudas, faldas, vestidos pantalones y chaquetas, hasta cortinas, sábanas y tapetes, entre otros.

#### **2.2.1.1 Características morfológicas y sistemáticas**

El algodón es una planta que data de hace miles de años atrás en diversos continentes, por lo cual sus características dependen del clima del país en cual sea cultivado. Este tipo de vegetal pertenece al género *Gossypium* (Córdoba, 2005).

Por lo cual, Martínez Ortega (2001) indica las especies más conocidas y cultivadas de algodón (*Gossypium*):

- *Gossypium arboreum* y *Gossypium herbaceum* y – Especies originarias de Europa, Asia y África.
- *Gossypium hirsutum* y *Gossypium barbadense* - Especies originarias de América.

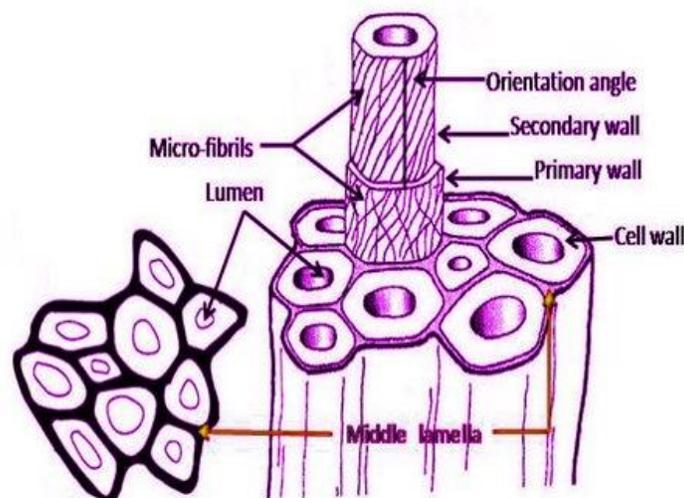
En estas variedades de algodón existen algunas características y parámetros que los diferencian de unas a otras como lo indica Córdoba (2005), Las especies Americanas (*Gossypium hirsutum*) son plantas de longitud media, sus fibras se distinguen por ser blancas, largas y finas, las del continente Asiático (*Gossypium arboreum*) son vegetales de mayor longitud, por lo cual en algunas regiones llegan a alcanzar los 2m de altura, se distinguen por su color amarillento, fibra corta y ser áspero al tacto y por último el (*Gossypium herbaceum*) de origen Africano considerado como el de mejor calidad debido a su fibra notablemente muy blanca, suave y larga.

### 2.2.1.2 Estructura de la fibra

La fibra de algodón mediante una visión transversal tiene la forma de una habichuela, la cual está compuesta de algunas partes como: cutícula, pared primaria, pared secundaria y Lumen, siendo este último el cual contiene los nutrientes necesarios para el desarrollo de la fibra (Peñañiel, 2011). En la **Figura 2**; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se indica la estructura de la fibra de algodón.

**Figura 2**

*Estructura de la fibra*

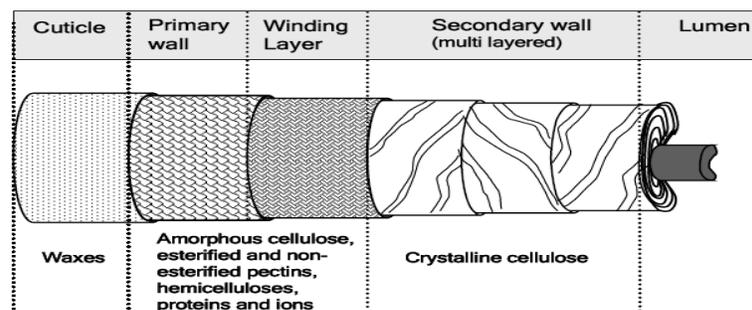


*Nota.* El gráfico describe las partes de la fibra de algodón. Tomado de (Textile Tutorials, 2017)

Cada una de las partes que conforman esta fibra son distintos segmentos fibrosos que van formando una serie de espirales que en ciertos puntos estos van cambiando de dirección, dando así lugar aún no mejor visualización de cada una de las capas, como lo podemos visualizar de mejor manera en la **Figura 3**.

**Figura 3**

*Estructura de la fibra en sentido transversal*



*Nota.* El gráfico describe las partes de la fibra de algodón mediante un enfoque transversal.

Tomado de (Islam Kiron, 2021)

### 2.2.1.3 Propiedades físicas

Jacobo Ochoa (2020) menciona que la fibra de algodón en la actualidad se considera la materia prima con mayor demanda a nivel mundial, ya que el tejido, tintura y confección de el mismo se da con mayor facilidad debido ciertas propiedades como:

- **Color:** generalmente se encuentran entre blanco y mantecoso según su lugar de procedencia.

- **Resistencia:** es la capacidad de la fibra de oponerse a la fuerza al ser sometida a una tensión ésta se expresa en g/tex considerándose la más débil la menor a 61g/tex y la más resistente la de más del 90g/tex, esta característica aumenta con la humedad en 20%.
- **Finura:** esta característica tiene relación directa con la suavidad del producto final, se mide en micronaire y varía entre 16 a 20 micras.
- **Higroscopicidad:** esto se refiere a la capacidad de la fibra de retener la humedad la cual a 21° C y 65% de humedad relativa absorbe de 7 a 8.5% de humedad.
- **Elongación:** Varía según la flexibilidad de la fibra ya que es el aumento en porcentaje sobre la longitud original de la fibra antes de estirarse la cual se encuentra entre 3 a 7%.
- **Alargamiento:** Mide el índice de resistencia que sufre la fibra hasta el punto de ruptura la cual varía entre el 5.2% hasta el 8%.
- **Longitud:** la fibra de algodón varía su longitud desde 25.14 mm considerados como fibras cortas hasta 32 mm como extralargas.

#### 2.2.1.4 Propiedades químicas

La composición química de la fibra de algodón se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Composición química de la fibra de algodón*

Componentes	Promedio	Límites
Celulosa	94,0	88,0 – 96,0
Agua	7	6 – 8
sales minerales (ceniza)	1,15	0,7 – 1,6
Pectina	1,2	0,7 – 1,2
Proteína	1,3	1,1 – 1,9
Cera	0,6	0,4 – 1,0
Azúcar total	0,2	0,1 – 0,3
pigmentos – motas	0,75	0,5 – 1,0

*Nota.* Esta tabla muestra la cantidad de cada componente químico de la fibra de algodón.

Tomado de (Limpe, 2018)

En la **Tabla 1** se puede observar los componentes de la fibra algodón, siendo el más destacado el porcentaje de celulosa debido a su origen vegetal (Limpe, 2018).

### ***2.2.2 Fibras de Cáñamo***

El cáñamo es una planta herbácea conocida desde hace 3000 años la cual se ha extendido por todo el mundo, la cual ha sufrido numerosas hibridaciones, siendo las más importantes: cannabis sativa sativa linnacius, cannabis sativa rudelaris y cannabis sativa indica, cada una de estas hibridaciones se diferencian de forma física y química, Por lo cual debido a sus características y propiedades, el cannabis sativa linnacius en 1753 se dio a conocer de forma científica por el botánico sueco C, Linneo, como cáñamo para uso industrial (Díaz Rojo, 2003).

El cannabis Sativa que actualmente se conoce como cáñamo industrial, mediante el reconocimiento científico se diferenció de sus homólogas, puesto que algunas familias de estas plantas producen componentes psicoactivos, los cuales son nocivos para la salud, mientras que el cáñamo contiene un porcentaje mínimo de dichas sustancias. Yangmei (2020) menciona que en 1990, para beneficiarse y eliminar las desventajas de estos, las variedades de cáñamo con un contenido de THC de menos del 0,3% (porcentaje en peso de materia seca) en la planta de cannabis se denominaron cáñamo industrial, por esa razón se considera sin valor para la manufacturación de drogas.

Por consiguiente, en los últimos años la fibra de cáñamo ha resurgido, debido a que su producción se ha legalizado en varios países y entre ellos Ecuador, en el mismo que mediante un acuerdo ministerial expedido por el Ministerio de Agricultura, se reguló la importación, cultivo, procesamiento, comercialización y exportación del cáñamo o cannabis no psicoactivo (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020).

El cáñamo propone un desarrollo sostenible y favorable tanto para el ambiente como para la industria, además se puede orientar a diversos tipos de textiles según el enfoque del consumidor, ya que tiene propiedades que la diferencian y la hacen particular a las demás fibras. Esta se

caracteriza por ser una de las más fuertes y duraderas entre las de origen vegetal, además sobresale en longitud, durabilidad, resistencia a los rayos UV, absorbencia, moho y propiedades antimicrobianas (Patwary, 2012).

Esta fibra bajo un enfoque físico y estético tiene mucha acogida, debido a su versatilidad presenta tejidos de buena caída, suaves y lustrosos, pero todo esto depende de la zona donde sea originario, si se cultiva en una región húmeda y fría la fibra tiende a ser más fina y si la zona es más cálida o seca está es más gruesa y rústica (Futura Farms, 2021).

Debido a la versatilidad que presenta esta fibra las posibilidades estéticas son maravillosas, teniendo la capacidad de verse rústica, tosca y al mismo tiempo moderna, sofisticada e innovadora, además debido a sus propiedades puede ser utilizada en tejidos finos como para la elaboración de gasas hasta tapicería y por su acción antimicrobiana puede ser utilizada en la fabricación de tejidos de uso médico o para deportistas, pero a causa de la falta de información no se ha aprovechado este recurso.

#### **2.2.2.1 Características morfológicas y sistemáticas**

El cáñamo es una planta que generalmente crece en climas templados entre los 13 y 22 °C, aunque también puede crecer en lugares con temperaturas más altas o bajas de las antes mencionadas según su tipo, por lo cual este proviene de diversos lugares, de los cuales actualmente los más conocidos son los siguientes, como lo indica TERREROS & CARVAJAL (2016)

- **China:** Cannabis Sativa Sativa Lin
- **La India:** Cannabis Indica
- **Rusia:** Cannabis Ruderalis

La diferencia entre estas especies aparte de su procedencia es su tipo de crecimiento, así como sus características físicas, estructura de fibra y las propiedades químicas que poseen cada una de ellas.

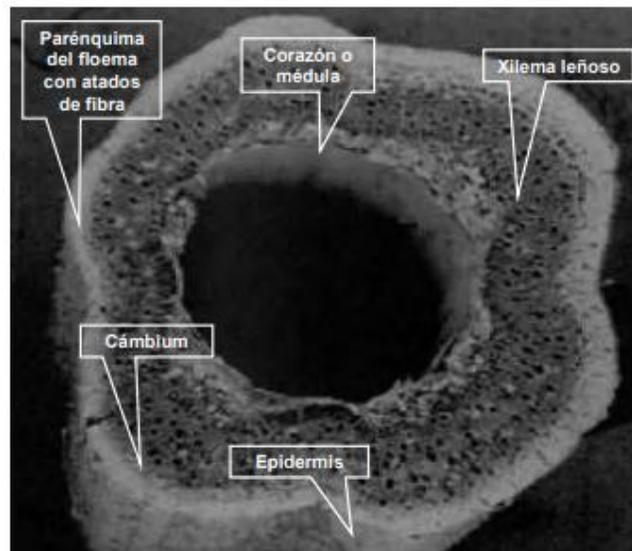
#### **2.2.2.2 Estructura de la fibra**

El cáñamo es una planta que está compuesta de un solo tallo recto, hueco y con algunas ramificaciones.

A continuación, en la **Figura 4** se observa el corte de un tallo de cáñamo y sus partes.

## Figura 4

*Vista de un corte del tallo de cañamo.*



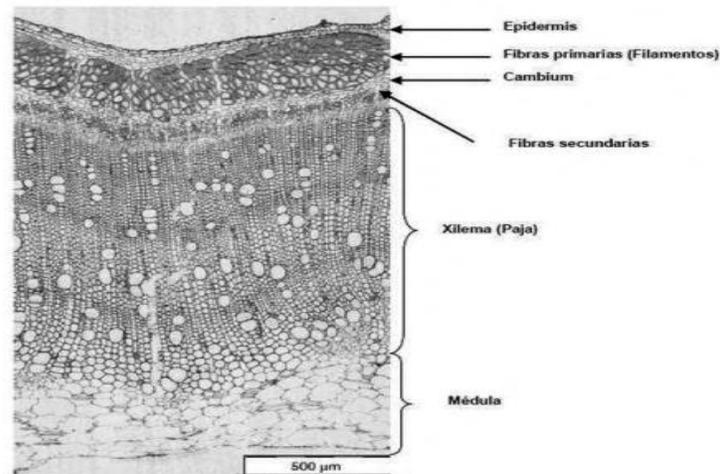
*Nota.* El gráfico describe las partes del tallo de cañamo. Tomado de (Fassio, Rodríguez, & Ceretta, 2013)

Esta planta puede crecer hasta 5 m de altura y su diámetro varía entre 10 a 60 mm, el tallo está compuesto de diferentes capas, siendo la primera la corteza y floema lo cual constituye entre el 30 y 35% de su peso y el 65 a 70% restante su núcleo leñoso.

A continuación, en la **Figura 5** se observa la estructura del tallo en sentido transversal.

## Figura 5

*Estructura de la sección transversal Tim bum del tallo.*



*Nota.* El gráfico describe las secciones del tallo del cañamo, mediante una vista transversal.

Tomado de (Fassio, Rodríguez, & Ceretta, 2013)

La longitud de fibra varía según la sección en donde se encuentren, las más largas se ubican en la parte primaria, estas pueden llegar a medir de 10 a 100 mm con un promedio de 20 a 40 mm y se caracterizan por tener mayor facilidad de blanqueo. Por el contrario, las secundarias son extremadamente cortas de que miden alrededor de 2 mm y finalmente las que se encuentran en el núcleo leñoso varían en una longitud de 0.5 a 0,55 mm (Fassio, Rodríguez, & Ceretta, 2013).

### 2.2.2.3 Propiedades físicas

Terreros & Carvajal (2016) mencionan las propiedades físicas que caracterizan a la fibra de cañamo industrial.

- **Resistencia a la rotura:** La capacidad de la fibra de someterse a una fuerza hasta el punto de rotura, 5 g/den.
- **Brillo:** Sedoso.

- **Color:** Este puede variar entre blanco y amarillento o café y verdoso según la calidad de la fibra.
- **Conductividad térmica:** Alta, ya que el tejido es más fresco en verano y cálido en invierno.
- **Resistencia:** Alta resistencia a la tracción.
- **Elasticidad:** Baja capacidad elástica.
- **Tenacidad:** Baja
- **Flexibilidad:** Buena
- **Longitud:** Fibra corta entre 20 a 25 mm y la fibra larga de 100 a 300 mm
- **Finura:** De 0.25 a 052 Tex.

#### 2.2.2.4 Propiedades químicas

Las propiedades químicas de la fibra de cáñamo son las que la caracterizan dotándole de una cierta singularidad debido a su composición, la cual se observa en la **Tabla 2** que se indica a continuación:

**Tabla 2**

*Composición química del cáñamo*

<b>Composición Química</b>	
Celulosa (%)	70 – 74
Hemicelulosa (%)	15 – 20
Lignina (%)	3,5 – 5,7
Pectinas (%)	0,8
Cera (%)	1,2 – 6,2
Ceniza (%)	0,8

*Nota.* La tabla muestra el porcentaje de cada componente químico de la fibra del algodón.

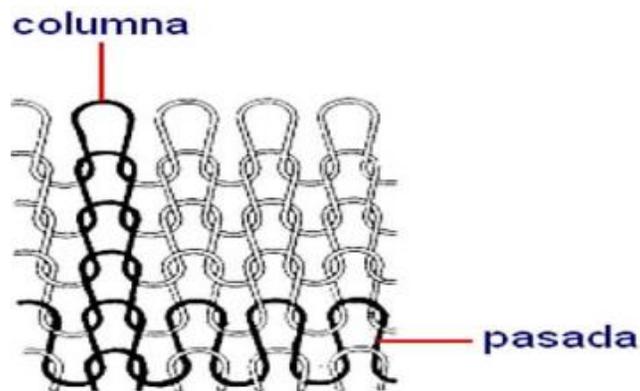
Tomado de (Serrano, 2022)

### 2.2.3 Tejido de Punto

El tejido de punto por lo general es más elástico, debido a su estructura de mallas entrelazadas entre sí, a partir de uno o más hilos, proporcionándole así mayor flexibilidad y adaptabilidad al movimiento del cuerpo (Ruiz Espinosa, 2013).

#### Figura 6

*Tejido de Punto*



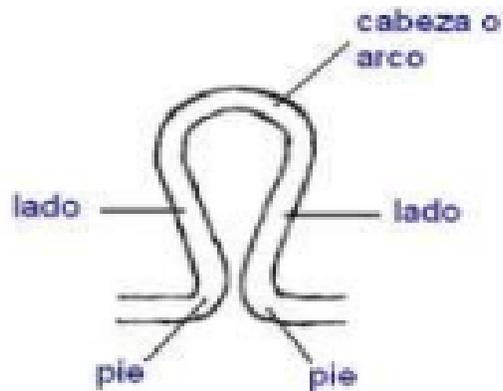
*Nota.* El gráfico indica las partes de la estructura de un tejido jersey. Tomado de (Ruiz Espinosa, 2013)

#### 2.2.3.1 Partes de una malla

Una malla es la base de la formación del tejido de punto, ya que este está compuesto por la unión de varias mallas formadas por un mismo hilo. Por lo cual a continuación, se indica las partes de la malla en la **Figura 7**.

