



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

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERA TEXTIL

**“ELABORACIÓN DE TEJIDO BIODEGRADABLE A BASE DE LANA,  
LÁTEX Y CARBÓN ACTIVADO RESISTENTES AL DESGARRE”**



**AUTOR:** Fernanda Lisbeth Bolaños Pullas

**DIRECTOR:** MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

Ibarra-Ecuador

**2025**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**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>	100475718-1		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	Fernanda Lisbeth Bolaños Pullas		
<b>DIRECCIÓN</b>	Calle. Río Amazonas y Alejandro Amazonas		
<b>EMAIL</b>	<a href="mailto:flbolanosp@utn.edu.ec">flbolanosp@utn.edu.ec</a> / <a href="mailto:bolanosfernanda15@gmail.com">bolanosfernanda15@gmail.com</a>		
<b>TÉLEFONO FIJO</b>	-----	<b>TEL. MÓVIL</b>	0997613371

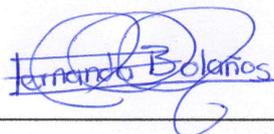
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO</b>	Elaboración de tejido biodegradable a base de lana, látex y carbón activado resistentes al desgarre.
<b>AUTOR</b>	Fernanda Lisbeth Bolaños Pullas
<b>FECHA</b>	21 de abril de 2025
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE INTEFRACIÓN CURRICULAR</b>	
<b>CARRERA/PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>GRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL OPTA</b>	Ingeniera Textil
<b>DIRECTOR</b>	MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

## CONSTANCIA

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

Ibarra, a los 21 días del mes de abril de 2025

**EL AUTOR:**



---

Fernanda Lisbeth Bolaños Pullas

C.C: 100475718-1

# CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CURRICULAR

Ibarra, a los 21 días del mes de abril de 2025

MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



---

MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

C.C: 040173225-0

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificador de trabajo de Integración Curricular “Elaboración de tejido biodegradable a base de lana, látex y carbón activado resistentes al desgarre” elaborado por Fernanda Lisbeth Bolaños Pullas, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre la Universidad Técnica del Norte:



---

Director

MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

C.C: 040173225-0



---

Asesor

MSc. Willam Ricardo Esparza Encalada

C.C: 100158901-7

## **DEDICATORIA**

*Este proyecto se ha realizado con todo el esmero, dedicación y amor. Por lo cual, se lo dedico a mi madre, Lis; a mis hermanos, Emily y Alejandro; a mi abuelita, Olga y a toda mi familia, quienes me brindan su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia han sido mi mayor inspiración y permitiéndome continuar con el cumplimiento de mis metas y superando cada dificultad que se me ha presentado.*

***Fernanda Lisbeth Bolaños Pullas***

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a Dios por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias en mi día a día.*

*A mi madre, Lis, por ser mi inspiración y mi apoyo incondicional. Gracias a su amor, sus sacrificios y por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación. A mis hermanos, Emily y Alejandro, por su compañía, comprensión y aliento constante. A mi abuelita, Olga, por sus oraciones, sabiduría y cariño.*

*A mi esposo, Felipe, por estar a mi lado en cada paso de este camino. Gracias por su amor, paciencia y por apoyarme cuando pensé que no podía continuar. Su apoyo inquebrantable y su fe han sido fundamentales para alcanzar este triunfo.*

*Al MSc. Elvis Ramírez, por potenciar mis habilidades que en algún momento no veía, además de ser un apoyo incondicional en cada etapa de mi vida universitaria.*

*A la MSc. Valeria Chugá, quien me ha dirigido con su experticia y saber técnico para la realización de mi trabajo de investigación y al MSc. Willam Esparza que me ha guiado en calidad de asesor y docente. Su orientación y conocimientos han sido fundamentales para la culminación exitosa del presente proyecto.*

***Fernanda Lisbeth Bolaños Pullas***

## RESUMEN

Este estudio se centró en la evaluación de la resistencia al desgarre de un tejido jersey biodegradable elaborado con hilo de lana 100 % con un título de 3/15 Nm, tratado con un acabado de látex natural y carbón activado (Clarisorb E). Se diseñaron dos formulaciones: en la primera, la cantidad de carbón activado se mantuvo constante y se varió la concentración de látex natural, mientras que en la segunda se aplicó el procedimiento inverso. Posteriormente, las concentraciones fueron aplicadas mediante el proceso de pulverización en el tejido, con cinco pasadas de derecha a izquierda a una presión de 2 psi. Al ser evaluadas se determinó que la formulación con 6 g de carbón activado y 65 a 75 g de látex natural fue la más efectiva, aumentando la resistencia del tejido en comparación con las muestras sin acabado (C00), utilizadas como referencia para evaluar la efectividad del tratamiento.

Las pruebas de resistencia al desgarre se realizaron conforme a la norma ASTM D2261-11, método de lengüeta, utilizando un dinamómetro Titán 5 equipado con mordazas T27 y una célula de carga de 1000 N. Se evaluaron las soluciones aplicadas tanto en sentido longitudinal como transversal, analizando un total de 60 muestras. Los resultados indicaron que, en sentido longitudinal, la concentración C01 presentó la mayor resistencia, alcanzando una fuerza de 128,83 N incrementando la resistencia en un 12,49%, mientras que, en sentido transversal, la C05 registró un valor de 129,27 N, lo que representa un incremento del 15,75 % en comparación con las muestras sin acabado.

El análisis estadístico evidenció que los datos presentan un rango de dispersión considerado dentro de valores moderados. Las pruebas de normalidad, efectuadas mediante los métodos de Shapiro-Wilk y Anderson-Darling en el software PAST 4, confirmaron la validez y confiabilidad de los resultados dentro del contexto estadístico.

**Palabras clave:** materiales sostenibles, innovación, desgarre, lana, carbón activado, caucho natural.

## ABSTRACT

This study focused on evaluating the tear resistance of a biodegradable jersey fabric made from 100% wool yarn with a count of 3/15 Nm, treated with a finish of natural latex and activated carbon (Clarisorb E). Two formulations were designed: in the first, the amount of activated carbon was kept constant while the concentration of natural latex was varied, and in the second, the opposite procedure was applied. Subsequently, the concentrations were applied to the fabric using a spray process, with five passes from right to left at a pressure of 2 psi. Upon evaluation, it was determined that the formulation with 6 g of activated carbon and 65 to 75 g of natural latex was the most effective, increasing the fabric's strength compared to the unfinished samples (C00), which were used as a reference to assess the effectiveness of the treatment.

Tear resistance tests were conducted in accordance with the ASTM D2261-11 standard, using the tongue method, with a Titán 5 dynamometer equipped with T27 clamps and a 1000 N load cell. The applied solutions were evaluated in both the longitudinal and transverse directions, analyzing a total of 60 samples. The results indicated that, in the longitudinal direction, the C01 concentration exhibited the highest resistance, reaching a force of 128.83 N, which represents a 12.49% increase in strength, while in the transverse direction, the C05 concentration recorded a value of 129.27 N, representing a 15.75% increase compared to the unfinished samples.