## Figura 7

### Partes de una malla



*Nota.* El gráfico describe las partes que forman la malla de un tejido de punto. Tomado de (BENAVIDES , 2018)

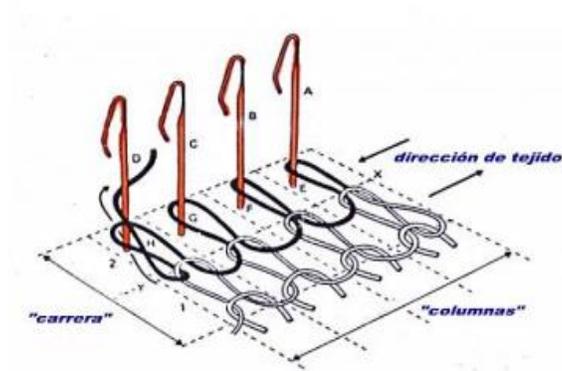
- **Cabeza o arco.** - Se encuentra en la parte superior de la malla dónde retiene al hilo.
- **Lado.** - Está compuesta de 2 lados de forma simétrica las cuales unen los arcos de cada malla con las entre mallas.
- **Pie.** - Es el punto de entrecruzamiento entre 2 mallas, las cuales también ayudan para determinar el derecho y el revés del tejido (BENAVIDES , 2018).

#### 2.2.3.2 Tipos de tejido de punto

- **Tejido de punto por trama:** Este tipo de tejido forma las mallas en dirección horizontal, mediante agujas adyacentes que realizan el tisaje en secuencia formando líneas horizontales, como se indica a continuación en la **Figura 8**.

## Figura 8

### Tejido de punto por trama

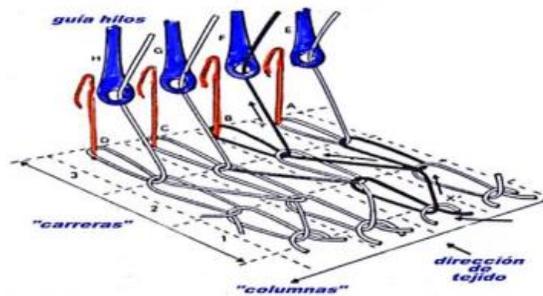


Nota. El gráfico indica como se forma un tejido de punto por trama. Tomado de (Villa, 2021)

- **Tejido de punto por urdimbre:** Se forma en sentido vertical, suministrando un hilo a cada una de las agujas por lo cual el número de hilos es igual a la cantidad de columnas que desea tener el tejido, como se observa en la **Figura 9**.

## Figura 9

### Tejido de punto por urdimbre



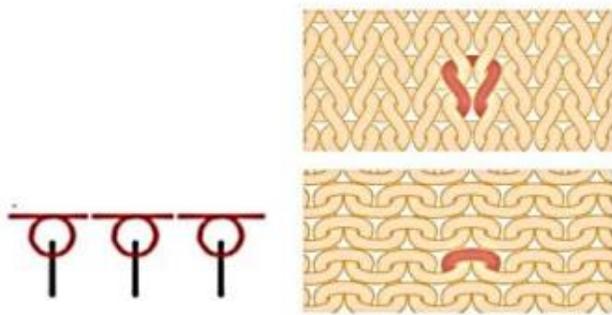
Nota. El grafico describe cómo se va formado un tejido de punto por urdimbre. Tomado de (Villa, 2021)

### 2.2.3.3 Tejido Jersey

Andrango (2018) indica que el tejido Jersey es un ligamento básico entre los géneros de punto, por lo cual es el más comercializado en la industria, la estructura básica se realiza con una sola fontura de agujas por lo cual es fácil de identificar el derecho y revés del mismo, una característica principal es que puede estirarse tanto como en sentido vertical y horizontal. A continuación, mediante la **Figura 10** se observa la estructura del tejido.

**Figura 10**

*Tejido de punto Jersey*



*Nota.* El gráfico indica como se observa la malla por el derecho y revés del tejido. Tomado de (Villa, 2021)

### 2.2.4 Resistencia al desgarro

El desgarro es una característica que se puede medir tanto en sentido longitudinal como transversal, esta propiedad varía según diversos factores, uno de ellos es el tipo de tejido, siendo los más débiles los tejidos de calada y los más resistentes los tejidos tricot (López-Amo Marín & Naik Kardile, 1976).

La resistencia de está varía de acuerdo con su grosor, una fibra con una longitud de diámetro de  $66\mu\text{m}$  (micrómetro) tiene una resistencia a la tracción de  $250\text{Mpa}$  y una fibra de  $4\mu\text{m}$  (micrómetro) posee una resistencia hasta de  $4200\text{Mpa}$  (Vivek, 2019)

### ***2.2.5 Resistencia a la abrasión***

La abrasión se define como el proceso de eliminar o desgastar la superficie de un sólido mediante fricción, esto se puede dar mediante el contacto físico de un sólido con otro sólido o de algún tipo de fluido abrasivo, comúnmente este proceso se realiza en materiales flexibles como los textiles (Aristizábal, 2014).

#### **2.2.5.1 Tipos de desgaste abrasivo**

El proceso de abrasión puede ser causado de distintas maneras, en las cuales pueden intervenir más de dos cuerpos, por lo cual a continuación se indican los tipos de abrasión:

- **Abrasión entre 2 cuerpos:** este proceso es causado por la superficie dura de uno de los cuerpos en contacto, este tipo de desgaste generalmente se puede observar cuando se utiliza una lija.
- **Abrasión entre 3 cuerpos:** existen 3 cuerpos en contacto de los cuales 2 se encuentran en movimiento y el tercero es el que provoca el desgaste, es decir este tercero tiene la libertad de deslizarse entre las 2 superficies provocando así la abrasión para los 2 cuerpos.

#### **2.2.5.2 Abrasión en los textiles**

La resistencia a la abrasión en los textiles depende de algunos factores como: tipo de fibra, dimensión, propiedades, estructura del hilo, estructura del tejido, tipos de acabado tanto como en los hilos, tejidos y prenda terminada. Este fenómeno se produce en las prendas de vestir, con mayor frecuencia en las zonas de rozamiento como: la entrepierna, axilas y codos, provocando así la aparición de pelusas o bolitas de fibras cortas (Carrera & Gallissà, 2015).

## **2.3 Marco legal**

### ***2.3.1 Norma "ISO 12947-2 Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos"***

El proceso de análisis de la resistencia a la abrasión de los tejidos de punto Jersey se realizó mediante la aplicación de la norma ISO 12947-2 Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método Martindale parte 2: Determinación de la ruptura de la probeta.

El principio del método de la norma se basa en el tratamiento de la muestra contra un tejido abrasivo, el mismo que producirá la rotura de la tela mediante un determinado número de frotamientos, los cuales serán registrados para la obtención de los resultados y determinación de las conclusiones

### ***2.3.2 Norma "ASTM-D2261 Desgarro de la tela. Método de lengüeta"***

Para determinar la resistencia al desgarro en los tejidos de punto Jersey, en el testeo de las muestras se aplicó la norma ASTM-D2261 "Desgarro de la tela. Método de lengüeta"

Este método consiste en realizar una prueba estándar de resistencia al desgarramiento de un tejido de punto mediante el procedimiento de una rasgadura simple. La máquina que se utiliza para esta clase de ensayo es una máquina de tracción tipo CRE.

Este tipo de ensayo es utilizado en la mayoría de los tejidos como son: telas de bolsa de aire, mantas, telas de seda, telas de pelo, tejidos de punto, no tejidos entre otros. El ensayo se puede realizar con muestras secas o húmedas mediante la aplicación de la norma ya que ésta proporciona instrucciones para cada una de ellas.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo de investigación

En el presente estudio se aplicó un tipo de investigación exploratoria, debido a que no existen datos anteriores donde se analicen de forma comparativa la resistencia al desgarro y abrasión en tejidos de punto jersey de mezcla de cáñamo/algodón 55/45% con otro de algodón 100%, en los cuales se determinen las ventajas o desventajas que genera dicha mezcla.

Para el desarrollo de la investigación fue necesaria la obtención de un tejido de mezcla cáñamo algodón, el cual se obtuvo de la fábrica Guangzhou NTG Textile Co., Ltd., de la República de China. Por lo cual al realizar el pedido del material se solicitó a la empresa una ficha técnica del producto, en esta documentación se puede encontrar características como: peso, composición, anchura, gramaje, etc. Pero debido a la formalidad del trabajo investigativo se procedió a la realización de un análisis de laboratorio para conocer la composición exacta del material, por lo cual mediante el resultado de estas pruebas se logró conocer que la composición real del tejido es de 60.3 % de cáñamo y 39.7% de algodón como se indica en el **Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3.**

- **Investigación exploratoria**

La investigación exploratoria se encarga de crear una hipótesis de problemas o temas que no eran tomados en cuenta o fueron poco estudiados en el pasado, lo cual impulsa a desarrollar un estudio buscando establecer bases más profundas sobre la temática analizada y obtener una conclusión sobre la misma.

Se conocen dos técnicas de investigación exploratoria, una de ellas es la indagación primaria, la cual obtiene los datos o información sobre la temática mediante entrevistas a expertos sobre el tema o a posibles beneficiarios de los productos o servicios estudiados y la secundaria

consiste en la revisión documental mediante fuentes literarias que permiten obtener una visión más profunda sobre el tema tratado (Morales, 2015).

### **3.2 Método de investigación**

Durante el desarrollo de la investigación, primero se realizó la recolección de datos e información en fuentes confiables para un buen progreso de la investigación. Posteriormente se aplicó un método experimental para la obtención de valores mediante el análisis de la resistencia al desgarro y abrasión en los equipos dinamómetro y martindale utilizando las normas ASTM-D2261 y ISO 12947-2 respectivamente.

- **Método experimental**

La investigación experimental consiste en manipular las variables del estudio para poner a prueba una hipótesis o las relaciones causales de problema. Esto consiste en hacer cambiar una variable o cuerpo mediante condiciones controladas con el fin de observar el efecto que produce o causa la situación o procedimiento particular al cual fue sometido el cuerpo a estudiar (Marradi, 2013).

- **Método comparativo**

El método comparativo es un tipo de investigación utilizado desde la antigüedad donde se establecen las relaciones entre 2 o más variables, para la utilización de este método es importante trabajar juntamente con otros tipos de investigación como es el método experimental y el estadístico con el objetivo de verificar una hipótesis de forma eficaz estableciendo semejanzas y diferencias e incluso buscar la obtención de posibles mejoras (Dieter, 2020).

### **3.3 Técnicas de investigación**

La técnica utilizada para el desarrollo de esta investigación fue la recopilación de información en fuentes bibliográficas de tópicos relacionados a la fibra del cáñamo, algodón, así como también de sus propiedades mecánicas en tejidos de punto, todo esto con el fin de tener un buen sustento teórico de dichos temas. En cuanto a los ensayos de resistencia al desgarro y abrasión se utilizaron las normas técnicas correspondientes para efectuar dichas pruebas y para su posterior

análisis se utilizaron técnicas y herramientas estadísticas, con el fin de determinar y dar un veredicto conciso expresado en las conclusiones de la investigación.

### 3.4 Instrumentos

En el proceso del desarrollo de la parte práctica se utilizaron algunos materiales y equipos de laboratorio que se muestran a continuación en la **Tabla 3**.

**Tabla 3**

*Instrumentos*

<b>Equipos</b>	<b>Características</b>
Dinamómetro Marca: James Heal Modelo: Titan5 Universal Strength Tester	Este equipo es utilizado para medir la resistencia, alargamiento a la rotura, elongación, desgarré, compresión, relajación de estrés, flexión en tejido, hilos, zippers, piel o materiales geotextiles, etc. En el <b>Anexo 4</b> se presenta la fotografía del equipo.
Martindale Marca: James Heal Modelo: Midi-Martindale	Es un equipo que se utiliza para medir la resistencia a la abrasión de un tejido u otro material mediante el proceso de fricciones repetidas con otro material abrasivo produciendo la descomposición de la estructura del tejido, hilos, fibra o el cambio de apariencia y color. En el <b>Anexo 5</b> presenta la fotografía del equipo

*Nota.* La tabla muestra los equipos utilizados en los análisis de laboratorio. Fuente: Autor.

### 3.5 Caracterización del tejido

El tejido se caracterizó mediante diversas pruebas como: la densidad sometiéndolo a la contabilización de las pasadas y columnas, título (Ne), masa por unidad de área (peso) y porcentaje de composición, como lo indica la **Tabla 4** y el género textil se caracteriza como:

- Tejido de punto
- Ligamento jersey

**Tabla 4**

*Materiales*

<b>Materiales</b>	<b>Densidad</b>	<b>Título (Ne)</b>	<b>Gramaje</b>	<b>Composición</b>
Sustrato textil 1	C 26 P 47	20 Ne	186g/m <sup>2</sup>	100% CO
Sustrato textil 2	C 24 P 43	18 Ne	195g/m <sup>2</sup>	60/40% CA/CO

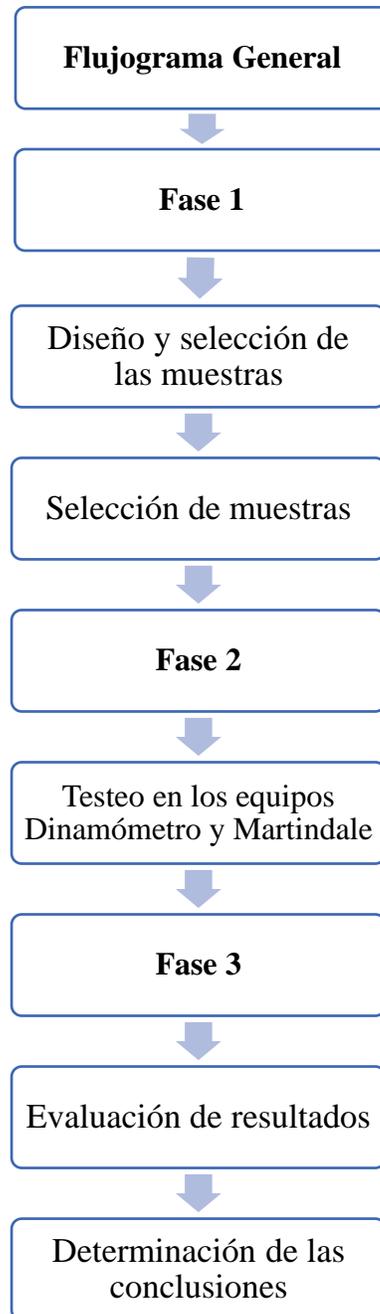
*Nota.* La tabla describe la caracterización de los materiales. Fuente: Autor.

### 3.6 Flujograma general

En la **Figura 11** se indica como se desarrolló la parte práctica de la investigación la cual se realizó en tres fases; la primera consiste en la selección de los dos tejidos de punto jersey; un tejido de mezcla cáñamo/algodón 60/40% y un tejido de algodón 100%. La segunda abarca el análisis de las muestras en los equipos Dinamómetro y Martindale correspondientemente, para la obtención de valores de resistencia al desgarro y abrasión. Y, la tercera evalúa los resultados obtenidos mediante un análisis comparativo utilizando técnicas estadísticas y con ello determina las conclusiones.

**Figura 11**

*Flujograma general*



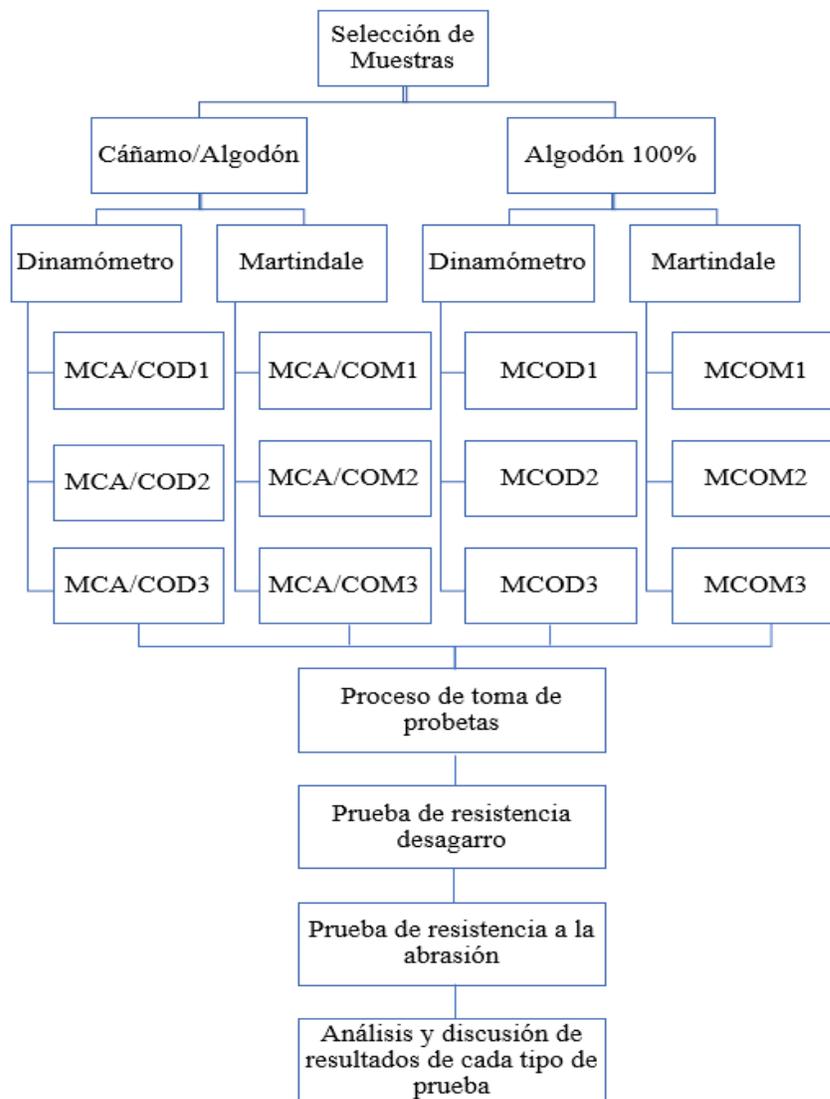
*Nota.* El gráfico muestra las fases del proceso. Fuente: Autor

### 3.7 Flujograma muestral

En la siguiente **Figura 12** se representa el flujograma de muestras y su codificación según la composición del tejido y el tipo de equipo a utilizar en el testeo.

**Figura 12**

*Flujograma muestral*



*Nota.* El gráfico indica la selección y codificación de las muestras. Fuente: Autor.

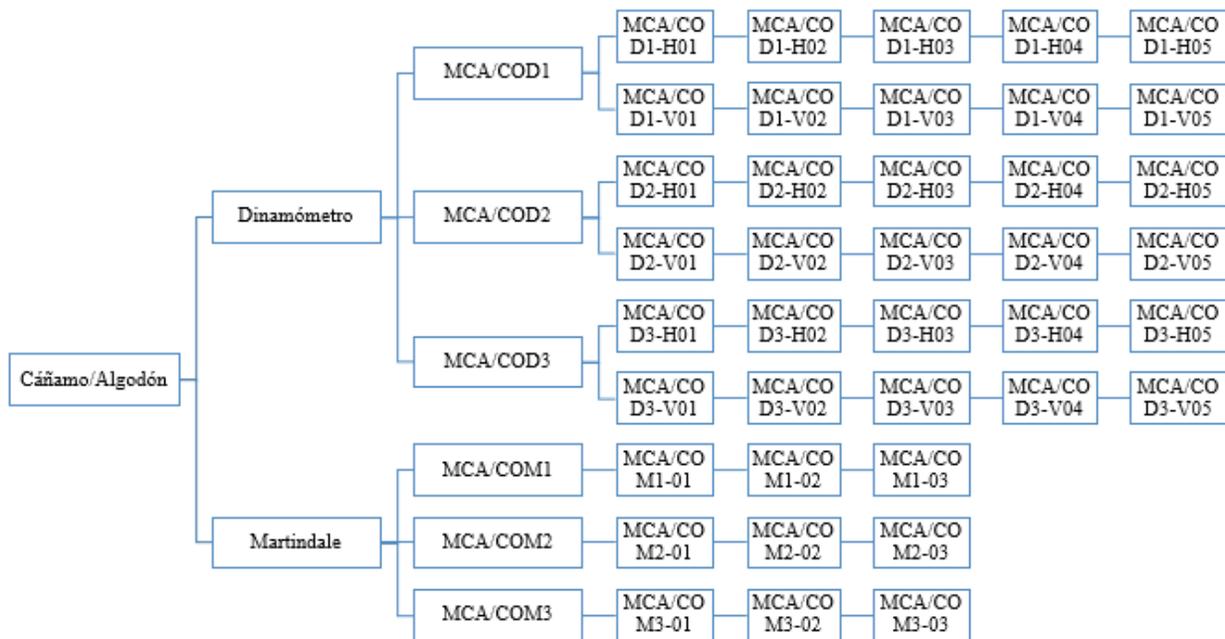
### 3.8 Selección de la muestra

#### 3.8.1 Selección de muestras y probetas del tejido de mezcla

En la **Figura 13** se observa la selección de muestras y probetas del tejido de mezcla cáñamo/algodón 55/45, su codificación según el equipo a utilizar en el análisis.

**Figura 13**

*Selección de muestras y probetas tejido cáñamo/algodón 55/45*



*Nota.* El gráfico describe la codificación de las probetas del tejido de cáñamo/algodón 60/40.

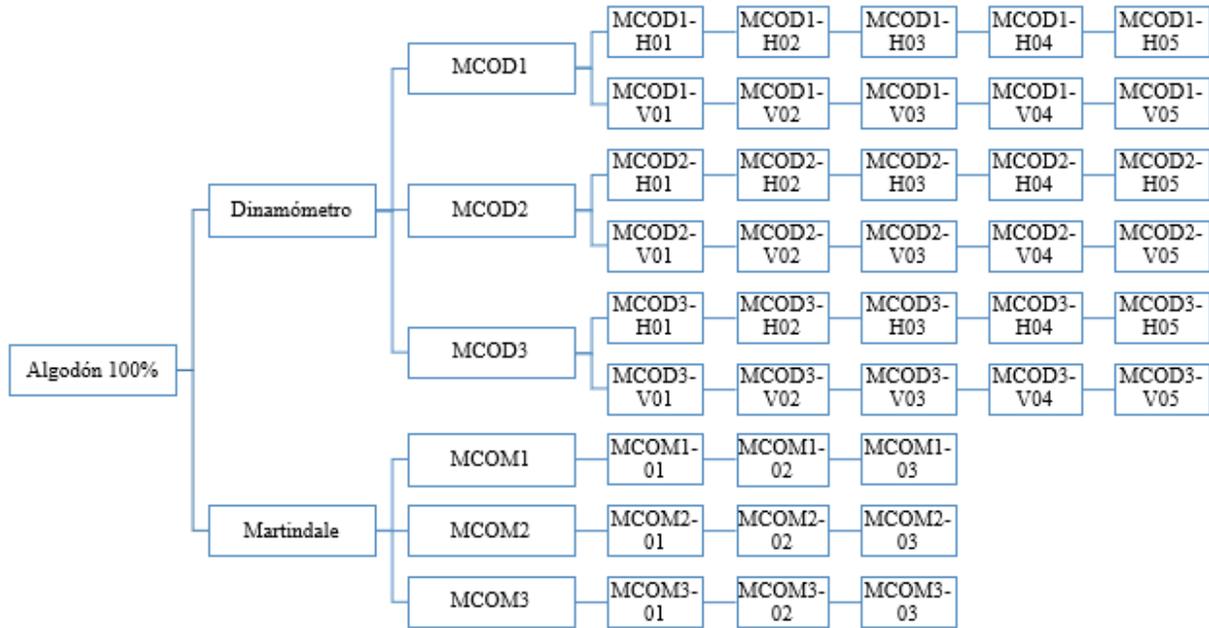
Fuente: Autor.

### 3.8.2 Selección de muestras y probetas del tejido de algodón 100%

La siguiente **Figura 14** se observa la selección de muestras y probetas del tejido de algodón 100%, su codificación según el equipo a utilizar en el análisis.

**Figura 14**

*Selección de muestras y probetas de algodón 100%*



*Nota.* El gráfico describe la codificación de las probetas del tejido de algodón 100%. Fuente:

Autor.

### 3.9 Metodología de campo

En esta investigación se evaluó la resistencia al desgarre y abrasión en los tejidos cáñamo/algodón 55/45% y algodón 100%. La cual dio inicio con la indagación de nuevos materiales textiles naturales para contrarrestar los efectos de la contaminación ambiental, en donde se encontró que una buena alternativa es el uso de la fibra de cáñamo para fabricar artículos textiles.

Las propiedades para evaluar son la resistencia al desgarro y abrasión, siendo características muy importantes en los géneros textiles, por lo cual usó las siguientes normas: ASTM-D2261 para resistencia al desgarro, ISO 12947-2 para resistencia a la abrasión; posteriormente, se tabularon y analizaron los resultados obtenidos en el testeo de las muestras en el laboratorio. Para la evaluación de los valores obtenidos se utilizaron técnicas y herramientas estadísticas, de tendencia central y de dispersión como son la media aritmética y el coeficiente de variación respectivamente, en base a lo cual se establecieron las conclusiones y recomendaciones.

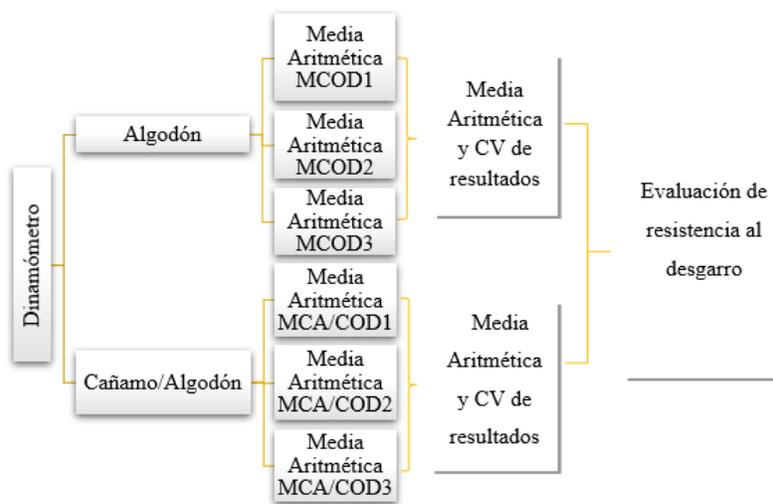
### 3.9.1 Análisis de resistencia al desgarro

Para el análisis de la resistencia al desgarro se utilizarán herramientas de estadísticas como son: media aritmética y coeficiente de variación, mediante la cual podemos determinar el resultado de los valores obtenidos el testeo de las muestras.

En la **Figura 15** se representa la manera en la que se evalúan las muestras obtenidas del dinamómetro de la resistencia al desgarro.

**Figura 15**

*Evaluación de resistencia al desgarro*



*Nota.* el grafico describe el modelo de evaluación de resistencias al desgarro. Fuente: Autor.

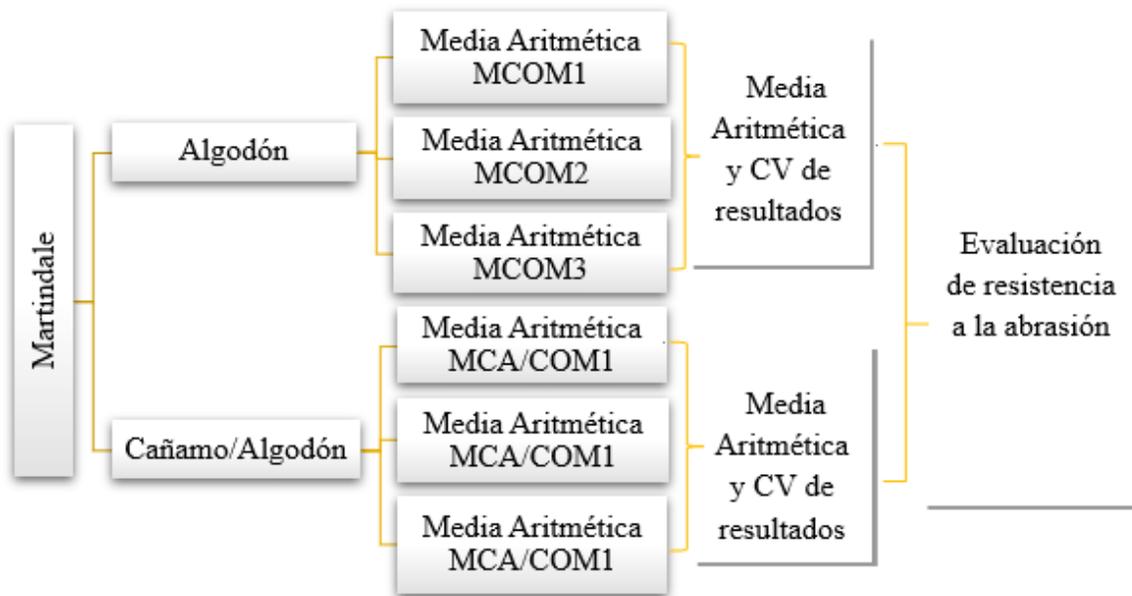
### 3.9.2 Análisis de resistencia a la abrasión

Después de obtener los valores del análisis de las muestras en el Martindale se procede a evaluar los datos obtenidos mediante el uso d herramienta de estadísticas, Esta evaluación se realizó en 2 procesos, en el cual en el primer paso se utilizó la media aritmética y en el segundo paso para la obtención de resultados se utilizó el coeficiente de variación.

En la siguiente **Figura 16** muestra la evaluación de los valores obtenidos en las pruebas de resistencia a la abrasión en el equipo Martindale.

**Figura 16**

*Evaluación de resistencia a la abrasión*



*Nota.* El gráfico describe el modelo de evaluación de los resultados de las pruebas de resistencia a la abrasión. Fuente: Autor.

### 3.9.3 Evaluación de resultados

Con la obtención de los datos anteriores se procede una evaluación final de las características en conjunto, para la determinación cuál de los materiales tiene mejores propiedades mecánicas según las pruebas realizadas.

**Figura 17**

*Evaluación de resistencia al desgarre y abrasión*



*Nota.* El gráfico describe el modelo de evaluación final. Fuente: Autor.

### 3.10 Métodos y técnicas estadísticas utilizadas

Para la evaluación de los resultados que se obtuvieron de las distintas pruebas realizadas en la investigación se utilizó los métodos descriptivo y comparativo. Mediante estos métodos se logró la mayor comprensión de todo el proceso del análisis, pruebas de resistencia al desgarre y resistencia a la abrasión. Para luego proceder al análisis comparativo de todos los datos que fueron resultados de las pruebas desarrolladas en el proceso de testeo de muestras.

### 3.11 Preparación de muestras para los ensayos en los equipos de laboratorio

#### 3.11.1 Procedimiento de la prueba de resistencia al desgarro

La prueba de laboratorio de resistencia al desgarro se desarrolló según la norma ASTM-D2261, la cual indica el tamaño de la probeta que es de 20cm x 7,5cm con un corte de 7,5cm  $\pm$  1 mm en el centro del lado de 7,5cm, el número de probetas es de 5 especímenes en dirección de la máquina y 5 en dirección transversal, temperatura 21  $\pm$  1 ° C y humedad 65% de relatividad que debe encontrarse el ambiente para el desarrollo del ensayo.

- Obtención de probetas

#### Figura 18

*Corte de probetas*



*Nota.* El gráfico muestra la obtención de probetas. Fuente: Autor.

- Preparación del equipo con elementos especificados en la norma.

## Figura 19

### *Preparación del equipo*



*Nota.* El gráfico muestra el equipo de laboratorio - Dinamómetro. Fuente: Autor.

- Selección de la norma e ingreso de datos al equipo.

## Figura 20

### *Ingreso de datos al equipo*



*Nota.* El gráfico indica la selección de la norma e ingreso de datos. Fuente: Autor.

- Colocación de la probeta.

## Figura 21

*Colocación y ajuste de la probeta*



*Nota.* El gráfico muestra el posicionamiento de la probeta en el equipo. Fuente: Autor.

- Confirmación de inicio del ensayo.

## Figura 22

*Botón de confirmación de inicio*



*Nota.* El gráfico indica el botón de inicio del dinamómetro. Fuente: Autor.

### ***3.11.2 Procedimiento de la prueba de resistencia a la abrasión***

Para el desarrollo de los ensayos de laboratorio se utilizó la norma ISO 12947-2:1998, la cual especifica la masa de carga según el tipo de tejido a analizar, las dimensiones de la probeta que son de 38,0 mm de diámetro, el número de probetas que se recomienda (3) y las condiciones ambientales para el ensayo las cuales deben ser de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2$  y una humedad relativa de  $65\% \pm 2\%$ .

- Selección de troqueles y pesas

### **Figura 23**

*Troqueles para testigos y probetas*



*Nota.* En el gráfico se observa los equipos para la evaluación de análisis de resistencia ala abrasión. Fuente: Autor.

- Troquelado de los testigos

## Figura 24

### *Troquelado de testigos del martindale*



*Nota.* El gráfico muestra el troquelado en tejido de lino para testigo de frotación. Fuente: Autor.

- Preparación de los tambores del equipo

## Figura 25

### *Colocación de los testigos*



*Nota.* En el gráfico se visualiza el equipamiento del equipo martindale. Fuente: Autor.

- Corte de probetas

### **Figura 26**

*Obtención de probetas en base a la norma*



*Nota.* El gráfico indica el sacado de probetas para el equipo martindale. Fuente: Autor.

- Corte de la esponja base.

### **Figura 27**

*Troquelado de la esponja base de la probeta*



*Nota.* En el grafico se observa el troquelado de la esponja base de la muestra. Fuente: Autor

- Incorporación de la probeta y esponja en el armazón de ensayo.

### **Figura 28**

*Incorporación de la probeta en el armazón*



*Nota.* En el gráfico se aprecia las partes del armazón. Fuente: Autor

- Fijación del armazón.

### **Figura 29**

*Fijación de la probeta*



*Nota.* El gráfico indica la adaptación de la probeta con el armazón. Fuente: Autor

- Preparación de la pesa seleccionada 9KPa para vestuario de uso doméstico.

### **Figura 30**

*Probeta lista para ubicación en el equipo*



*Nota.* El grafico indica la adaptación de la probeta con la pesa. Fuente: Autor.

- Incorporación de todos los elementos preparados al equipo.

### **Figura 31**

*Probetas incorporadas en el equipo*



*Nota.* En el gráfico se observa el equipo martindale en actividad. Fuente: Autor.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados

Se exponen los diferentes resultados obtenidos de acuerdo con las normativas utilizadas en las pruebas de resistencia al desgarro y abrasión, cada muestra resultante de las distintas pruebas y posteriormente se hace la comparación de los valores obtenidos. De igual manera, por medio del programa estadístico PAST 4 se utilizó el análisis para verificar la confiabilidad de los datos que se obtuvieron en los ensayos y se detalla el análisis de cada uno de los mismos mediante tablas y gráficos

##### *4.1.1 Resistencia al desgarro del tejido de algodón 100%*

En lo que corresponde a la evaluación de la resistencia al desgarro se utilizaron dos tejidos jersey con diferentes características, lo cual permite el análisis comparativo que se busca con el desarrollo de esta investigación.

En la tabla que se presenta a continuación se da conocer los datos técnicos del tejido, especificaciones de los equipos y la norma a utilizar. Seguidamente se presentan 2 tablas de resultados de cada una de las muestras, indicando los valores obtenidos en los ensayos, una indica los datos en sentido de las columnas y otra en sentido de las pasadas del tejido, incorporando a ello datos estadísticos que serán utilizados para el análisis final.

En la **Tabla 5** se muestra los datos técnicos para el análisis de resistencia al desgarro del tejido del algodón 100%.