Statistical analysis revealed that the data exhibited a range of dispersion considered within moderate values. Normality tests, performed using the Shapiro-Wilk and Anderson-Darling methods in the PAST 4 software, confirmed the validity and reliability of the results within the statistical context.

**Keywords:** Sustainable materials, innovation, tear resistance, wool, activated carbon, natural rubber.

## **LISTA DE SIGLAS**

**AC.** Carbón activado

**NRL.** Látex natural

**BIO.** Biodegradable

**WO.** Lana

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
Problema de investigación.....	1
Justificación.....	1
Objetivos.....	2
Objetivo general .....	2
Objetivos específicos.....	2
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO .....	3
1.1 Estudios previos.....	3
1.1.1 Carbón activado.....	3
1.1.2 Látex.....	4
1.2 Marco legal.....	5
1.2.1 Constitución de la República del Ecuador.....	5
1.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte.....	6
1.3 Marco conceptual .....	6
1.3.1 Características del carbón activado .....	6
1.3.2 Características y usos del látex natural.....	9
1.3.3 La lana de oveja un recurso renovable .....	11
1.4 Tejido de punto .....	13
1.4.1 Tejido de punto por trama.....	13
1.4.2 Tejido jersey .....	14
1.4.3 Resistencia al desgarre.....	14
CAPÍTULO II.....	15
MARCO METODOLÓGICO .....	15
2.1 Tipos de investigación a aplicar para la evaluación de resistencia al desgarre .....	15
2.1.1 Investigación experimental.....	15
2.1.2 Investigación comparativa.....	15
2.2 Técnicas de investigación.....	15
2.2.1 Técnica de investigación cuantitativa.....	15
2.3 Flujogramas .....	16
2.3.1 Flujograma general.....	16
2.3.2 Flujograma muestral .....	17
2.4 Equipos y materiales.....	18

2.4.1 Materiales .....	18
2.4.2 Equipos .....	20
2.5 Procedimiento .....	22
2.5.1 Proceso de elaboración del tejido jersey .....	22
2.5.2 Aplicación de solución de látex y carbón activado .....	23
2.5.3 Proceso de pulverización en tejido jersey 100% lana .....	25
2.5.4 Norma de resistencia al desgarro de tejidos (ASTMD 2261-11) .....	26
CAPÍTULO III .....	28
RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	28
3.1 Resultados .....	28
3.1.1 Tabulación de resultados de resistencia al desgarro del tejido biodegradable .....	28
3.1.2 Análisis de la varianza de los resultados obtenidos .....	29
3.1.3 Normalidad de los datos para determinar la confiabilidad de las pruebas .....	30
3.1.4 Discusión de resultados .....	30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	34
Conclusiones .....	34
Recomendaciones .....	35
Referencias bibliográficas .....	36
Anexos .....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Usos del carbón activo .....	4
<b>Tabla 2</b> Líneas de investigación UTN.....	6
<b>Tabla 3</b> Variaciones del carbón activado.....	8
<b>Tabla 4</b> Caracterización del tejido de lana .....	18
<b>Tabla 5</b> Especificaciones técnicas del látex natural .....	19
<b>Tabla 6</b> Especificaciones técnicas del dinamómetro.....	21
<b>Tabla 7</b> Fórmula 1 .....	23
<b>Tabla 8</b> Fórmula 2.....	24
<b>Tabla 9</b> Codificación de las soluciones evaluadas .....	25
<b>Tabla 10</b> Resultados dinamométricos en sentido longitudinal y trasversal .....	28
<b>Tabla 12</b> Análisis de la varianza .....	29
<b>Tabla 14</b> Prueba de normalidad .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Porosidad del carbón activado .....	7
<b>Figura 2</b> Proceso de elaboración del carbón activado .....	9
<b>Figura 3</b> Extracción de látex natural.....	10
<b>Figura 4</b> Productos elaborados a base de látex natura .....	11
<b>Figura 5</b> Estructura interna de la lana.....	12
<b>Figura 6</b> Estructura tejido de punto por trata.....	13
<b>Figura 7</b> Derecho y revés tejido jersey .....	14
<b>Figura 8</b> Flujograma general de procesos.....	16
<b>Figura 9</b> Flujograma de proceso muestral .....	17
<b>Figura 10</b> Látex de caucho natural .....	19
<b>Figura 11</b> Carbón activado clarisorb E .....	20
<b>Figura 12</b> Máquina rectilínea Shima Seiki .....	21
<b>Figura 13</b> Dinamómetro Titán 5 .....	22
<b>Figura 14</b> Proceso de termofijado del tejido de lana .....	23
<b>Figura 15</b> Desarrollo de solución de látex natural y carbón activado .....	24
<b>Figura 16</b> Proceso de pulverizado .....	26
<b>Figura 17</b> Trazo de muestras en sentido longitudinal y trasversal .....	27
<b>Figura 18</b> Posicionamiento de la probeta .....	27
<b>Figura 19</b> Gráfico de barras de los resultados de resistencia al desgarre .....	31
<b>Figura 20</b> Gráfico de tendencia de resultados generales .....	32

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Ficha técnica del carbón activado .....	42
<b>Anexo 2</b> Ficha técnica del látex natural .....	43
<b>Anexo 3</b> Proceso de elaboración de la solución de latex natural y carbón activado .....	44
<b>Anexo 4</b> Proceso de pulverizado .....	44
<b>Anexo 5</b> Proceso de evaluación a la resistencia al desgarre.....	45

## INTRODUCCIÓN

### **Problema de investigación**

El problema abordado en este proyecto se enfoca en la necesidad de desarrollar tejidos biodegradables a partir de lana, látex natural y carbón activado, respondiendo a una serie de desafíos medioambientales. “Es importante destacar la creciente preocupación global por la contaminación de residuos plásticos y productos que no cuentan con la capacidad de descomponerse por sí mismos” (Cuadra et al., 2023). Esto se ha traducido en una progresiva demanda de alternativas sostenibles y respetuosas con el entorno.

Según Cando et al., (2021), realizó un estudio donde el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) asegura que el Ecuador se llegaron a generar hasta 12613 toneladas diarias de residuos plásticos, de los cuáles solamente un mínimo porcentaje llega a ser reciclado. Hoy en día, las prendas y accesorios textiles fabricados a base de materiales sintéticos en su mayoría son importados de otros países, lo cual suponen un problema importante en términos de desechos no degradables, debido al desconocido origen de su composición.