**Tabla 5**

*Ficha informativa para la evaluación de la resistencia al desgarre en el tejido de CO 100%*

<b>FECHA DEL ENSAYO</b>	2022-07-07	
<b>ENSAYO SOLICITADO</b>	Determinación de la resistencia al desgarre	
<b>NORMA UTILIZADA</b>	ASTM-D2261 Desgarro de la tela. Método de lengüeta	
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
MCOD	Algodón 100%	2 metros
<b>EQUIPO</b>	– Dinamómetro: james heal. Modelo: titán 5.	
<b>ESPECIFICACIONES</b>	– Separación de mordazas: 75,00mm	
	– Velocidad: 50,00mm/min	
	– Pretensión: 0 50n	
	– Extensión: 150 mm	
	– Número de probetas: 10 por muestra (5 en sentido de columnas y 5 sentido de pasadas del tejido)	
	– Dimensión de probetas: 75mm x 200mm	

*Nota.* La tabla indica la descripción de la norma, muestra y equipo para el ensayo. Fuente: Autor.

En las siguientes tablas se observan los resultados obtenidos de los ensayos realizados al tejido de algodón 100%, para los cuales se utilizaron tres muestras con sus respectivas probetas.

En la **Tabla 6** se observa los resultados del análisis de la resistencia a la abrasión de las muestras en sentido de las columnas de las mallas o sentido de la máquina.

**Tabla 6**

*Resultados de la evaluación de la resistencia al desgarro en sentido de las columnas del tejido en algodón 100%*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
<b>Dirección de columnas del tejido</b>			
<b>Nº</b>	<b>Código de muestra</b>	<b>5 picos más altos (N)</b>	<b>Pico único (N)</b>
1	MCOD1	17.36	17.76
2	MCOD2	16.83	17.13
3	MCOD3	17.06	17.52
<b>Media Aritmética</b>		<b>17.08</b>	<b>17.47</b>
<b>CV</b>		<b>1,6%</b>	<b>1,8%</b>

*Nota.* La tabla muestra los resultados del análisis de resistencia al desgarro de las muestras en dirección de las columnas. Fuente: Autor

En la **Tabla 6** se describe los resultados obtenidos del estudio de dinamometría que se realizó a las muestras del tejido de 100% algodón en dirección de sus columnas, en donde se expone el número y código asignado a cada muestra, las 5 medidas más altas (picos) expresados en Newtons (N) y el pico único siendo esta la medición más alta que arrojó el dinamómetro. Al pie de la tabla se da a conocer la media aritmética de los valores obtenidos y el coeficiente de variación, que aportan un análisis estadístico que posteriormente será útil al realizar un análisis comparativo con los resultados de la muestra del tejido de cáñamo/algodón. La codificación que se observa para cada muestra se describe a continuación: **MCOD**: muestra de algodón dinamómetro 1,2,3 respectivamente.

Los resultados obtenidos del análisis de resistencia al desgarro en las muestras de algodón 100% de las probetas en el sentido de las pasadas, se observan a continuación en la siguiente

**Tabla 7.**

**Tabla 7**

*Resultados de la evaluación de la resistencia al desgarro en sentido de las pasadas del tejido en algodón 100%*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
<b>Dirección de pasadas del tejido</b>			
<b>Nº</b>	<b>Código de muestra</b>	<b>5 picos más altos (N)</b>	<b>Pico único (N)</b>
1	MCOD1	15.82	16.32
2	MCOD2	15.79	16.51
3	MCOD3	16.96	17.38
<b>Media Aritmética</b>		<b>16.19</b>	<b>16.73</b>
<b>CV</b>		<b>4,1%</b>	<b>3,4%</b>

*Nota.* La tabla muestra los resultados del análisis de resistencia al desgarro de las muestras en dirección de las pasadas del tejido. Fuente: Autor

En la **Tabla 7** se describen los resultados obtenidos del estudio de dinamometría que se realizó a las muestras del tejido de algodón 100% en dirección de las pasadas, en donde se expone el número y código asignado a cada muestra, las 5 medidas más altas (picos) expresadas en Newtons (N) y el pico único siendo esta la medición más alta que arrojó el dinamómetro. Al pie de la tabla se da a conocer la media aritmética de los valores obtenidos y el coeficiente de variación, que aportan un análisis estadístico que posteriormente se utilizara en el análisis comparativo con los resultados de la muestra del tejido de cáñamo/algodón. La codificación que se observa para cada muestra se describe a continuación: **MCOD**: muestra de algodón dinamómetro 1,2,3 respectivamente.

#### **4.1.2 Resistencia al desgarro del tejido de cáñamo/algodón 60/40%**

En la **Tabla 8** se muestra los datos técnicos del tejido de cáñamo/algodón para el análisis de resistencia al desgarro.

**Tabla 8**

*Ficha técnica de las muestras para la evaluación de la resistencia al desgarre en el tejido de mezcla CA/CO*

<b>FECHA DEL ENSAYO</b>	2022-07-07
<b>ENSAYO SOLICITADO</b>	Determinación de la resistencia al desgarre
<b>NORMA UTILIZADA</b>	ASTM-D2261 Desgarro de la tela. Método de lengüeta

<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
MCOD	Cáñamo/Algodón 60/40%	2 metros

**EQUIPO**

- Dinamómetro: james heal. Modelo: titán 5.

**ESPECIFICACIONES**

- Separación de mordazas: 75,00mm
- Velocidad: 50,00mm/min
- Pretensión: 0 50n
- Extensión: 150 mm
- Número de probetas: 10 por muestra (5 en sentido de columnas y 5 sentido de pasadas del tejido)
- Dimensión de probetas: 75mm x 200mm

*Nota.* La tabla describe la norma, tejido y equipo utilizados para los ensayos. Fuente: Autor.

En la **Tabla 9** se muestran los valores obtenidos en las pruebas de resistencia al desgarro que se realizaron al tejido de mezcla cáñamo/algodón 60/40%, además se indican los datos estadísticos obtenidos como resultados de dichas evaluaciones

A continuación, en **Tabla 9** se indican los resultados del análisis de dinamometría de las muestras en sentido de columnas de malla o sentido de máquina.

**Tabla 9**

*Resultados de la evaluación de la resistencia al desgarre en sentido de las columnas del tejido en CA/CO 60/40%*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
<b>Dirección de columnas del tejido</b>			
<b>Nº</b>	<b>código de muestra</b>	<b>5 picos más altos (N)</b>	<b>Pico único (N)</b>
1	MCA/COD1	32.69	34.06
2	MCA/COD2	33.21	34.24
3	MCA/COD3	33.04	34.49
<b>Media aritmética</b>		<b>32.98</b>	<b>34.26</b>
<b>CV</b>		<b>0,8%</b>	<b>0,6%</b>

*Nota.* La tabla indica la descripción de resultados de las muestras de mezcla en sentido de columnas. Fuente: Autor.

Mediante la **Tabla 9** puede apreciar los resultados obtenidos del estudio de dinamometría que se realizó a las muestras del tejido de cáñamo/algodón 60/40% en dirección de las columnas, en donde se expone el número y código asignado a cada muestra, las 5 medidas más altas (picos) expresadas en Newtons (N) y el pico único siendo esta la medición más alta que arrojó el dinamómetro. Al pie de la tabla se da a conocer la media aritmética de los valores obtenidos y el coeficiente de variación, que aportan un análisis estadístico que posteriormente será útil al realizar un análisis comparativo con los resultados de la muestra del tejido de algodón. La codificación que se observa para cada muestra se describe a continuación: **MCA/COD**: muestra de algodón dinamómetro 1,2,3 respectivamente.

A continuación, se muestra la **Tabla 10** los resultados obtenidos en los ensayos de las muestras de CA/CO 60/40%, indicando los resultados de los análisis en sentido de las pasadas del tejido.

**Tabla 10**

*Resultados de la evaluación de la resistencia al desgarre en sentido de las pasadas del tejido en CA/CO 60/40%*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>			
<b>Dirección de pasadas del tejido</b>			
<b>Nº</b>	<b>código de muestra</b>	<b>5 picos más altos (N)</b>	<b>Pico único (N)</b>
1	MCA/COD1	27.49	28.29
2	MCA/COD2	28.47	29.7
3	MCA/COD3	24.3	24.85
<b>Medio Aritmética</b>		<b>26.75</b>	<b>27.61</b>
<b>CV</b>		<b>8,2%</b>	<b>9%</b>

*Nota.* La tabla indica la descripción de resultados de las muestras de mezcla en sentido de las pasadas del tejido. Fuente: Autor

En la **Tabla 10** indica los resultados obtenidos del estudio de dinamometría que se realizó a las muestras del tejido de cáñamo/algodón 60/40% en dirección de las pasadas, en donde se menciona el número y código asignado a cada muestra, las 5 medidas más altas (picos) expresadas en Newtons(N) y el pico único siendo esta la medición más alta que arrojó el dinamómetro. Al pie de la tabla se da a conocer la media aritmética de los valores obtenidos y el coeficiente de variación, que aportan un análisis estadístico que posteriormente será útil al realizar un análisis comparativo con los resultados de la muestra del tejido de algodón. La codificación que se observa para cada muestra se describe a continuación: **MCA/COD**: muestra de algodón dinamómetro 1,2,3 respectivamente.

#### **4.1.3 Resistencia a la abrasión del tejido de algodón 100%**

En la **Tabla 11** se muestra los datos técnicos de la muestra uno para el análisis de resistencia a la abrasión.

**Tabla 11**

*Ficha técnica de las muestras para la evaluación de la resistencia a la abrasión en el tejido de CO 100%*

<b>FECHA INICIO DEL ENSAYO</b>	07-07-2022	
<b>FECHA FIN DEL ENSAYO</b>	15-07-2022	
<b>ENSAYO SOLICITADO</b>	Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método Martindale parte 2: Determinación de la ruptura de la probeta	
<b>NORMA UTILIZADA</b>	ISO 12947-2 Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos	
<b>CÓDIGO DE MUESTRAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
MC0M1		
MC0M2	Algodón 100%	3
MC0M3		
<b>EQUIPO</b>	Martindale: midi-martindale	
<b>ESPECIFICACIONES</b>	Número de probetas: 3	
	Material: CO 100%	
	Masa abrasiva: 9KPa	
	Dimensión de la Probeta: 38mm de diámetro.	

*Nota.* La tabla muestra la descripción de la norma, tejido y equipos para los ensayos. Fuente:

Autor.

A continuación, se presenta la **Tabla 12** con los datos del análisis de resistencia a la abrasión del tejido de algodón 100%

**Tabla 12***Resultados de la evaluación de resistencia a la abrasión en el tejido de CO 100%*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>		
<b>Nº</b>	<b>código de muestra</b>	<b>Ciclos</b>
1	MCOM1	18000
2	MCOM2	17000
3	MCOM3	20000
<b>Media Aritmética</b>		<b>18333</b>
<b>CV</b>		<b>8,3%</b>

*Nota.* La tabla describe los resultados de cada muestra del análisis de resistencia a la abrasión del tejido de CO100%. Fuente: Autor

En la **Tabla 12** se indica los resultados obtenidos del estudio de abrasión en el martindale, que se realizó a las muestras del tejido de 100% algodón, menciona el número y código asignado a cada muestra y las medidas expresadas en ciclos. Al pie de la tabla se da a conocer la media aritmética de los valores obtenidos y el coeficiente de variación, que aportan un análisis estadístico el cual posteriormente para un análisis comparativo con los resultados de la muestra del tejido de cáñamo/algodón. La codificación que se observa para cada muestra se describe a continuación: **MCOM**: muestra de algodón Martindale 1,2,3 respectivamente.

#### **4.1.4 Resistencia a la abrasión del tejido de cáñamo/algodón 60/40%**

En la **Tabla 13** se indica la ficha técnica de ensayo de la resistencia a la abrasión del tejido de mezcla cáñamo/algodón 60/40%, además se indican datos como: el ensayo solicitado, la norma utilizada, el equipo y las especificaciones, así también como la fecha de inicio y fin del ensayo.

**Tabla 13**

*Ficha técnica para la evaluación de la resistencia a la abrasión en el tejido de mezcla CA/CO*

<b>FECHA INICIO DEL ENSAYO</b>	01-06-2022	
<b>FECHA FIN DEL ENSAYO</b>	17-06-2022	
<b>ENSAYO SOLICITADO</b>	Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método Martindale parte 2: Determinación de la ruptura de la probeta	
<b>NORMA UTILIZADA</b>	ISO 12947-2 Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos	
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
MCA/C0M1		
MCA/C0M2	Cáñamo/algodón 60/40%	3
MCA/C0M3		
<b>EQUIPO</b>	Martindale: Midi-Martindale	
<b>ESPECIFICACIONES</b>	número de probetas: 3	
	material: CA/CO 60/40%	
	Masa abrasiva: 9KPa	
	Dimensión de la Probeta: 38mm de diámetro.	

*Nota.* La tabla muestra la descripción de norma, tejido y equipo para el ensayo. Fuente: Autor.

De la misma manera presenta a continuación en la **Tabla 14** los valores obtenidos al realizar los ensayos de resistencia a la abrasión del tejido jersey de mezcla.

**Tabla 14***Resultados de la evaluación de resistencia a la abrasión en el tejido de mezcla CA/CO 60/40%*

<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>		
<b>Nº</b>	<b>código de muestra</b>	<b>Ciclos</b>
1	MCA/COM1	50000
2	MCA/COM2	56000
3	MCA/COM3	47000
<b>Media Aritmética</b>		<b>51000</b>
<b>CV</b>		<b>9%</b>

*Nota.* La tabla describe los resultados de cada muestra del análisis de resistencia a la abrasión del tejido de mezcla. Fuente: Autor

Mediante la **Tabla 14** se puede observar los resultados obtenidos del estudio de abrasión en el martindale, que se realizó a las muestras del tejido de cáñamo/algodón 60/40%, menciona el número y código asignado a cada muestra y las medidas expresadas en ciclos. Al pie de la tabla se da a conocer la media aritmética de los valores obtenidos y el coeficiente de variación, que aportan un análisis estadístico el cual posteriormente para un análisis comparativo con los resultados de la muestra del tejido de algodón. La codificación que se observa para cada muestra se describe a continuación: **MCA/COM**: muestra de algodón Martindale 1,2,3 respectivamente.

## **4.2 Discusión o análisis de resultados**

### **4.2.1 Evaluación de resistencia al desgarró**

En la **Tabla 15** se detallan los resultados obtenidos después de realizar las pruebas de resistencia al desgarró en los dos tejidos en base a la norma ASTM D2261, con el fin de conocer la muestra que presenta mejor resistencia en sentido de las columnas y las pasadas del tejido.

**Tabla 15***Resultados obtenidos del análisis de resistencia al desgarro*

N°	Resultados de la resistencia al desgarro			
	DC		DP	
	CO100%	CA/CO60/40%	CO100%	CA/CO60/40%
1	17.36	32.69	15.82	27.49
2	16.83	33.21	15.79	28.47
3	17.06	33.04	16.96	24.3
$\bar{X}$	25.03		21.47	
CV	34,8%		27,8%	

*Nota.* La tabla describe los resultados de manera general del análisis de resistencia al desgarro.

Fuente: Autor.

En la **Tabla 15** se observan los valores obtenidos del estudio de dinamometría y el análisis comparativo entre los tejidos de CO100% y CA/CO 60/40%, mediante la media aritmética que indica el promedio de los resultados en relación con la dirección de columnas y pasadas del tejido y el coeficiente de variación que señala la dispersión entre los datos resultantes de las muestras, así mismo según la dirección de la estructura del textil.

Las abreviaturas se describen a continuación: **DC:** dirección de columnas, **DP:** dirección de pasadas, **CO100%:** algodón 100%, **CA/CO 60/40%:** cáñamo/algodón mezcla al 60/40%,  $\bar{X}$ : media aritmética, **CV:** coeficiente de variación.

#### **4.2.2 Evaluación de resistencia a la abrasión**

En la **Tabla 16** se detallan los resultados obtenidos del análisis de resistencia a la abrasión de los tipos de tejidos analizados en base a la norma ISO 12947-2:1998, donde se puede apreciar el valor obtenido del promedio de las probetas de cada una de las muestras.

**Tabla 16***Resultados obtenidos del análisis de resistencia a la abrasión*

N°	RESULTADOS OBTENIDOS	
	CO100%	CA/CO 60/40%
1	18000	50000
2	17000	56000
3	20000	47000
$\bar{x}$		34667
CV		52,4%

*Nota.* La tabla describe de forma general los resultados de las evaluaciones de resistencia a la abrasión. Fuente: Autor.

En la **Tabla 16** se describen los valores obtenidos del estudio de abrasión en el equipo martindale y el análisis comparativo entre los tejidos de CO100% y CA/CO 60/40%, mediante la media aritmética que indica el promedio de los resultados y el coeficiente de variación que señala la dispersión entre los datos obtenidos en el testeo de las muestras. Las abreviaturas que se describen a continuación: **CO100%**: algodón 100%, **CA/CO60/40%**: cáñamo/algodón con mezcla de 60/40%, media aritmética, **CV**: coeficiente de variación.

#### **4.2.3 Evaluación de resistencia al desgarre y abrasión**

En la **Tabla 17** se da conocer de forma general los valores obtenidos en todos los ensayos realizados, donde se puede apreciar el número de muestras y cada una de las variables que se utilizaron para los análisis. Cada dato que se encuentra en esta tabla es un valor promedio de los resultados de las probetas de cada muestra.

**Tabla 17***Resultado general de las de resistencia al desgarro y abrasión*

N°	<b>PDCO100%- DC (N)</b>	<b>PDCO100%- DP(N)</b>	<b>PDCACO60/40%- DC(N)</b>	<b>PDCACO60/40%- DP(N)</b>	<b>PMCO100% (Ciclos)</b>	<b>PMCA/CO60/40% (Ciclos)</b>
1	17.362	15.82	32.69	27.49	18000	50000
2	16.826	15.792	33.21	28.47	17000	56000
3	17.058	16.956	33.04	24.3	20000	47000

*Nota.* Tabla de descripción de resultados general. Fuente: Autor.

En la **Tabla 17** se observan algunas abreviaturas que se describen a continuación: **PDCO100%-DC (N)**: Prueba del dinamómetro en algodón 100% - Dirección de columnas, medida en Newtons (N), **PDCO100%-DP**: Prueba del dinamómetro en algodón 100% - Dirección de pasadas, , medida en Newtons (N), **PDCA/CO60/40%-DC**: Prueba del dinamómetro en cáñamo/algodón 60/40% - Dirección de columnas, medida en Newtons (N), **PDCA/CO60/40%-DP**: Prueba del dinamómetro en cáñamo/algodón 60/40% - Dirección de pasadas. , medida en Newtons (N), **PMCO100%**: Prueba del martindale en algodón 100%, medida en ciclos, **PMCA/CO60/40%**: prueba del martindale en cáñamo/algodón 60/40%, medida en ciclos.

### 4.3 Análisis de resultados

#### 4.3.1 Normalidad de datos

Para este análisis se consideraron los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia al desgarro y abrasión, dando conocer solo el promedio de los valores. Estos datos estadísticos se utilizaron para determinar el grado de influencia de la composición en los tejidos estudiados.

A continuación, se indican los resultados obtenidos del análisis de confiabilidad de resistencia al desgarro, donde se evaluaron 3 muestras, tanto del tejido de mezcla y el tejido de 100% algodón, este estudio se lo hace con el afán de demostrar que los procedimientos tomados para la realización de la investigación fueron los más correctos, adecuados y oportunos.

**Tabla 18***Normalidad de datos*

	PDC0100%-DC	PDC0100%-DP	PDCACO60/40%-DC	PDCACO60/40%-DP	PMCO100%	PMCA/CO60/40%
<b>N</b>	3	3	3	3	3	3
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0.994	0.768	0.9616	0.9144	0.9643	0.9643
<b>p(normal)</b>	0.8522	0.04026	0.6233	0.4329	0.6369	0.6369
<b>Anderson-Darling A</b>	0.1962	0.4647	0.2327	0.287	0.2296	0.2296
<b>p(normal)</b>	0.5995	0.06876	0.4752	0.3073	0.4867	0.4867
<b>p(Monte Carlo)</b>	0.8517	0.0385	0.6199	0.4315	0.6408	0.6307
<b>Lilliefors L</b>	0.2022	0.3776	0.2562	0.2989	0.253	0.253
<b>p(normal)</b>	0.9078	0.1028	0.6332	0.3874	0.652	0.652
<b>p(Monte Carlo)</b>	0.8483	0.038	0.6245	0.4317	0.636	0.6375
<b>Jarque-Bera JB</b>	0.2945	0.5303	0.359	0.4324	0.3541	0.3541
<b>p(normal)</b>	0.8631	0.7671	0.8357	0.8056	0.8377	0.8377
<b>p(Monte Carlo)</b>	0.8507	0.0409	0.6229	0.4332	0.6315	0.6356

*Nota.* Tabla de descripción del análisis de confiabilidad. Fuente: Autor.

En la **Tabla 18** se observa el nivel de confianza de los valores obtenidos en los ensayos, indicando que si la (Pnormal) es mayor 0.05 tiene una confiabilidad del 95%, por lo cual los datos presentados son aprobados por Anderson-Darling A, Lilliefors L y Jarque-Bera JB, demostrando así que los expuestos son aptos el análisis estadístico.

#### **4.3.2 Análisis de la varianza**

Este análisis se realizó en el programa Past 4, obteniendo los datos que se darán a conocer en la **Tabla 19**, dónde se encuentran los resultados de forma general en base a los distintos tipos de tejidos utilizados en los ensayos de resistencia al desgarre y a abrasión.

**Tabla 19***Análisis de la varianza*

	PDC0100%-DC	PDC0100%-DP	PDCACO60/40%-	PDCACO60/40%-	PMCO100%	PMCA/CO60/40%
<b>N</b>	3	3	3	3	3	3
<b>Min</b>	16.826	15.792	32.69	24.3	17000	47000
<b>Max</b>	17.362	16.956	33.21	28.47	20000	56000
<b>Sum</b>	51.246	48.568	98.94	80.26	55000	153000
<b>Mean</b>	17.082	16.18933	32.98	26.75333	18333.33	51000
<b>Std. error</b>	0.1551945	0.3834185	0.1530795	1.258866	881.9171	2645.751
<b>Variance</b>	0.072256	0.4410293	0.0703	4.754233	2333333	2.1E07
<b>Stand. dev</b>	0.2688048	0.6641004	0.2651415	2.18042	1527.525	4582.576
<b>Median</b>	17.058	15.82	33.04	27.49	18000	50000
<b>25 prntil</b>	16.826	15.792	32.69	24.3	17000	47000
<b>75 prntil</b>	17.362	16.956	33.21	28.47	20000	56000
<b>Skewness</b>	0.3985758	1.728588	-0.9661768	-1.346807	0.9352195	0.9352195
<b>Kurtosis</b>	-2.333333	-2.333333	-2.333333	-2.333333	-2.333333	-2.333333
<b>Geom. mean</b>	17.08059	16.18039	32.97929	26.69251	18291.55	50864.95
<b>Coeff. var</b>	1.573614	4.102086	0.8039462	8.150089	8.331956	8.985443

*Nota.* Tabla de descripción estadística de los resultados. Fuente: Autor.

En la **Tabla 19** hace una estadística descriptiva de todos los datos obtenidos del análisis realizado a cada una de las muestras, mediante las siguientes especificaciones:

- **N:** representa en número de muestras analizadas para tipo de ensayo.
- **Min:** indica el valor mínimo que se obtiene de cada tipo de análisis.
- **Max:** manifiesta el valor máximo obtenido en cada tipo de análisis de cada una de las muestras.
- **Mean:** expresa la media obtenida de los resultados presentados de cada tipo de análisis.
- **Std. Error:** el error estándar muestra la desviación de los datos de la media de cada población analizada.
- **Coeff. Var:** esta medida estadística permite conocer la dispersión de los conjuntos de datos de las distintas poblaciones analizadas.

Además, se puede apreciar la media, máximo, mínimo, error estándar y coeficiente de variación entre otros datos estadísticos los cuales fueron obtenidos de los resultados de las 12 muestras analizadas.

En el error estándar de las pruebas de resistencia a la tracción en las muestras en sentido de las pasadas del tejido de CA/CO 60/40% es de 1.258 N lo que indica la dispersión de datos más amplia que se obtuvo de las muestras de resistencia al desgarro y en sentido de las columnas de la tela de CA/CO 60/40% se aprecia un valor de 0.1530N la mínima disgregación de los resultados analizados.

En el coeficiente de variación indica la dispersión de los datos en porcentaje, en el cual mediante la tabla se puede apreciar los valores que se encuentra entre los resultados del análisis de resistencia a la abrasión de los dos tejidos es bastante similar, demostrando así que los datos analizados tienen una dispersión semejante con respecto a su media.

#### **4.3.3 Formas de representación estadística de los resultados**

Se presentan varios diseños gráficos para indicar los valores obtenidos en los análisis y así interpretarlos mediante una estadística descriptiva.

- **Graph (resultados de resistencia al desgarro)**

A continuación, se presenta la **Figura 32** en la cual se aprecia un gráfico en líneas analizando los datos obtenidos en la prueba de resistencia al desgarro. Los valores que se encuentran en el eje X representan el número de muestras analizadas las cuales en este caso son 3 y los valores que se reflejan en el eje Y son pertenecientes a la fuerza en Newtons (N) en las cuales se rompieron cada muestra.

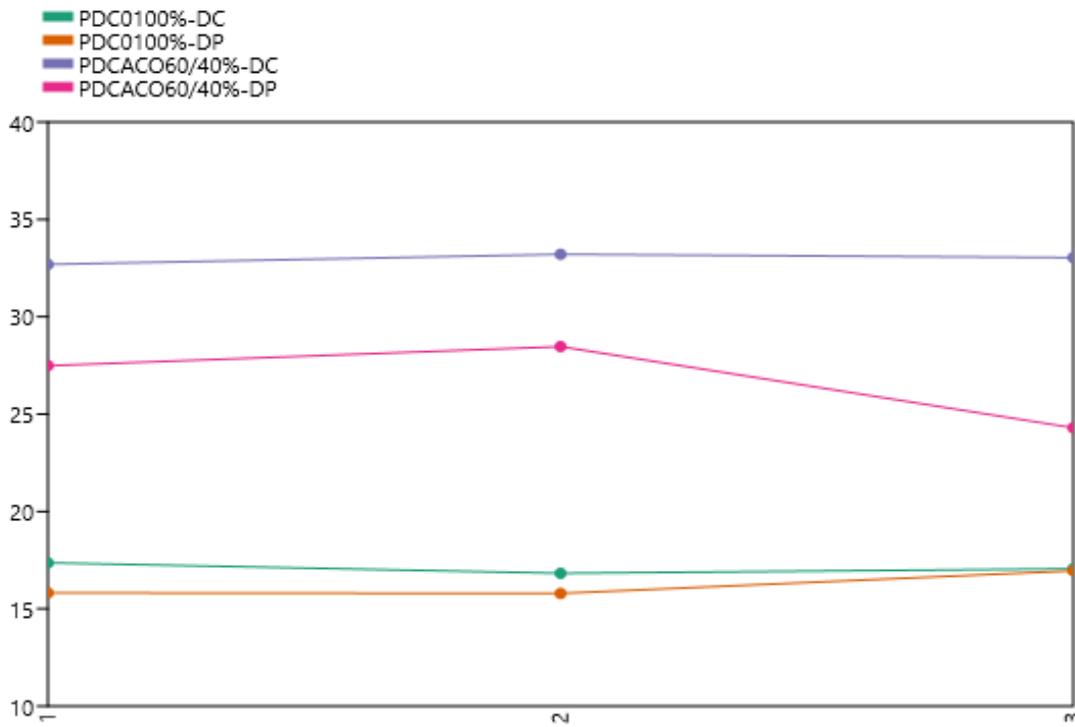
En el siguiente gráfico se puede apreciar la diferencia de valores que existen entre las muestras de CO 100% y de CA/CO 60/40%, debido a que las muestras de algodón 100% se rompieron entre un rango de 15 y 20 N y las muestras del tejido de mezcla alcanzaron entre los 20 y 35 N.

En la imagen se puede observar que las muestras analizadas en dirección de las columnas de cada tejido tienen una mayor resistencia al desgarro, ya que las muestras en dirección de las pasadas reflejan valores menores, otra perspectiva que se puede analizar en el gráfico es que las

muestras del tejido de algodón 100% en ambas direcciones no tienen una amplia variación de datos porque, en la muestra 3 de este tejido en ambas direcciones llegan a unirse las líneas, es decir el tejido se rompió en la misma fuerza aplicada, a diferencia del tejido de Cáñamo/Algodón 60/40% tienen una mayor separación de datos de las muestras en sentido de columnas y en dirección de las pasadas, lo cual de forma más clara se puede apreciar la gran diferencia de datos en la muestra 3.

**Figura 32**

*Gráfico graph de los resultados del análisis de resistencia al desgarro*



*Nota.* La gráfica indica la Interpretación de los resultados mediante un modelo graph de Past4.

Fuente: Autor.

En la **Figura 32** se observan algunas abreviaturas las cuales se detallan a continuación:  
**PDCO100%-DC:** Prueba del dinamómetro en algodón 100% - Dirección de columnas,  
**PDCO100%-DP:** Prueba del dinamómetro en algodón 100% - Dirección de pasadas,  
**PDCA/CO60/40%-DC:** Prueba del dinamómetro en cáñamo/algodón 60/40% - Dirección de columnas,  
**PDCA/CO60/40%-DP:** Prueba del dinamómetro en cáñamo/algodón 60/40% - Dirección de pasadas.

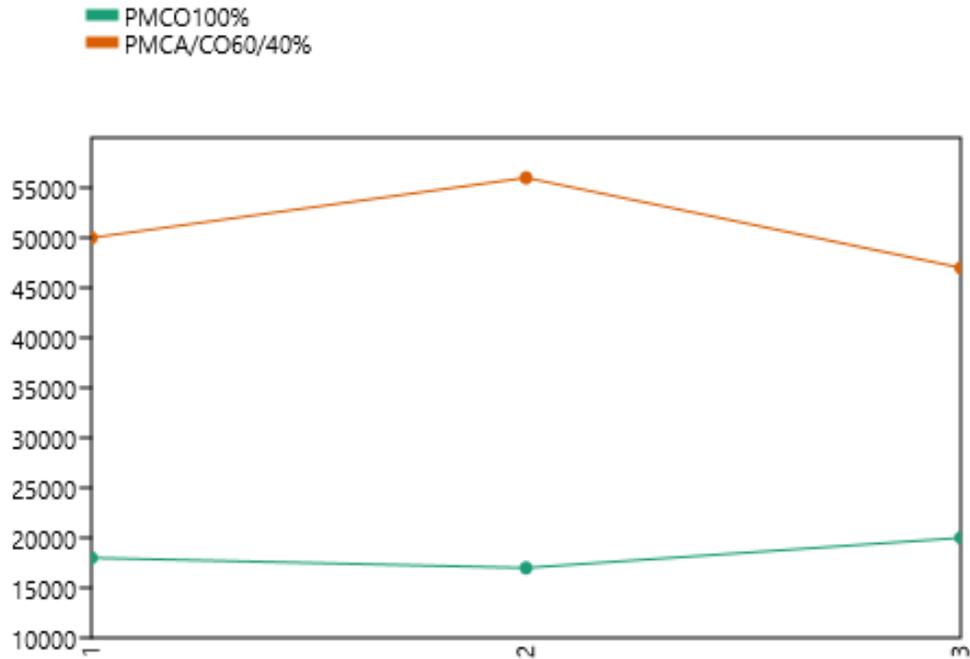
- **Graph (resultados de resistencia a la abrasión)**

En la **Figura 33** se puede apreciar un gráfico en líneas que representa los valores obtenidos en los ensayos de resistencia a la abrasión, lo cual se mide mediante ciclos de frotación al que es sometida la probeta hasta llegar al punto de rotura. El eje Y está representado por el número de ciclos y el eje X por el número de muestras analizadas.

Se observa la amplia diferencia que existe entre los datos de cada muestra. El tejido de algodón 100% está representado con la línea verde que refleja los valores obtenidos de cada ensayo lo cuales oscilan entre los 15000 y 20000 ciclos, mientras que el tejido de mezcla cáñamo/algodón 60/40% se encuentra entre los 45000 y 55000 ciclos, por lo cual mediante la interpretación de esta ilustración según el análisis de resistencia a la abrasión se puede considerar que el textil mezcla es altamente mejor que la tela de algodón.

### Figura 33

Gráfico general graph de los resultados del análisis de resistencia a la abrasión



Nota. El gráfico indica la interpretación de los resultados mediante un modelo graph de Past4.

Fuente: Autor.

En la **Figura 33** se observan algunas abreviaturas las cuales se describen a continuación: **PMCO100%**: Prueba del martindale en algodón 100%, **PMCA/CO60/40%**: prueba del martindale en cáñamo/algodón 60/40%

- **Matrix Plot (resultados de resistencia al desgarro)**

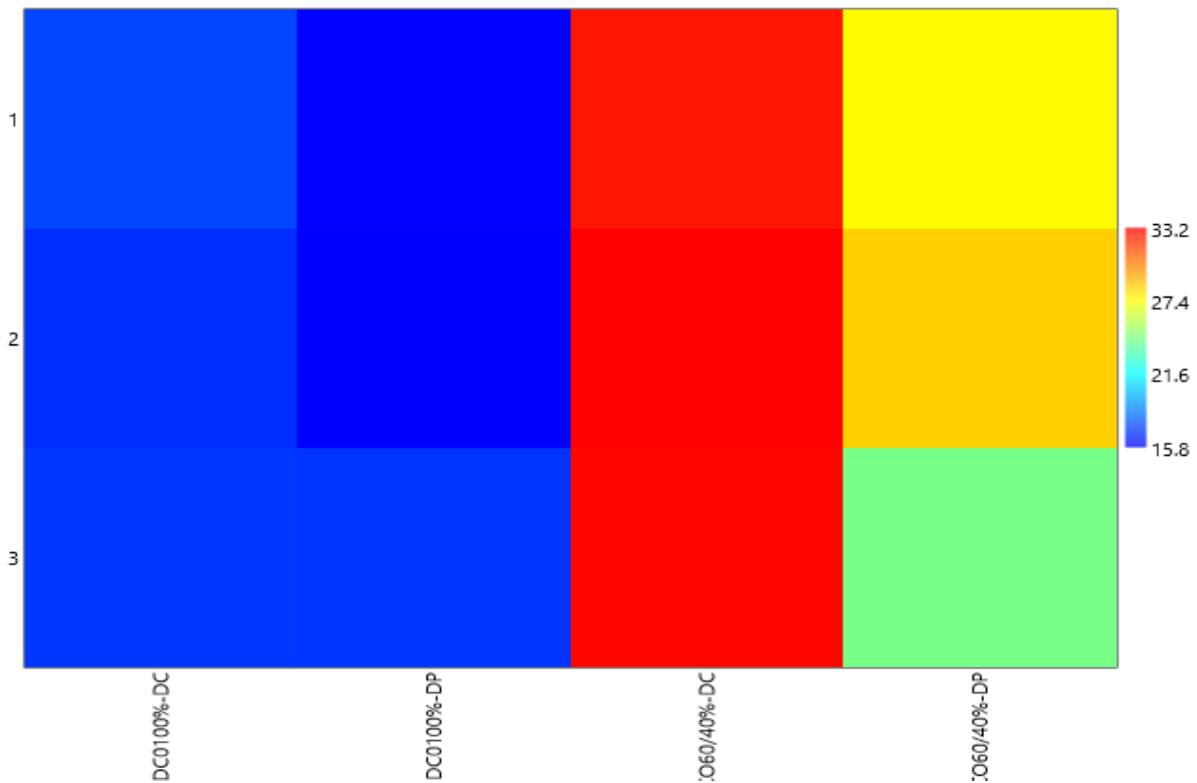
En el siguiente gráfico se puede observar el comportamiento de las muestras según Matrix Plot, el cual representa los resultados basándose en colores. El eje de la Y indica el número de muestras analizadas y el de X el tipo de muestra.