Por lo tanto, la contaminación abarca todos los ámbitos de la industria textil, destacando especialmente la moda rápida como uno de los principales contribuyentes a la contaminación ambiental. Además, diversas actividades industriales, tales como los procesos de acabado, estampado y preparación de fibras, también desempeñan un papel significativo en la emisión de contaminantes. Adicionalmente, a esto se suma el intenso consumo de recursos naturales como agua y energía eléctrica (Cuetara y García, 2021).

Por lo cual, esta investigación aborda la necesidad de crear tejidos biodegradables amigables con el medio ambiente, enfocados a una creciente demanda de soluciones sostenibles para la protección personal con una orientación innovadora y favorable para el entorno.

### **Justificación**

En el contexto de la producción textil sostenible, el uso de la lana ofrece ventajas significativas sobre los materiales sintéticos. Buteler (2019) “asegura que la biodegradación implica la descomposición de las moléculas en componentes más simples, y este método puede ser catalizado por la exposición al calor, la humedad y la radiación solar”.

Por lo tanto, Sánchez (2021), menciona que al ser la lana una fibra proteínica, tiene la capacidad de biodegradarse en el suelo debido a los microorganismos presentes, su descomposición es casi completa a los seis meses, en donde aportar fertilidad de manera paulatina emitiendo azufre, nitrógeno, fósforo y potasio. Esto destaca la importancia de considerar los materiales textiles biodegradables en fabricación de tejidos.

Es por ello que, en la actualidad, las industrias están adoptando un enfoque progresivo hacia la reducción de la contaminación mediante la implementación de procesos más ecológicos. Por lo cual, es importante que estos materiales cuenten con la propiedad de absorción de látex natural y carbón activado, aportando así durabilidad, resistencia y contribuyendo a la mejora de la estructura del tejido, de esta manera ayuda a mitigar el uso progresivo de materiales sintéticos en la fabricación de prendas de vestir y artículos industriales.

Por lo cual, la perspectiva futura es prometedora, ya que la combinación de lana, látex y carbón activado ofrece una vía para la fabricación de tejidos biodegradables que mantienen la funcionalidad y protección necesarias, mientras se degradan de manera natural, esto podría transformar la industria. Por lo tanto, la realización de este proyecto se justifica como una solución para reducir la generación de residuos plásticos mediante el desarrollo de un tejido a base de productos naturales.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Elaborar un tejido biodegradable a base de lana, látex y carbón activado resistente al desgarre.

### **Objetivos específicos**

- Investigar y analizar las propiedades físicas y químicas de los materiales para determinar su idoneidad en la fabricación de tejido biodegradable.
- Elaborar un tejido a base de lana y aplicar diferentes concentraciones de látex y carbón activado para mejorar las propiedades de resistencia al desgarre.
- Evaluar la resistencia al desgarre del tejido biodegradable mediante la aplicación de la norma ASTM-D2261-11 en el laboratorio de la Carrera de Textiles.
- Analizar los datos obtenidos de las pruebas de resistencia al desgarre mediante un software estadístico para determinar la confiabilidad de los resultados.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Estudios previos

En estudios anteriores, el látex y el carbón activado han sido objeto de numerosas investigaciones debido a sus características distintivas y su impacto positivo en el medio ambiente. En particular, el látex ha demostrado poseer propiedades significativas como la elasticidad y resistencia que han beneficiado a la industria médica. Por otro lado, el carbón activado es ampliamente reconocido por su notable capacidad de adsorción, lo que lo convierte en un componente esencial.

#### 1.1.1 Carbón activado

El carbón activado es uno de los productos con capacidad de absorción de sólidos, gases y vapores por lo cual lo hace muy versátil para aplicaciones en diferentes industrias (Ponce, 2019), esta versatilidad se debe a su estructura que posee millones de poros microscópicos, los cual permite atraer, capturar y descomponer moléculas de contaminantes. Según Cedeño (2021), “esta estructura porosa maximiza su superficie interna, facilitando así la interacción con diversas sustancias nocivas y mejorando su capacidad de adsorción en aplicaciones de purificación y tratamiento de aguas” (p. 21).

Para potencializar su adsorción, se puede utilizar una gran variedad de reactivos un ejemplo claro es el hidróxido de potasio que cuenta con una estructura de capas paralelas estratificadas que tienen un alto porcentaje de porosidad lo que se considera un método efectivo para mejorar sus propiedades de adsorción. Además, de contar con una capacidad catalítica para producir una variedad de productos finales, como combustibles alternativos y tratamientos de aguas residuales, que pueden ser producidos a partir de una variedad de tipos de desechos. (Aucapuclla, 2021).

El proceso de activación del carbón es un factor determinante en su eficacia. Por lo cual dispone de una amplia gama de artículos químicos que pueden facilitar este proceso. Sin embargo, varios productos están recubiertos con nanotubos que presentan una capacidad de adsorción superior al 23,7%. En particular, el modelo de recubrimiento de *Freundlich*, que emplea nanotubos de tipo II, donde se muestra una notable capacidad de adsorción de 8,47 gr (Álvarez y Quispe, 2021).

La importancia del uso del carbón activado se extiende a aplicaciones como la refinación, la potabilización, el tratamiento de aguas servidas y otros usos como se

muestra en la Tabla 1, además de contar con la capacidad de reducir las emisiones gaseosas que son expuestas a la atmosfera, se puede considerar la importancia del uso del carbón activado frente a la necesidad de las diferentes industrias (Fiestas y Millones, 2019).

**Tabla 1**

*Usos del carbón activo*

<b>Estado líquido</b>	<b>Estado gaseoso</b>
Eliminación de impurezas orgánicas de la azúcar	Elaboración de máscaras antigás
Tratamiento de aguas residuales	Almacenamiento de gases
Refinación de grasas y aceites combustibles	Eliminación de olores alimenticios
Separación de elementos como el oro y plata	Absorción en fase gaseosa
Tratamiento de aguas servidas y contaminadas	Separación de gases

Fuente: (Fiestas y Millones, 2019).

### 1.1.2 Látex

El látex de caucho natural es una suspensión acuosa extraída del árbol *Hevea brasiliensis* por un proceso conocido como sangrado o rayado Castro et al. (2021) menciona que “las moléculas tienen una parte hidrófoba lo cual lo hacen al caucho más fino y una parte hidrófila lo que hace que retenga una o varias capas de moléculas de agua sobre la superficie de las partículas” (pp.8).

En la industria textil el uso del látex es fundamental para el área de acabados con el fin de mejorar y aportar varias características al tejido. Sin embargo, otros estudios han brindado una mayor permeabilidad, absorción e incluso repelente al agua. Según menciona Neelambaram et al (2022) que el caucho artificial como el acrílico. Al tener un contenido sólido del 54% al 57% durante un proceso de polimerización en pequeña emulsión, exhibe propiedades superiores como una alta transparencia, mejores características térmicas y mayor resistencia al agua. Sin embargo, sus propiedades mecánicas tienen limitaciones.