Mediante el cambio de colores se puede observar el comportamiento de las muestras, donde el azul más concentrado representa el valor mínimo y el rojo el máximo, por lo cual, es

posible apreciar que las muestras de algodón 100% en ambas direcciones obtuvieron resultados bajos en relación con las de mezcla, ya que esta obtuvo superiores resultados en dirección de las columnas y en sentido de las pasadas disminuyó por lo cual en la gráfica se observa la variación de colores según la muestra, pero aun así es fácil determinar que tuvo mejores resultados que la muestra de algodón.

**Figura 34**

*Gráfico matrix plot de los resultados del análisis de resistencia al desgarro*



*Nota.* En el gráfico se observa la interpretación de resultados mediante el modelo matrix plot de Past4. Fuente: Autor.

En la **Figura 34** se observan algunas abreviaturas las cuales se detallan a continuación:  
**PDCO100%-DC**: Prueba del dinamómetro en algodón 100% - Dirección de columnas,  
**PDCO100%-DP**: Prueba del dinamómetro en algodón 100% - Dirección de pasadas,  
**PDCA/CO60/40%-DC**: Prueba del dinamómetro en cáñamo/algodón 60/40% - Dirección de columnas,  
**PDCA/CO60/40%-DP**: Prueba del dinamómetro en cáñamo/algodón 60/40% - Dirección de pasadas.

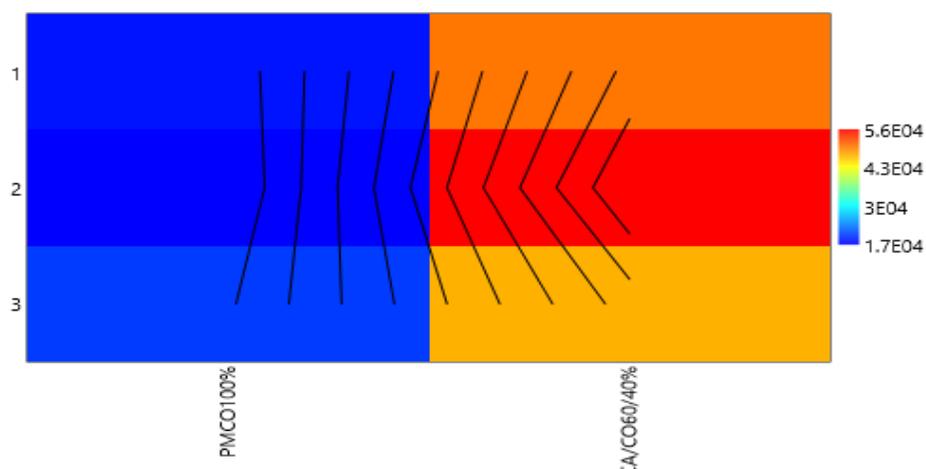
- **Matrix Plot (resultados de resistencia a la abrasión)**

En la **Figura 35** aprecia una gráfica Matrix Plot, en la cual mediante la variación de colores se observa el comportamiento de las muestras en los ensayos de resistencia a la abrasión.

Según el gráfico se puede identificar que las muestras de algodón 100% obtuvieron los valores más bajos, ya que estos no pasan de la tonalidad de azules en la variación de colores, a diferencia de las muestras de cáñamo/algodón 60/40% que se encuentra entre los amarillos, naranjas y rojos, siendo que el rojo representa a los valores más altos. Por lo cual mediante esta gráfica se pudo determinar que el tejido de mezcla tuvo una mejor resistencia a la abrasión.

**Figura 35**

*Gráfico matrix plot de los resultados del análisis de resistencia a la abrasión*



*Nota.* Interpretación de resultados mediante matrix plot de Past4. Fuente: Autor.

En la **Figura 35** se observan algunas abreviaturas las cuales se describen a continuación: **PMCO100%:** Prueba del martindale en algodón 100%, **PMCA/CO60/40%:** prueba del martindale en cáñamo/algodón 60/40%.

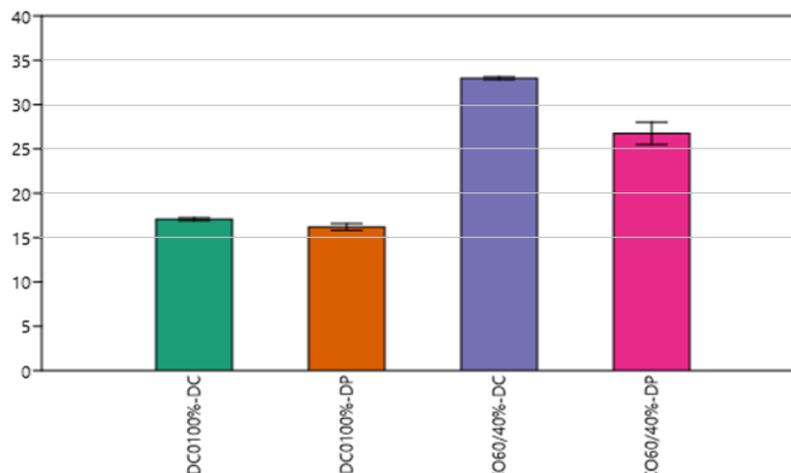
- **Box Plot (resultados de resistencia al desgarro)**

En la **Figura 36** a diferencia de las gráficas anteriores se puede observar los valores promediados de cada tipo de variables analizadas. En el eje de las Y se puede apreciar la fuerza en Newton (N) que se rompió el tejido, mientras que en el eje de las X se observa cada tipo de tejido utilizado.

La barra PDCO100%-DC indica los valores más altos que se obtuvo en las muestras de algodón 100% su media se encuentra en los 17,08N, la cual directamente es comparativa con la barra PDCA/CO60/40%-DC que se encuentra en los 32,98N, lo que indica que esta sobre en un 93%, así mismo como la barra de PDCO100%-DP que su media es 16,19N siendo la menos resistente entre las variables de algodón 100%, al igual que la barra PDCA/CO60/40%-DP que es de 26,75N siendo superior en un 65% a la muestras de algodón.

### Figura 36

*Gráfico box plot de los resultados del análisis de resistencia al desgarro*



*Nota.* El gráfico describe los resultados mediante box plot de Past4. Fuente: Autor.

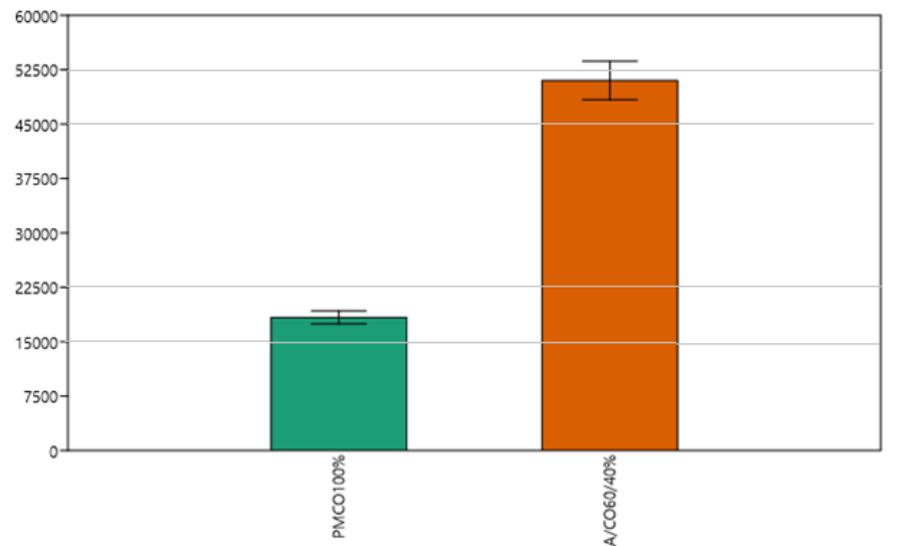
En la **Figura 36** se observan algunas abreviaturas las cuales se detallan a continuación: **PDCA100%-DC**: Prueba del dinamómetro en algodón 100% - Dirección de columnas, **PDCA100%-DP**: Prueba del dinamómetro en algodón 100% - Dirección de pasadas, **PDCA/CO60/40%-DC**: Prueba del dinamómetro en cáñamo/algodón 60/40% - Dirección de columnas, **PDCA/CO60/40%-DP**: Prueba del dinamómetro en cáñamo/algodón 60/40% - Dirección de pasadas.

- **Box Plot (resultados de resistencia a la abrasión)**

En el siguiente gráfico se aprecia mediante barras los promedios del análisis de resistencia a la abrasión de cada tipo de tejido. La barra **PMCO100%** indica que todas las muestras de algodón 100% llegaron a su punto de rotura entre los 15000 y 22000 ciclos de frotación, a diferencia de las muestras de Cáñamo/algodón 60/40% que oscilan entre los 50000 ciclos hasta su punto de rotura.

**Figura 37**

*Gráfico box plot de los resultados del análisis de resistencia a la abrasión*



*Nota.* Interpretación de resultados mediante gráfico box plot de Past4. Fuente: Autor.

En la **Figura 37** observan algunas abreviaturas las cuales se describen a continuación: **PMCO100%**: Prueba del martindale en algodón 100%, **PMCA/CO60/40%**: prueba del martindale en cáñamo/algodón 60/40.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Con la recopilación de información mediante distintas fuentes bibliográficas fue posible conocer características y propiedades de la fibra de cáñamo como: longitud, resistencia a los rayos UV absorbencia, capacidad térmica y propiedad antimicrobiana., así también como sus antecedentes sobre el contenido de THC que es menos del 0,3% lo que lo califica como no psicoactivo, nombre científico “cannabis sativa sativa linnacius” y estado legal dentro del país en la actualidad, ya que “El 19 de octubre de 2020 el Ministerio de Agricultura de Ecuador expidió el Acuerdo Ministerial No.109-2020, mediante el cual regula la importación, siembra, cultivo, cosecha, postcosecha, almacenamiento, transporte, procesamiento, comercialización y exportación de Cannabis No Psicoactivo o Cáñamo”
- Mediante la experimentación realizada durante el desarrollo de la parte práctica de la investigación, se determinó que la influencia del cáñamo en el tejido de punto jersey es altamente notable, lo cual se corrobora mediante los datos de cada muestra plasmados en la **Figura 32** y **Figura 33** Graph del Past 4. Los resultados obtenidos indican que las muestras de algodón 100% se rompieron alrededor de los 17N tanto en dirección de columnas y pasadas, a diferencia que las muestras de mezcla de cáñamo/algodón 60/40% llegaron a su punto de rotura alrededor de los  $30N \pm 2$ , donde las muestras de dirección de las columnas llegaron a romperse arriba de la media de los 30N y las muestras dirección de las pasadas abajo. Así mismo es la gráfica 33 indica los resultados de las pruebas de resistencia a la abrasión, donde las muestras de algodón 100% se rompieron entorno a los 20000 ciclos, a diferencia que el tejido de mezcla se rompió aproximadamente en los 50000 ciclos.

- Después de haber realizado a cada tejido las pruebas de resistencia al desgarro y abrasión en los equipos dinamómetro y martindale utilizando la norma ASTM-D2261 e ISO 12947-2 respectivamente se obtuvieron los resultados de cada muestra para posteriormente realizar un análisis de confiabilidad y análisis de resultados. Las muestras de algodón 100% en dirección de las columnas indican su resultado de una media de 17.08N y en dirección de las pasadas de 16.19N su punto de rotura, mientras que el tejido de mezcla cáñamo/algodón 60/40% en sentido de las columnas se muestran en los 32.98N y 26.7N en dirección de las pasadas, de la misma manera en los resultados de resistencia a la abrasión el algodón 100% llegó a su punto de rotura de aproximadamente en los 18000 ciclos y la tela de mezcla a los 51000 ciclos.
- Luego de haber sometido los valores obtenidos en los ensayos realizados al análisis estadístico PAST 4 y haber alcanzado una confiabilidad del 95%, se determinó mediante un análisis comparativo la influencia del cáñamo en las propiedades mecánicas de los tejidos, donde claramente se observa que los resultados de las pruebas de resistencia al desgarro de las muestras de cáñamo/algodón 60/40% en dirección de las columnas tiene mejor resistencia en un 93% que el tejido de algodón 100%, así como los resultados del tejido de mezcla de las pruebas en dirección de las pasadas indicó en un 65% mejores resultados que las muestras de algodón 100%, de la misma manera existe una gran diferencia en los resultados de resistencia a la abrasión de ambos tejidos, ya que la fibra de cáñamo/algodón 60/40% presenta una resistencia a la rotura en un 183% que la muestra de algodón 100%.

## 5.2 Recomendaciones

- Es recomendable realizar una investigación amplia de las diferentes características y propiedades de las fibras a analizar, para tener una base fundamentada del tipo de material con el cual se va a realizar el trabajo de campo.
- Se recomienda para posteriores investigaciones realizar un tinturado o acabado al tejido de cáñamo para conocer su comportamiento después de este proceso, ya que el análisis actual se realizó con un tejido crudo.

- Para el desarrollo de la parte práctica de laboratorio es recomendable calibrar los equipos a utilizar de acuerdo a las especificaciones de las normas utilizadas, para asegurar resultados verídicos de los procesos.
- Es importante conocer todas las especificaciones de las normas a utilizar como: el tamaño de las probetas, los implementos en los equipos utilizados y el acondicionamiento del laboratorio, ya que, si estos parámetros no están acorde a lo requerido por la norma, el comportamiento de las muestras se puede alterar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrango, M. J. (2018). *“ANÁLISIS COMPARATIVO DE ARRUGADO ENTRE UN TEJIDO DEPUNTO 100% ALGODÓN CON Y SIN UN ACABADO SILICONADO”*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7928/1/04%20IT%20225%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Angulo Luna, M. A. (2004). *Análisis del Cluster Textil en el Perú*. Obtenido de <https://sisbib.unmsm.edu.pe/>:  
[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/angulo\\_lm/cap2.PDF](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/angulo_lm/cap2.PDF)
- Aristizábal, S. (2014). *VALIDACIÓN DE UN PROTOCOLO PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN EN UN EQUIPO MARTINDALE*. Obtenido de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3147/T.G.%20Santiago%20Aristiz%C3%A1bal%20Gonz%C3%A1lez.pdf?sequence=1>
- Arroyave Zapata, L. C. (2016). *Fibra natural de cáñamo con aplicación en una línea de accesorios de moda*.
- Barrera , T. (01 de Noviembre de 2021). *Beneficios De Los Textiles De Cáñamo: Por Qué Deberías Usar Esta Ética Fibra*. Obtenido de <https://thetechfashionista.com/>:  
<https://thetechfashionista.com/es/beneficios-textiles-de-canamo/>
- BENAVIDES , E. A. (2018). *APLICACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS EN UNA PLANTA TEXTIL PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE TEJIDO DE PUNTO POR TRAMA JERSEY*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8112/1/04%20IT%20226%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Calderón Rojas, C. (2003). *Utilización de la fibra de cáñamo en la industria textil-Una nueva opción para la problemática de los cultivos ilícitos en Colombia*.
- Carrera, E., & Gallissà. (2015). *Caracterización de los tejidos*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/41821554.pdf>

- Córdoba. (mayo de 2005). <https://comerciojusto.org/>. Obtenido de El sector del algodón y la industria textil: [https://comerciojusto.org/wp-content/uploads/2011/12/B8\\_OCT\\_Algodon.pdf](https://comerciojusto.org/wp-content/uploads/2011/12/B8_OCT_Algodon.pdf)
- Díaz Rojo, J. A. (2003). *Las denominaciones del cáñamo: un problema terminológico y lexicográfico*. Obtenido de [https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/5486/RL\\_10-4.pdf](https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/5486/RL_10-4.pdf)
- Dieter, N. (2020). *EL MÉTODO COMPARATIVO*. Obtenido de <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/13/6180/5.pdf>
- Fassio, A., Rodríguez, M., & Ceretta, S. (2013). *Cáñamo (Cannabis sativa L.)*. Obtenido de [https://catalogo.latu.org.uy/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=2348](https://catalogo.latu.org.uy/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2348)
- Futura Farms. (21 de febrero de 2021). *Cáñamo y la industria textil*. Obtenido de <https://futurafarms.pe/>: <https://futurafarms.pe/canamo-y-la-industria-textil/>
- Huárén bǎikē dà má xiānwéi. (s.f.). <https://www.itsfun.com.tw>. Obtenido de Fibra de cáñamo: <https://www.itsfun.com.tw/%E5%A4%A7%E9%BA%BB%E7%BA%96%E7%B6%AD/wiki-4236746-3092626>
- Islam Kiron, M. (2021). *Physical, Chemical and Morphological Structure of Cotton Fiber*. Obtenido de <https://textilelearner.net/structure-of-cotton-fiber/>
- Jacobo Ochoa, A. &. (2020). *Las propiedades físicas del algodón y el poliéster y su influencia en la calidad del hilo Pamp 65/35 NE= 36/1*. doi:<http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4582/LAS%20PROPIEDADES%20FISICAS%20DEL%20ALGOD%3%93N%20Y%20EL%20POLI%3%89STER%20Y%20SU%20INFL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Limpe, P. (2018). *EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE TEXTILES ECOLOGICOS DE ALGODÓN, FUNCIONALIZADO CON NANOPARTICULAS DE PLATA CARBOXIMETILQUITOSANO (NP<sub>s</sub>AgCMQ) CMQ*. Arequipa, Peru. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7790/CNMIirap.pdf?sequence=3>