El látex acrílico contribuye significativamente al medio ambiente y juega un papel importante en la salud personal. La resistencia al agua es uno de los factores más

importantes en la contribución o elaboración de productos que tienen como fin ser recubiertos, ya que se encargan de proteger compuestos volátiles que son causados por la quema de combustible. Este producto se usa en adhesivos, acabados de papel, lonas entre otros.

El látex natural, al ser utilizado en diversas industrias, destaca especialmente en el sector de la construcción, este material, al interactuar con derivados del carbono, mejora la adherencia y refuerza las estructuras de hormigón. Como resultado, se obtienen ventajas significativas en términos de resistencia, ya que su capacidad de absorción contribuye a optimizar las propiedades hidrofóbicas e impermeables del concreto (Maldonado, 2023). Esto no solo aumenta la durabilidad de las estructuras, sino también puede reducir costos a largo plazo al minimizar la necesidad de mantenimiento además de ser un producto sostenible y eficiente en la construcción moderna.

El látex natural optimiza la eficacia y la duración del pavimento, gracias a los diferentes compuestos como es el elastómero que contribuye a incrementar la resistencia a la humedad al incorporar metanol, lo que a su vez disminuye la energía requerida durante el proceso de compactación (Neelambaram et al., 2022).

Esto se debe a que el látex aporta una notable elasticidad y flexibilidad al pavimento, mejorando así a las condiciones climáticas; sin embargo, el látex no solo se utiliza en la construcción, sino que también juega un papel importante en la industria textil. Se utiliza como acabado en prendas de baño y ropa deportiva para aumentar la resistencia y la transpirabilidad.

## **1.2 Marco legal**

### **1.2.1 Constitución de la República del Ecuador**

En base a la Constitución del Ecuador mencionan los siguientes artículos que hacen referencia a la preservación y cuidado del medio ambiente que deben aplicarse dentro de la industria textil (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

**Artículo 83.-** Literal 6 establece: Los deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

**Artículo 395.-** Literal 1 detalla: El Estado promoverá un desarrollo sostenible que sea ambientalmente equilibrado y que respete la diversidad

cultural, asegurando la conservación de la biodiversidad y la capacidad de regeneración de los ecosistemas, al tiempo que satisfaga las necesidades tanto de las generaciones actuales como de las futuras (pp. 41-188).

### 1.2.2 Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

Este proyecto de investigación se enmarca bajo la resolución N° 122-SO-HCU-UTN, donde se encuentran en vigencia las siguientes líneas de investigación detallado en la Tabla 2 establecidas por la Universidad Técnica del Norte (Universidad Técnica del Norte [UTN], 2022).

**Tabla 2**

*Líneas de investigación UTN*

N°	Detalle
<b>1</b>	<b>Producción Industrial y Tecnología Sostenible.</b>
2	Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible.
3	Biotecnología, Energía y Recursos Naturales Renovables.
4	Soberanía, Seguridad e Inocuidad Alimentaria Sustentable.
5	Salud y Bienestar Integral.
6	Gestión, Calidad de la Educación, Procesos Pedagógicos e Idiomas.
7	Desarrollo Artístico, diseño y publicidad.
8	Desarrollo Social y del Comportamiento Humano.
<b>9</b>	<b>Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico.</b>
10	Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética)

Fuente: (UTN, 2022)

Considerando las líneas mencionadas anteriormente y aquellas con las que trabaja la Carrera de Textiles, esta investigación se enmarcará en las líneas uno y nueve.

### 1.3 Marco conceptual

#### 1.3.1 Características del carbón activado

Es un mineral de origen orgánico compuesto en su mayor parte por carbono, su formación resulta de la acumulación progresiva de material vegetal parcialmente descompuesto a lo largo de los años, creando una capa conocida como turba (Lara, 2024).

Al someterse a un proceso de activación, este material desarrolla una estructura cristalina, por lo cual, otorga una de las principales características del carbón activado que es la retención de materiales, esta propiedad física se manifiesta mediante una notable

afinidad molecular, que favorece la adsorción de diversas sustancias al interior de su estructura. Además, la activación química cuenta con grupos funcionales específicos en la superficie del material, mejorando más su interacción con diferentes compuestos que aportan a esta capacidad.

Por lo tanto, las diferencias más destacadas radican en el grado de orden de sus átomos entendiendo así que la presencia de carbono en la superficie de la estructura activa de manera notable la capacidad para atraer compuestos con los que entra en contacto, otorgándole así propiedades especiales, como la alta conductividad eléctrica y firmeza (Sevilla, 2011).

Así mismo, como se observa en la Figura 1 la presencia de microporosidades en su superficie resalta la capacidad de adsorción, además son reconocidos por la variación en el tamaño que oscilan entre 1 y 5 milímetros. Por lo tanto, se clasifican en tres tipos principales (Ponce, 2019).

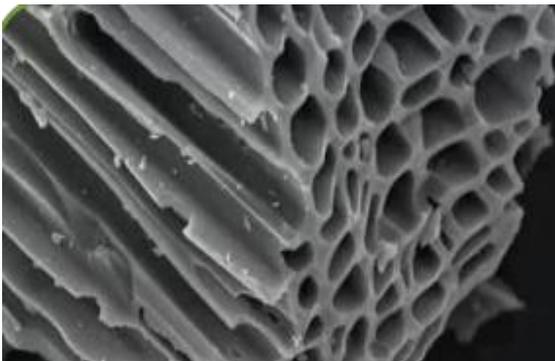
- Micro porosos
- Poros medios o mesoporos
- Macro poros

Es fundamental tomar en consideración que el tamaño en este material depende de tres factores clave que se definen como:

- La materia prima
- El proceso de activación
- La duración del proceso

### **Figura 1**

*Porosidad del carbón activado*



Fuente: (Carbón vegetal, 2019)

Esta variabilidad ayuda a la aplicación en diversas industrias y contribuye a la innovación en el desarrollo de nuevos productos, especialmente en la industria textil ya que aprovecha sus propiedades, lo que da paso a la innovación y desarrollo de nuevos productos.

Diversos estudios han identificado tres tipos de variaciones destacados, cada uno con características distintivas, como se observa en la Tabla 3, proporcionando una descripción de sus propiedades, lo que a su vez influye en sus diversos contextos industriales.

**Tabla 3**

*Variaciones del carbón activado*

Tipos de carbón	Características
<b>Lignito</b>	Es el carbón con menor valor, ya que contiene menos carbono (30%) y más agua. Es una sustancia parda y desmenuzable, con algunas estructuras vegetales visibles.
<b>Hulla</b>	Se origina por la presión del lignito. Cuenta con una gran capacidad calorífica, por lo que se usa en plantas de producción de energía. Sin embargo, es quebradiza y de color negro, con una concentración del 75% y el 80% de carbono.

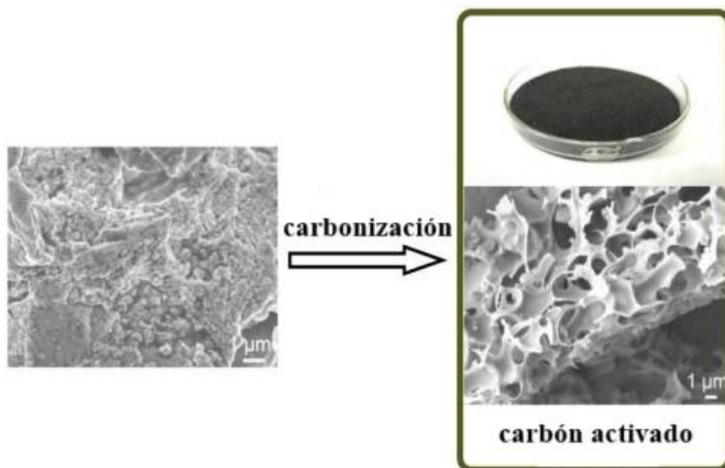
**Fuente:** (Sevilla, 2011)

Uno de los factores más relevantes en la producción de carbón activado es el proceso de activación, que puede llevarse a cabo mediante dos métodos principales la carbonización física y la activación química, por lo cual Álvarez y Quispe (2021), menciona el método de carbonización, que implica la quema de materias primas a temperaturas elevadas entre 500 y 900 °C, requiere una atmósfera interna con un nivel de oxidación, además de vapor, aire o dióxido de carbono a temperaturas que oscilan entre 800 y 1000°C.

En contraste, la activación química implica la impregnación de agentes químicos deshidratantes, como el ácido fosfórico, y se lleva a cabo a temperaturas más bajas. Este enfoque difiere significativamente del proceso físico, donde la temperatura y la atmósfera juegan un papel crucial en la efectividad de la activación del carbón.

## Figura 2

### Proceso de elaboración del carbón activado



Fuente: adaptado de (Álvarez y Quispe, 2021)

A lo largo del tiempo el carbón activado se ha comercializado en dos formas principales: en polvo y granulado con alta porosidad como se visualiza en la Figura 2.

El carbón en polvo presenta partículas que van de 15 a 25 micras, mientras que el granulado se encuentra entre 2 y 5 mm, que a su vez dispone de dos variantes, el carbón fragmentado y el que adopta formas específicas como cilindros o discos (Azabache y Cachay, 2019), influyendo así significativamente en la eficiencia y rendimiento del mismo.

Gracias a su gran versatilidad, se ha llegado a utilizar en diversas áreas, especialmente en el sector médico y de manera particular en odontología, donde se incluye en productos como pastas dentales, cepillos de dientes entre otros. Así mismo, en la industria textil se emplea en la producción de tejidos técnicos, cintas adhesivas, filtros de purificación y prendas con propiedades antimicrobianas y desodorizantes, debido a su excelente capacidad de adsorción.

### 1.3.2 Características y usos del látex natural

El látex es un polímero disperso en agua que se caracteriza por su aspecto lechoso y su capacidad de permanecer suspendido en emulsiones compuestas por diversas sustancias, tales como resinas, taninos (también conocidos como corteza), alcaloides, proteínas, almidonas, azúcares y aceites. Este material, al entrar en contacto con el aire, experimenta un proceso de solidificación rápida (Arreola et al., 2020).

Palacios (2017) asegura que el látex natural preservado es un tipo de material que ha sido tratado químicamente para conservar su pH cerca de la neutralidad, lo que previene la coagulación involuntaria que puede ocurrir debido a microorganismos o enzimas presentes en entornos con un pH de 2 a 5. Por lo tanto, este producto puede presentarse en diversas formas y calidades, incluyendo látex en estado líquido como se representa en la Figura 3 y caucho en estado sólido; estas variaciones dependen del tratamiento aplicado en la materia prima.

Para asegurar la obtención de látex natural en buenas condiciones se debe seleccionar un árbol con una edad entre 6 y 15 años y un diámetro mínimo de 30 cm (Gutiérrez, 2020).

### **Figura 3**

*Extracción de látex natural*



Fuente: (Pesquera, 2018)

Por lo cual, la resina o caucho natural obtenido de árboles se caracteriza por su alta adaptabilidad y una durabilidad estimada de 17 a 20 años. Además, ofrece propiedades destacadas como excelente transpirabilidad, un olor sutil y un tacto suave. En contraste, el látex sintético, derivado principalmente del petróleo, posee una durabilidad de 13 a 15 años gracias a la adición de antioxidantes. Sin embargo, este material presenta limitaciones, como una transpirabilidad moderada, una textura pegajosa y un impacto significativo en las vías respiratorias debido a su composición química. (Gutiérrez, 2020).

Del mismo modo al ser el látex un producto perdurable varias industrias se enfocan en la “fabricación de productos como pegamentos, tejidos de alfombras, espumas, globos, guantes entre otros” (Peña, 2021).

Su uso se vuelve popular gracias a sus propiedades, además de contar con la capacidad de adaptación para la elaboración de artículos de uso cotidiano como se aprecia en la Figura 4 que requieren flexibilidad y resistencia por lo cual es un material versátil y altamente funcional.

#### **Figura 4**

*Productos elaborados a base de látex natural*



Fuente: (Procedencia látex natural, 2023)

#### **1.3.3 La lana de oveja un recurso renovable**

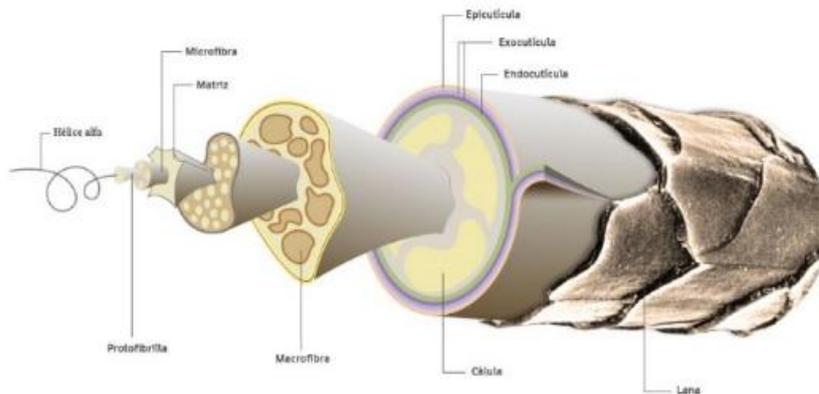
La lana de oveja destaca por una amplia gama de propiedades que la posicionan como uno de los materiales textiles proteínicos más importantes, para Sánchez (2021) esta fibra cuenta con una alta capacidad de aislamiento térmico gracias a su estructura y forma, atribuyendo así a la capacidad de transpiración además de contar con escamas que crean bolsas de aire caliente de tamaño microscópicas que evitan el paso del mismo creando un recubrimiento.