- López-Amo Marín, F., & Naik Kardile, A. (1976). *Características mecánicas de los tejidos cosido-tricotados o malli-trabados*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6081/Article02.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lozano Cámara, I. (2017). *Cultivo y usos etnobotánicos del cañamo (Cannabis Sativa L.) en la ciencia árabe (siglos VIII-XVII)*. *Asclepio*. Obtenido de <https://asclepio.revistas.csic.es/>: <https://asclepio.revistas.csic.es/index.php/asclepio/article/view/754/1188>
- Marradi, A. (2013). *Método experimental, método de la asociación y otros caminos de la ciencia*. Obtenido de <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>
- Martínez Ortega, M. J. (29 de Noviembre de 2001). <https://www.tdx.cat/>. Obtenido de Optimización del análisis de pesticidas limitados por la ECOETIQUETA Europea sobre algodón crudo: <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6488/04CAPITULO4.pdf?sequence=5>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/>: <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Acuerdo-Ministerial-No.-141.-Tarifario-Canamo.pdf>
- Morales, N. (2015). *Investigación exploratoria: tipos, metodología y ejemplos*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/investigacion-exploratoria>.
- Patwary, M. Z. (19 de julio de 2012). *Hemp fiber | Physical and Chemical properties of Hemp Fiber*. Obtenido de <http://textilefashionstudy.com/>: <http://textilefashionstudy.com/hemp-fiber-physical-and-chemical-properties-of-hemp-fiber/>
- Peñañiel, S. (2011). *CAPÍTULO 1. 1.- FIBRA DE ALGODÓN*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/>: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/631/1/capitulo1.pdf>
- Pino, O. F. (febrero de 2019). *ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y PROCESADORA DE FIBRA DE CÁÑAMO*

*INDUSTRIAL EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA PARA LA EXPORTACIÓN AL MERCADO ALEMÁN EN EL PERIODO 2019-2029.* Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/> :  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15967/ESTUDIO%20DE%20PRE%20FACTIBILIDAD%20PARA%20LA%20CREACI%20C3%93N%20DE%20UNA%20EMPRESA%20PRODUCTORA%20Y%20PROCESADORA%20DE%20FIBRA%20DE%20CA%20C3%91AMO%20INDUSTRIAL%20EN%20LA%20~1.pdf?sequence=1&isA>  
llo

Ruiz Espinosa, C. (2013). *TEJIDO DE PUNTO*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/>:  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1964/2/Resumen%20T%C3%A9cnico.pdf>

Serrano, B. G. (2022). *Obtención de fibras de celulosa a partir del líber de la planta cáñamo industrial (Cannabis Sativa L.) mediante tratamiento químico para uso textil*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/>:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/27671/1/FIQ-SA-SERRANO%20BRENDA.pdf>

Taya, C. (2019). “*ANÁLISIS DE TRANSPIRABILIDAD EN TELAS DE TEJIDO DE PUNTO CON DIFERENTES MEZCLAS, Y LIGAMENTOS, DESTINADAS A LA CONFECCIÓN DE ROPA DEPORTIVA*”. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9650/2/04%20IT%20255%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

TEJIDOS TEXTILES. (s.f.). *Propiedades y usos de la FIBRA DE CÁÑAMO*. Obtenido de En [textiles-tejidos.net.](https://www.textiles-tejidos.net/): <https://www.textiles-tejidos.net/fibras/fibra-de-canamo/>

Terreros, L. E., & Carvajal, I. L. (2016). *ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO CONVENCIONAL ADICIONANDO FIBRA DE CÁÑAMO*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6831/4/TESIS-AN%20C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%20C3%81NICAS%20DE%20UN%20CONCRETO%20CONVENCIONAL%20ADICIONANDO%20FIBRA%20DE%20C%20C3%81%20C3%91A.pdf>

- Terreros-Rojas, L. E.-C. (2016). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6831/4/TESIS-AN%c3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%c3%81NICAS%20DE%20UN%20CONCRETO%20CONVENCIONAL%20ADICIONANDO%20FIBRA%20DE%20C%c3%81%c3%91A.pdf>
- Textile Tutorials. (2017). *Different Structure of Cotton Fibre*. Obtenido de <https://textiletutorials.com/different-structure-of-cotton-fibre/>
- Villa, Y. (2021). *Prototipos en tejido de punto y aseguramiento de la calidad*. Obtenido de <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/6178/MONOGRAF%c3%8da%20-%20VILA%20RAMOS%20YESENIA%20JACKELINE%20-%20FATEC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villegas, C., & González, B. (2013). *FIBRAS TEXTILES NATURALES SUSTENTABLES Y NUEVOS HÁBITOS DE CONSUMO*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/https://www.redalyc.org/pdf/4779/477947372003.pdf>
- Vivek, V. (2019). *Is Hemp Really Stronger Than Steel? How?* Obtenido de <https://hempfoundation.net/>: <https://hempfoundation.net/is-hemp-really-stronger-than-steel-how/>
- Yangmei, H. (2020). *¿Cómo puede el cáñamo industrial beneficiarse de sus ventajas y eliminar sus desventajas? Actualmente, solo las dos provincias de Yunnan y Heilongjiang están legalizadas para el cultivo y la producción*. Obtenido de [https://www.thepaper.cn/newsDetail\\_forward\\_8974179](https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_8974179)

# ANEXOS



中国认可  
国际互认  
检测  
TESTING  
CNAS L1842



佛山中纺联检验技术服务有限公司  
CNTAC Testing Service Co., Ltd. (Foshan)

检测报告(Testing Report)	防伪查询网址(Security website): <a href="http://www.fcl-sz.org.cn">www.fcl-sz.org.cn</a> 防伪码(Security code): 3054643475	
报告编号(Report No): ZFLJ2759222B	Page 1 of 3(第 1 页, 共 3 页)	

### Applicant Information (客户信息)

Applicant Name(委托单位) : Guangzhou NTG Textile Co.,Ltd(广州市新添吉纺织品有限公司)  
Applicant Address(委托单位地址) : /

### Sample Information (样品信息)

Sample Description(样品描述) : One piece of knitted fabric (F303235 gray cloth), sample 2  
(一块针织面料 (F303235 胚布), 样品 2)  
Brand(商标) : 新添吉 Xintianji  
Sample Quantity(样品数量) : 40X40 (cm)

- Sample Receiving/Testing date(样品受理/测试开始日期) : 2022-03-22
- Report date (报告日期) : 2022-03-24
- The original sample is stucked on the last paper. (送检样品原样粘贴在本报告的末页)

### Test Performed (检验标准)

Judgement according to(评定依据):N/A  
- Selected test(s) as requested by applicants. (本实验室根据客户要求完成以下检测内容)

### Pronounce (声明)

The results shown in this report refer only to sample(s) tested unless otherwise stated. All the items are performed in the standard conditions, except the noted cases. (除非特别说明, 测试结果只对来样负责。所有测试项目均在标准规定的环境下进行, 有注明除外。)

Except for the requirement of the client, the test results and the conformity judgement of this report do not take the uncertainty of the test results into account. (除非客户要求, 本报告检测结果及符合性判定不考虑测量结果的不确定度。)

Signed for and on behalf of  
CNTAC Testing Service Co.,Ltd.(Foshan)

Approved by  
(批准)

张志强



广东省佛山市南海区西樵镇南方技术创新中心一、三、四楼 1,3&4/F., Nanfang Technology Innovation Center, Xiqiao, Nanhai District, Foshan, Guangdong, China

Tel: (86 757) 86850633/86806656 Fax: 86850633 Http://www.fcl.org.cn

若对检测报告有异议, 应于收到报告之日起15日内向检测单位提出, 逾期不予受理。

Anexo 1. Certificación de la composición.

Fuente: proveedor.



中国认可  
国际互认  
检测  
TESTING  
CNAS L1842



佛山中纺联检验技术服务有限公司  
CNTAC Testing Service Co., Ltd. (Foshan)

检测报告(Testing Report)	防伪查询网址(Security website): <a href="http://www.fcl-sz.org.cn">www.fcl-sz.org.cn</a>	
	防伪码(Security code): 3054643475	
报告编号(Report No): ZFLJ2759222B	Page 2 of 3(第 2 页, 共 3 页)	

--- Test Result (测试结果) ---

1. Fiber Content(纤维含量) FZ/T 01057.1-2007,FZ/T 01057.2-2007,FZ/T 01057.3-2007,FZ/T 01057.4-2007,  
FZ/T 30003-2009

Unit(单位): <%>

hemp(大麻) 60.3  
Cotton(棉) 39.7

广东省佛山市南海区西樵镇南方技术创新中心一、三、四楼 1.3&4/F., Nanfang Technology Innovation Center, Xiqiao, Nanhai District, Foshan, Guangdong, China  
Tel: (86 757) 86850633/86806656 Fax: 86850633 Http://www.fcl.org.cn  
若对检测报告有异议,应于收到报告之日起15日内向检测单位提出,逾期不予受理。

**Anexo 2. Certificación de la composición.**

Fuente: proveedor.

<b>检测报告(Testing Report)</b>	防伪查询网址(Security website): <a href="http://www.fcl-sz.org.cn">www.fcl-sz.org.cn</a> 防伪码(Security code): 3054643475	
报告编号(Report No): ZFLJ2759222B	Page 3 of 3(第 3 页, 共 3 页)	

Original (送检样品原样)



=====  
 ===== End of Report (检测报告结束) =====  
 =====

**Anexo 3. Certificación de la composición.**

Fuente: proveedor



*Anexo 4.* Dinamómetro.

Fuente: Autor



*Anexo 5.* Martindale

Fuente: Autor



**Anexo 6.** Tejido Jersey CO 100%.

Fuente: Autor

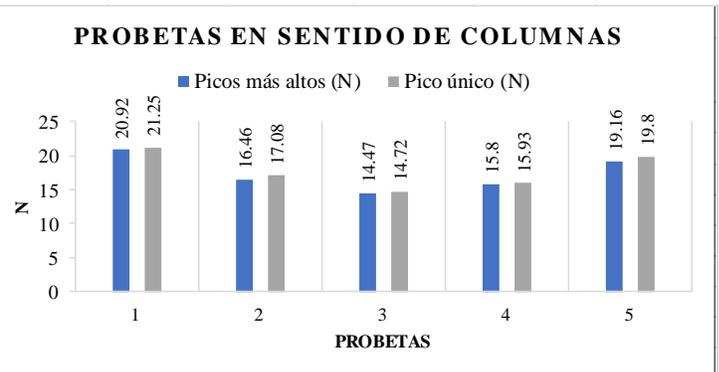


**Anexo 7.** Tejido Jersey CO/CA 55/45%.

Fuente: Autor

### Resultados del dinamómetro (Prueba al desgarro CO100%)

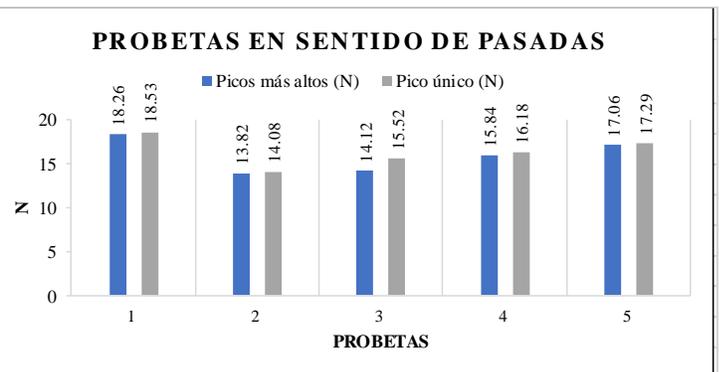
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	20.92	21.25
2	16.46	17.08
3	14.47	14.72
4	15.8	15.93
5	19.16	19.8
<b>Media</b>	<b>17.362</b>	<b>17.756</b>
<b>Min</b>	<b>14.47</b>	<b>14.72</b>
<b>Max</b>	<b>20.92</b>	<b>21.25</b>
<b>Rango</b>	<b>6.45</b>	<b>6.53</b>



Anexo 8. Resultados de la muestra 1 CO100% en sentido de las columnas.

Fuente: Autor

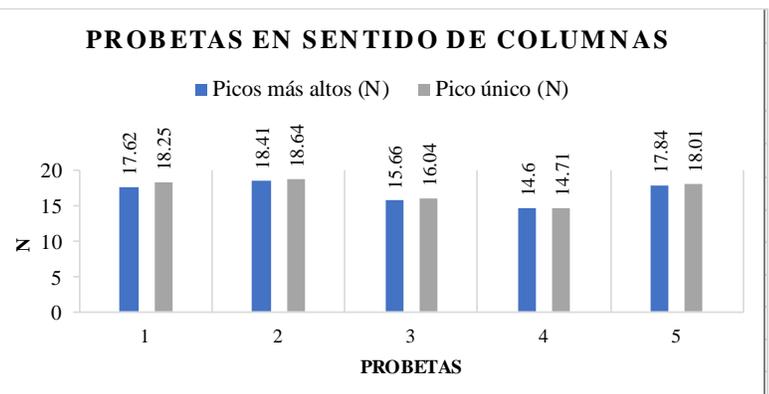
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	18.26	18.53
2	13.82	14.08
3	14.12	15.52
4	15.84	16.18
5	17.06	17.29
<b>Media</b>	<b>15.82</b>	<b>16.32</b>
<b>Min</b>	<b>13.82</b>	<b>14.08</b>
<b>Max</b>	<b>18.26</b>	<b>18.53</b>
<b>Rango</b>	<b>4.44</b>	<b>4.45</b>



Anexo 9. Resultados de la muestra 1 CO 100% en sentido de las pasadas.

Fuente: Autor

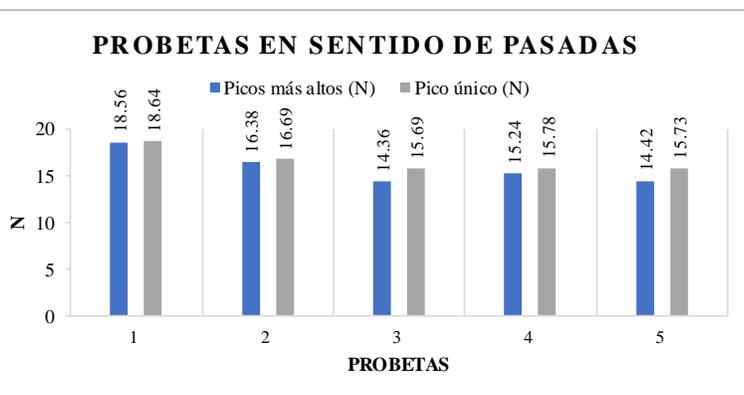
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	17.62	18.25
2	18.41	18.64
3	15.66	16.04
4	14.6	14.71
5	17.84	18.01
<b>Media</b>	<b>16.826</b>	<b>17.13</b>
<b>Min</b>	<b>14.6</b>	<b>14.71</b>
<b>Max</b>	<b>18.41</b>	<b>18.64</b>
<b>Rango</b>	<b>3.81</b>	<b>3.93</b>



Anexo 10. Resultados de la muestra 2 CO100% en sentido de las columnas.

Fuente: Autor

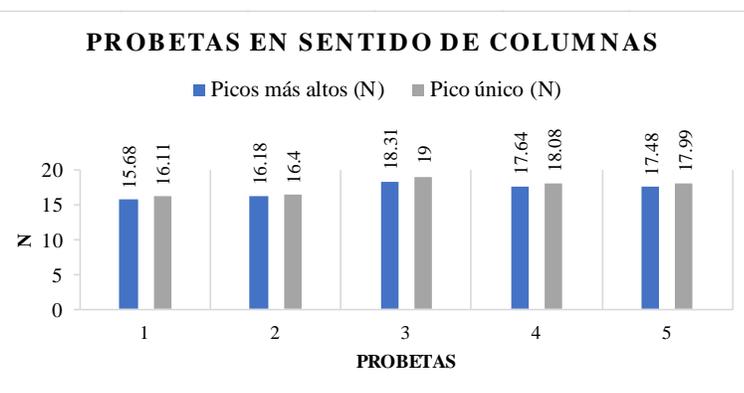
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	18.56	18.64
2	16.38	16.69
3	14.36	15.69
4	15.24	15.78
5	14.42	15.73
<b>Media</b>	<b>15.792</b>	<b>16.506</b>
<b>Min</b>	<b>14.36</b>	<b>15.69</b>
<b>Max</b>	<b>18.56</b>	<b>18.64</b>
<b>Rango</b>	<b>4.2</b>	<b>2.95</b>



*Anexo 11.* Resultados de la muestra 2 CO 100% en sentido de las pasadas.

Fuente: Autor

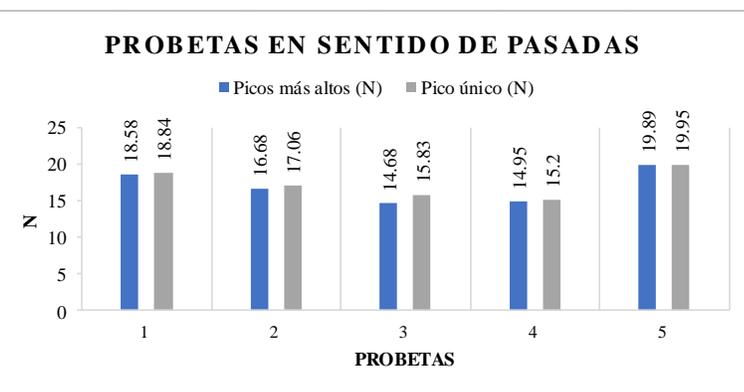
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	15.68	16.11
2	16.18	16.4
3	18.31	19
4	17.64	18.08
5	17.48	17.99
<b>Media</b>	<b>17.058</b>	<b>17.516</b>
<b>Min</b>	<b>15.68</b>	<b>16.11</b>
<b>Max</b>	<b>18.31</b>	<b>19</b>
<b>Rango</b>	<b>2.63</b>	<b>2.89</b>



*Anexo 12.* Resultados de la muestra 3 CO100% en sentido de las columnas.