Este material es considerado un recurso renovable, dado que su crecimiento ocurre de manera natural. Sin embargo, este proceso también conlleva la presencia de numerosas impurezas, causadas por la exposición a factores como el método de crianza, la ubicación geográfica, el número de esquilas realizadas y la época en la que se realiza esta actividad (Pilataxi, 2020).

Además, el pelo de la oveja está recubierto por diversas capas que forman su estructura como se ilustra en la Figura 5 “en la capa más externa (cutícula) se producen sustancias generadas por las glándulas del animal lo cual progresivamente se acumula en su superficie de la dermis permitiendo la protección de la piel frente condiciones ambientales adversas” (Gilabert, 2020).

## Figura 5

### *Estructura interna de la lana*



Fuente:(Laulhère, 2023)

### 1.1.2. Características principales de la lana

“La lana se caracteriza por su contenido de queratina, compuesta por un 50% de carbono, 7% de nitrógeno, 25% de oxígeno, 17% de hidrógeno y 4% de azufre, lo que la convierte en una fibra ecológica” (Peralta, 2022). Estos nutrientes y compuestos no solo son beneficiosos para la regeneración de suelos, sino que también contribuyen a un medioambiente respetuoso.

La lana presenta diversas características. Según Bárbara (2021) se destacan las siguientes:

**Diámetro:** El 80% de la lana presenta un diámetro mediano, adecuado para la confección de telas pesadas, mientras que las fibras más gruesas se destinan a la fabricación de alfombras. Este diámetro depende en gran medida de factores genéticos, así como de la nutrición, el sexo y la edad del animal.

**Largo:** La longitud es un factor importante, ya que existen dos tipos de hilado, para el hilo peinado se requiere fibras de más de 5 cm y las más cortas se descartan o se procesan mediante el cardado.

Sin embargo, la higroscopicidad es una de las propiedades más notables, ya que cuenta con la capacidad de absorber aproximadamente un 30% de humedad y al exponerse a diversas condiciones ambientales, esta fibra puede generar la sensación de humedad, pero de manera confortable (Román, 2019). Demostrando ser un elemento funcional que aportado diversas propiedades que lo hace adecuado para la elaboración de

prendas de vestir en especial mantas, suéteres, guantes, entre otros además de artículos para el hogar.

#### 1.4 Tejido de punto

El género se forma mediante una serie de hilos que se entrelazan utilizando una fontura de agujas en máquinas circulares o rectilíneas, las cuales son alimentadas por un único hilo para crear lo que técnicamente se denomina malla (Benavides, 2018), por lo cual confiere una gran elasticidad, tacto delicado y alto rendimiento siendo algunas de las características principal de las prendas de punto.

Para Cruz (2024), el tejido de punto cuenta con 3 elementos fundamentales que son:

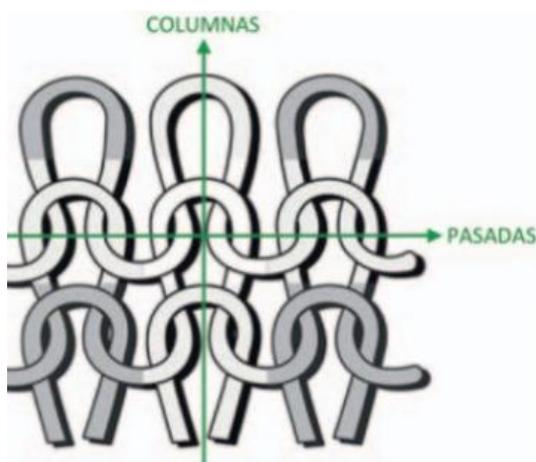
- **Malla:** está constituido por bucles que forman el tejido de punto, está constituido por arco o cabeza, lado y pie.
- **Pasada:** hilera formada de manera transversal de mallas formados consecutivamente provocado por la alimentación de hilo a todas las agujas.
- **Columna:** se les considera a las hileras que se encuentran en el ancho del tejido(pp.26).

##### 1.4.1 Tejido de punto por trama

En la Figura 6 se ilustra cómo el tejido de punto por trama es considerado un género que está conformado por una serie de elementos que se entretajan entre sí, conformando una malla.

#### Figura 6

*Estructura tejido de punto por trata*



Fuente:(Cruz, 2024)

### 1.4.2 Tejido jersey

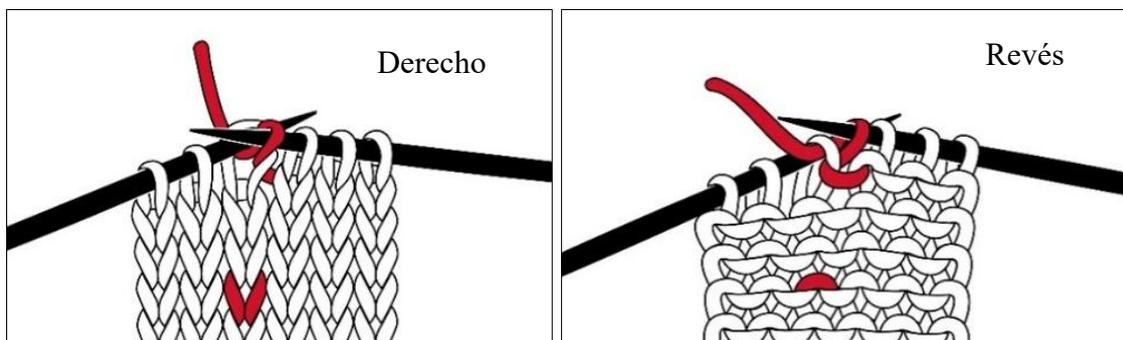
El tejido de punto jersey es un tipo de tejido de punto plano que se caracteriza por tener una cara y un revés que se pueden diferenciar como se muestra en la

Figura 7 y se obtiene mediante un proceso en el que las agujas de tejer forman una serie de bucles que se entrelazan entre sí en una dirección (Condori, 2021).

Este tipo de tejido simboliza el patrón tradicional en los tejidos de punto, este actúa como fundamento para otros tejidos que son elaborados en máquinas rectilíneas o de monofontura, además se distingue por su peso reducido y finura que aportan en la habilidad para expandirse en sentido vertical y horizontal (Montalvo, 2024).

**Figura 7**

*Derecho y revés tejido jersey*



Fuente: (El punto jersey, 2023)

Ipiales (2022) menciona que este tejido es ideal para prendas adaptadas al cuerpo y permiten que el aire circule por él, por lo que las prendas son muy frescas, se usan en varias aplicaciones como prendas de vestir, calzados, artículos domésticos, entre otros.

### 1.4.3 Resistencia al desgarre

La evaluación al desgarro de los textiles puede ser afectados en dirección trasversal y longitudinal, estos factores pueden estar influenciados por el tipo del tejido y la composición.

El género de punto se distingue por poseer una estructura de bucles, lo que le confiere mayor elasticidad y resistencia en comparación con materiales planos (calada), que presentan una disposición menos densa (Cayambe, 2023). Por lo tanto, es fundamental en la industria textil esta evaluación ya que permite optimizar la selección de materiales y mejorar el rendimiento de los productos finales, la evaluación adecuada de estas propiedades mecánicas garantizando así la satisfacción del consumidor.

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Tipos de investigación a aplicar para la evaluación de resistencia al desgarre

Se denomina una investigación científica a los métodos aplicados para alcanzar un objetivo específico, desarrollando diferentes puntos del estudio que combinan la observación y la formulación de datos obtenidos (Nieto, 2018). El enfoque utilizado en esta investigación científica fue la cuantitativa, el cual permitió llevar a cabo procesos rigurosos y contribuyó en la evaluación de datos, esto aportará de manera significativa al avance de nuevos conocimientos, ya que los hallazgos pueden ser generalizados a otras situaciones similares y utilizados para fundamentar futuras investigaciones.

##### 2.1.1 Investigación experimental

Galarza (2021), afirma que la investigación experimental implica la manipulación intencionada de una o más variables para observar los cambios resultantes en las variables dependientes, este método permite establecer un control de las condiciones. Por lo tanto, esta investigación se clasificó como experimental, ya que se llevó a cabo la aplicación de diversas concentraciones de carbón activado y látex natural para determinar la fórmula idónea, dando paso a la recopilación de información mediante el uso de equipos y normativas establecidas en los laboratorios de calidad textil.

##### 2.1.2 Investigación comparativa

La investigación comparativa es un proceso sistemático que implica la aplicación de variables con fines empíricos, lo que permite la verificación de hipótesis (Sánchez y Murillo, 2021). Mediante la comparación de variables, se obtuvo una comprensión más profunda de los fenómenos estudiados y evaluó la validez de las teorías existentes, por lo tanto, esta indagación se centró en la comparación de tres formulaciones distintas con una muestra base, para determinar su efectividad en el aumento de la resistencia al desgarre.

#### 2.2 Técnicas de investigación

Según Medina et al. (2023) las técnicas de investigación son métodos utilizados para recopiar y analizar datos. Este puede incluir diversas estrategias como: encuestas, entrevistas, observaciones, experimentos entre otros.

##### 2.2.1 Técnica de investigación cuantitativa

La investigación cuantitativa analiza datos de naturaleza científica y numérica utilizando herramientas estadísticas. Este método permite recopilar y examinar

información de manera analítica facilitando la identificación de comportamientos similares entre las variables (Daen, 2011).

Al emplear una orientación cuantitativa en la evaluación al desgarrar de muestras con diferentes concentraciones de carbón activado y látex natural, se aumentó la validez y confiabilidad de los resultados, permitiendo inferir el comportamiento de los materiales en condiciones similares. Además, el uso de técnicas estadísticas permitió determinar si las variaciones en las formulaciones contribuyeron de manera positiva a el tejido.

### 2.3 Flujogramas

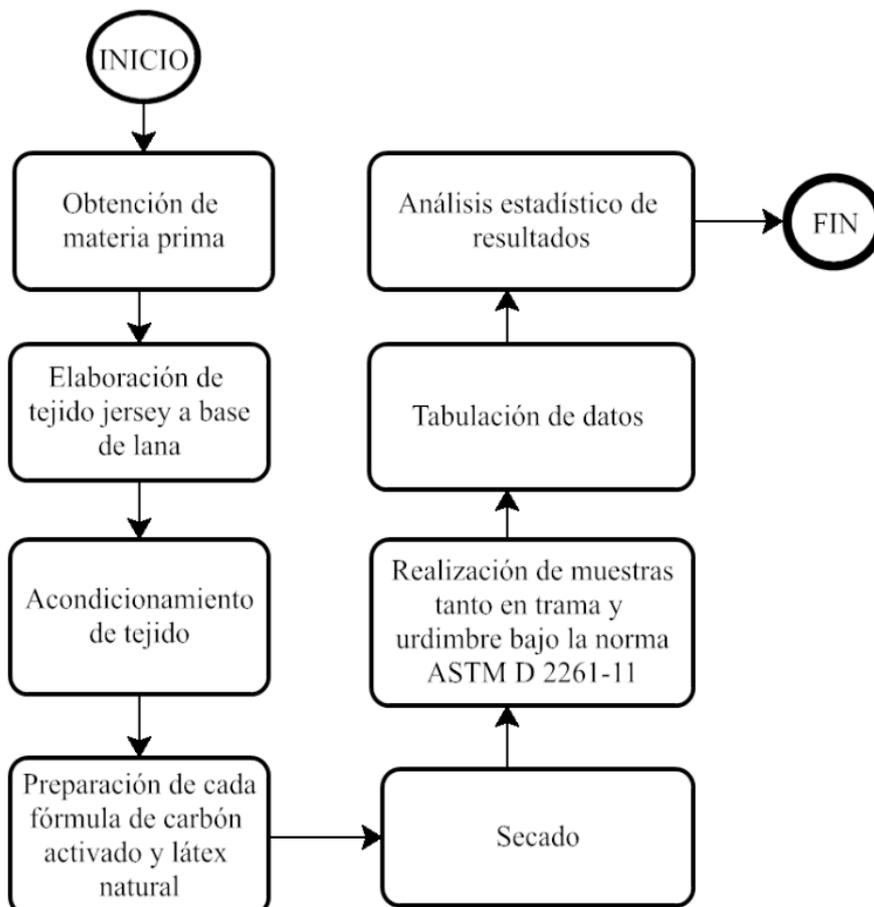
En esta sección se presenta el flujo general y muestral correspondiente a las diferentes procedimientos y dosificaciones utilizadas en el presente proyecto.

#### 2.3.1 Flujograma general

El flujograma de proceso general mostrado en la Figura 8, detalla los subprocesos de manera integral.