Fuente: Autor

Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	18.58	18.84
2	16.68	17.06
3	14.68	15.83
4	14.95	15.2
5	19.89	19.95
<b>Media</b>	<b>16.956</b>	<b>17.376</b>
<b>Min</b>	<b>14.68</b>	<b>15.2</b>
<b>Max</b>	<b>19.89</b>	<b>19.95</b>
<b>Rango</b>	<b>5.21</b>	<b>4.75</b>

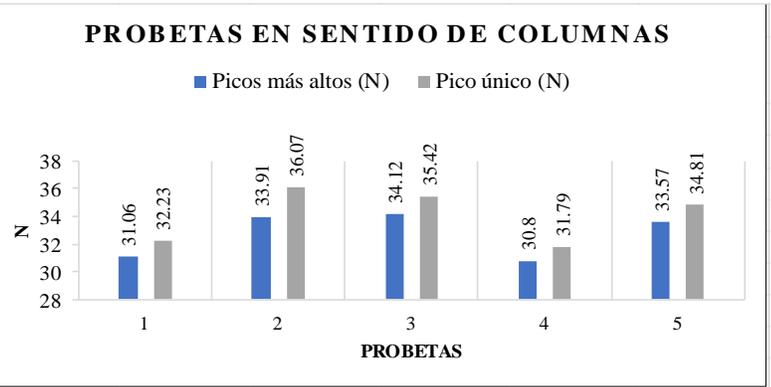


*Anexo 13.* Resultados de la muestra 3 CO 100% en sentido de las pasadas.

Fuente: Autor

### Resultados del dinamómetro (Prueba al desgarro CA/CO 60/40%)

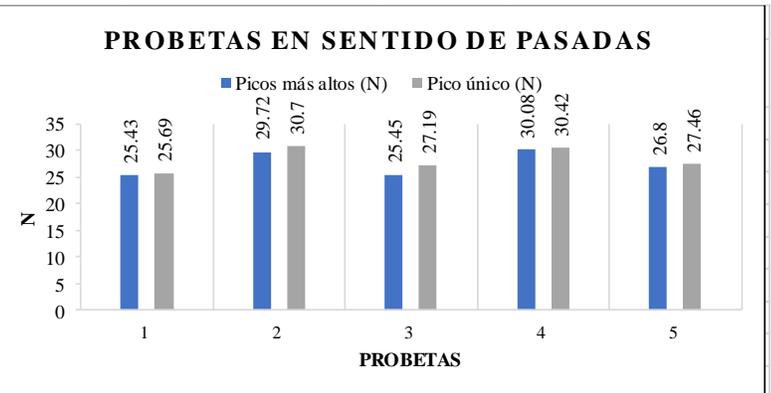
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	31.06	32.23
2	33.91	36.07
3	34.12	35.42
4	30.8	31.79
5	33.57	34.81
<b>Media</b>	<b>32.69</b>	<b>34.06</b>
<b>Min</b>	<b>30.8</b>	<b>31.79</b>
<b>Max</b>	<b>34.12</b>	<b>36.07</b>
<b>Rango</b>	<b>3.32</b>	<b>4.28</b>



*Anexo 14.* Resultados de la muestra 1 CA/CO 60/40% en sentido de las columnas.

Fuente: Autor

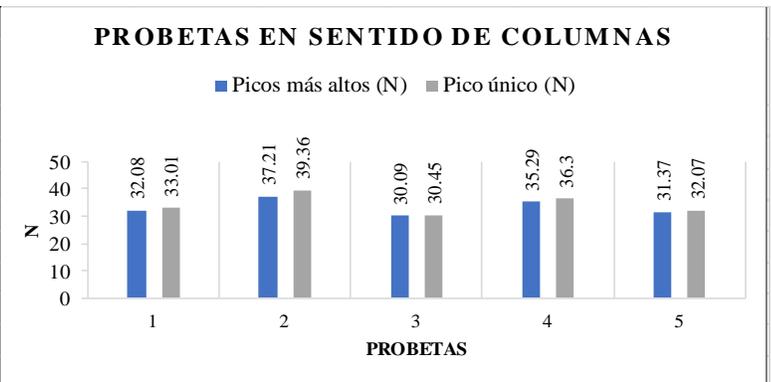
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	25.43	25.69
2	29.72	30.7
3	25.45	27.19
4	30.08	30.42
5	26.8	27.46
<b>Media</b>	<b>27.49</b>	<b>28.29</b>
<b>Min</b>	<b>25.43</b>	<b>25.69</b>
<b>Max</b>	<b>30.08</b>	<b>30.7</b>
<b>Rango</b>	<b>4.65</b>	<b>5.01</b>



*Anexo 15.* Resultados de la muestra 1 CA/CO 60/40% en sentido de las pasadas.

Fuente: Autor

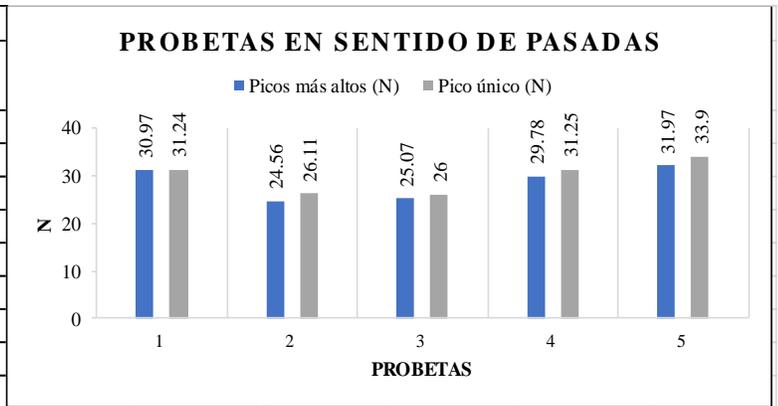
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	32.08	33.01
2	37.21	39.36
3	30.09	30.45
4	35.29	36.3
5	31.37	32.07
<b>Media</b>	<b>33.21</b>	<b>34.24</b>
<b>Min</b>	<b>30.09</b>	<b>30.45</b>
<b>Max</b>	<b>37.21</b>	<b>39.36</b>
<b>Rango</b>	<b>7.11</b>	<b>8.91</b>



*Anexo 16.* Resultados de la muestra 2 CA/CO 60/40% en sentido de las columnas.

Fuente: Autor

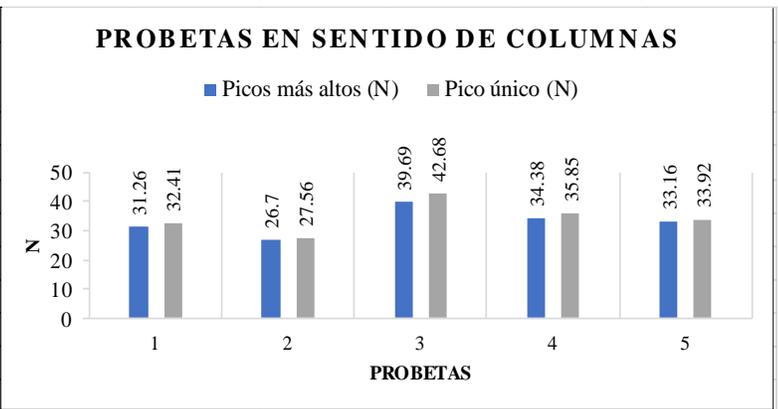
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	30.97	31.24
2	24.56	26.11
3	25.07	26
4	29.78	31.25
5	31.97	33.9
<b>Media</b>	<b>28.47</b>	<b>29.7</b>
<b>Min</b>	<b>24.56</b>	<b>26</b>
<b>Max</b>	<b>31.97</b>	<b>33.9</b>
<b>Rango</b>	<b>7.41</b>	<b>7.9</b>



*Anexo 17.* Resultados de la muestra 2 CA/CO 60/40% en sentido de las pasadas.

Fuente: Autor

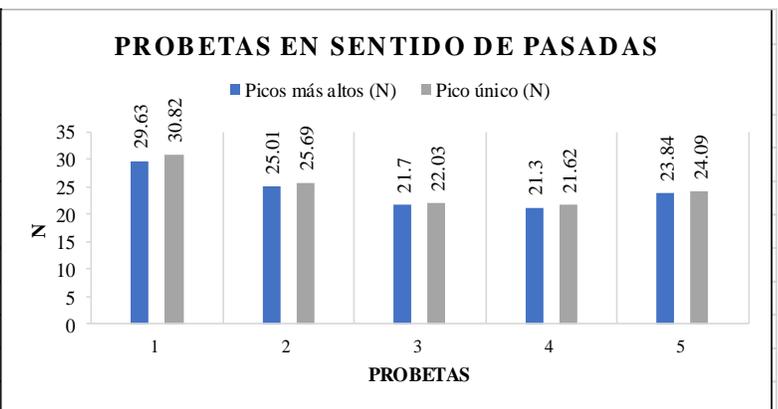
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	31.26	32.41
2	26.7	27.56
3	39.69	42.68
4	34.38	35.85
5	33.16	33.92
<b>Media</b>	<b>33.04</b>	<b>34.49</b>
<b>Min</b>	<b>26.7</b>	<b>27.56</b>
<b>Max</b>	<b>39.69</b>	<b>42.68</b>
<b>Rango</b>	<b>12.98</b>	<b>15.12</b>



*Anexo 18.* Resultados de la muestra 3 CA/CO 60/40% en sentido de las columnas.

Fuente: Autor

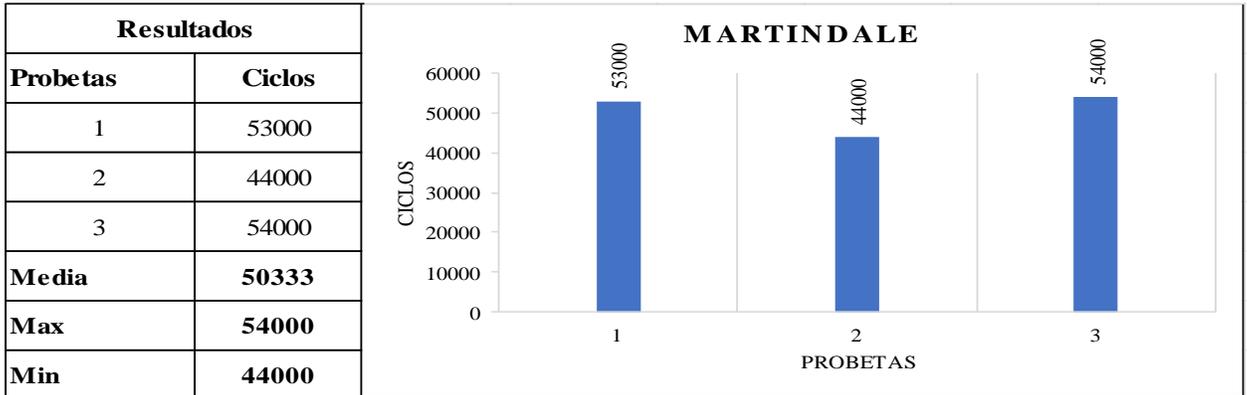
Resultados		
Probetas	Picos más altos (N)	Pico único (N)
1	29.63	30.82
2	25.01	25.69
3	21.7	22.03
4	21.3	21.62
5	23.84	24.09
<b>Media</b>	<b>24.3</b>	<b>24.85</b>
<b>Min</b>	<b>21.3</b>	<b>21.62</b>
<b>Max</b>	<b>29.63</b>	<b>30.82</b>
<b>Rango</b>	<b>8.33</b>	<b>9.2</b>



*Anexo 19.* Resultados de la muestra 3 CA/CO 60/40% en sentido de las pasadas.

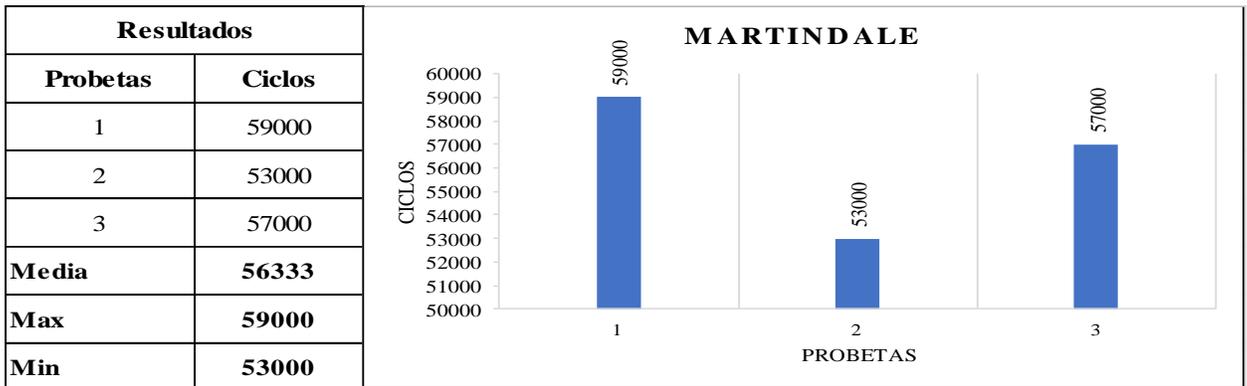
Fuente: Autor

**Resultados del martindale (Prueba a la abrasión CA/CO 60/40%)**



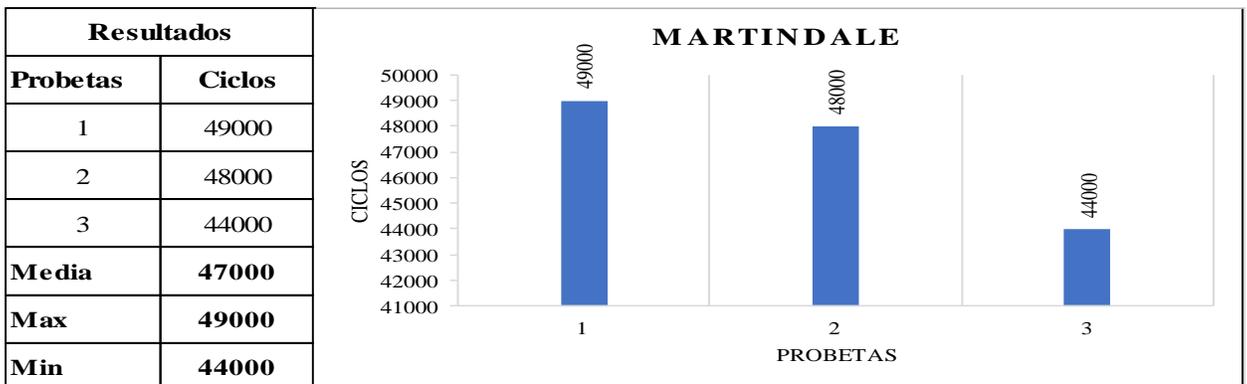
*Anexo 20.* Resultados de la muestra 1 CA/CO 60/40%.

Fuente: Autor



*Anexo 21.* Resultados de la muestra 2 CA/CO 60/40%.

Fuente: Autor



*Anexo 22.* Resultados de la muestra 3 CA/CO 60/40%.

Fuente: Autor

## PROCESO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA AL DESGARRO



A. Colocación de la probeta



B. Inicio del ensayo



C. Rotura de la probeta

### Anexo 23. Prueba de resistencia al desgarro CO100%

Fuente: Autor



A. Colocación de la probeta



B. Inicio del ensayo.



C. Rotura de la probeta

### Anexo 24. Prueba de resistencia al desgarro CA/CO 60/40 %

Fuente: Autor

## PROCESO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN



A. Colocación de la probeta



B. Rotura de la probeta ángulo superior



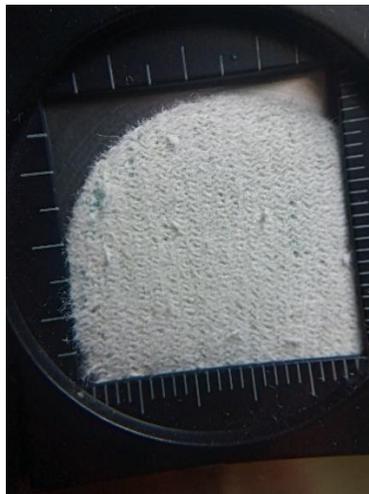
C. Rotura de la probeta contra luz.

### *Anexo 25.* Prueba de resistencia a la abrasión CO100%

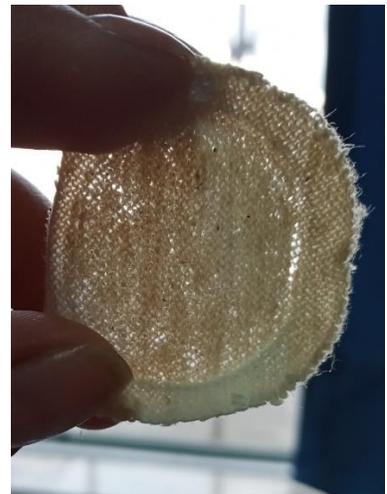
**Fuente:** Autor



A. Colocación de la probeta



B. Rotura de la probeta ángulo superior



C. Rotura de la probeta contra luz

### *Anexo 26.* Prueba de resistencia ala abrasión CA/CO 60/40%

**Fuente:** Autor



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA**  
**DE INGENIERÍA TEXTIL**



Ibarra, 21 de julio del 2022

**CERTIFICADO DE LABORATORIO**

Yo, Ingeniero **Fausto Gualoto M.** en calidad de responsable del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Ingeniería Textil:

**CERTIFICO**

Que la señorita **CAYAMBE SALAZAR JHENNY ALEXANDRA**, portadora de la cedula de ciudadanía N° **1004411292**, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Proyecto de Tesis de grado titulado **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA AL DESGARRO Y ABRASIÓN EN TEJIDOS DE PUNTO JERSEY, CÁÑAMO/ALGODÓN 55/45% Y ALGODÓN 100%”**, los equipos utilizados en el laboratorio son:

- **MARTINDALE** - Norma ISO 12947-2 Determinación de la resistencia a la abrasión de los tejidos por el método Martindale parte 2: Determinación de la ruptura de la probeta.
- **DINAMÓMETRO TITAN 5 MODELO 1410**- Norma ASTM-D2261 Desgarro de la tela. Método de lengüeta
- **BALANZA ELECTRÓNICA**

Además, se le ayudo con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en cada una de las normas.

Atentamente:



Formado electrónicamente por:  
**FAUSTO EDMUNDO**  
**GUALOTO MAFLA**

**ING. GUALOTO FAUSTO M.**  
**RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES – CTEX**

*Anexo 27.* Certificado de laboratorio CTEX

**Fuente:** Autor