**Figura 8**

*Flujograma general de procesos*

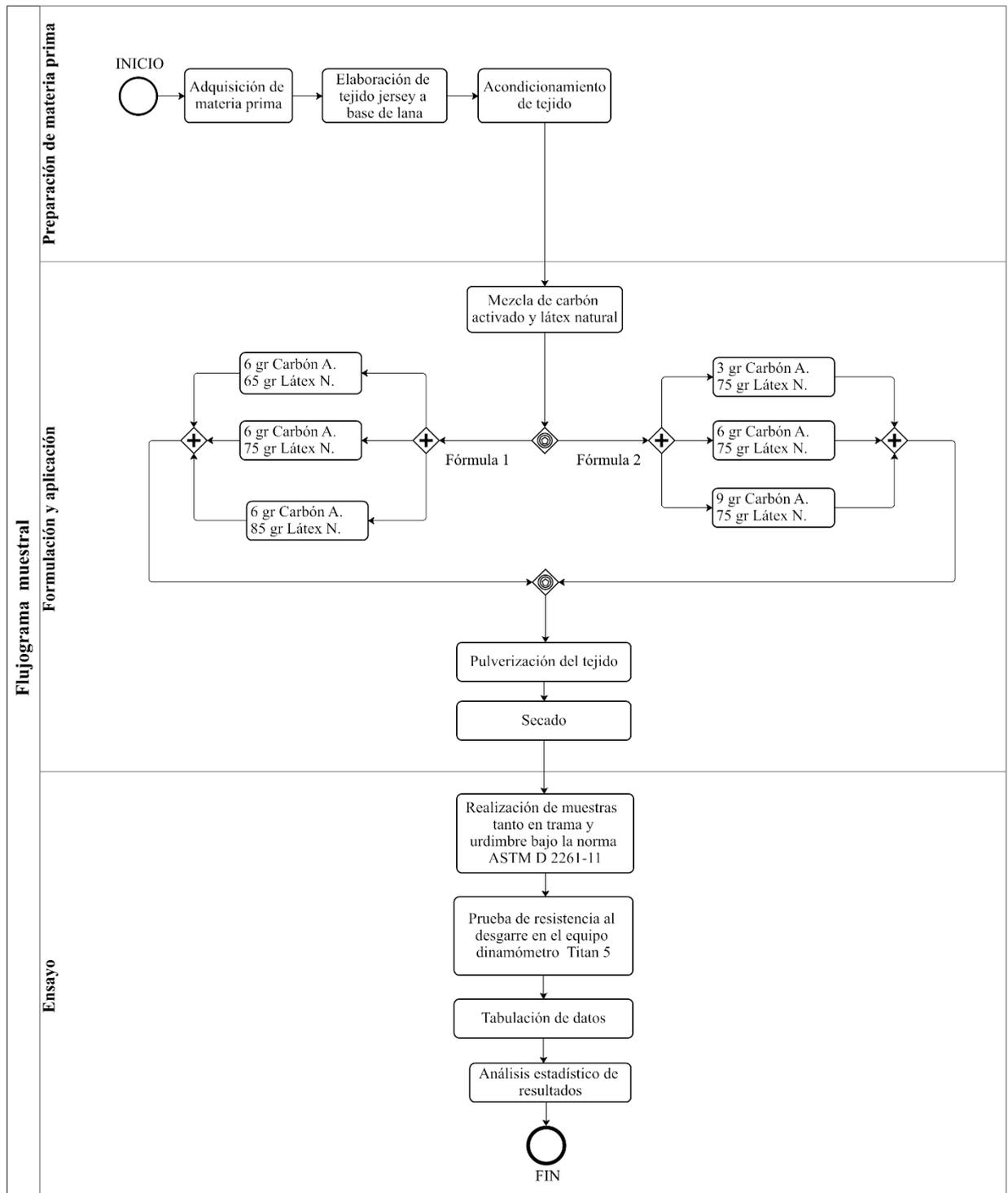


### 2.3.2 Flujograma muestral

En esta sección, la Figura 9 detalla el proceso de elaboración del tejido de lana y la aplicación de las diferentes concentraciones de látex natural y carbón activado para la evaluación de resistencia al desgarre.

**Figura 9**

*Flujograma de proceso muestral*



## 2.4 Equipos y materiales

Los materiales y equipos empleados para la elaboración del tejido de lana biodegradable que incorpora látex y carbón activado, así como la evaluación de resistencia al desgarro es un punto fundamental en este proceso. Por lo tanto, este apartado presenta los elementos clave que constituyen el punto de partida para el desarrollo de esta investigación.

### 2.4.1 Materiales

Este apartado tiene como objetivo detallar las principales características y propiedades de los materiales utilizados.

- **Tejido de lana**

Para la realización de este trabajo de investigación se seleccionó un tejido de lana 100% que cuenta con varias características que se encuentran detalladas en la Tabla 4. Este tejido ofrece múltiples particularidades que lo hacen versátil, ya que combina elasticidad y comodidad, lo que lo convierte en una opción adecuada para una amplia variedad de prendas y accesorios.

Al elegir fibras naturales, se fomenta una perspectiva más ecológica en las industrias de accesorios como son los guantes de construcción, en concordancia con las tendencias actuales hacia prácticas más conscientes y amigables con el entorno.

**Tabla 4**

*Caracterización del tejido de lana*

<b>Características</b>	<b>Detalle</b>	<b>Muestra del tejido</b>
Composición	Lana (Wo) 100%	
Color	Crudo	
Título de hilo	3/15 Nm	
Genero de tejido	Punto	
Ligamento	Jersey simple	

- **Látex natural**

Al incorporar látex o más conocido como caucho natural (visualizar la Figura 10) en el tejido se buscó ofrecer una alternativa amigable con el medio ambiente. Ambrona

(2018) menciona que este producto es altamente recomendado para la manipulación de todo tipo de materiales y superficies ya que cuenta con un buen agarre y resistencia a temperaturas entre 20 y 150 °C.

Aunque el látex natural constituye entre un 25 y 40% de caucho, este material se caracteriza por ser una sustancia acuosa que contiene una mezcla de grasa, ceras y diversas resinas gomosas que contribuyen así a la mejora de las propiedades mecánicas del tejido, sino que también favorecen a su funcionalidad (Castro, 2019).

### **Figura 10**

*Látex de caucho natural*



En la Tabla 5 se presentan las características técnicas del látex natural obtenido, junto con sus propiedades. Entre sus aplicaciones destaca la fabricación de guantes de construcción y las industrias en las que se emplea este material descrito en el Anexo 3.

### **Tabla 5**

*Especificaciones técnicas del látex natural*

<b>Características</b>	<b>Detalle</b>
Color	Blanco
pH	9
Viscosidad	20 a 40 s
Temperatura de almacenamiento	15 - 20 °C
Tiempo de durabilidad	12 meses

Fuente: (SAVIA, 2024).

- **Carbón activado**

Como se muestra en la Figura 11 el carbón activado es un material adsorbente producido a partir de fuentes carbonosas. Este producto presenta una apariencia de polvo suelto semejante a la harina y cuenta con un diámetro de aproximadamente de 44 micras, por lo cual puede ser tamizado en una malla 325, lo que facilita su uso y aplicación en diferentes industrias como se detalla en el Anexo 2.

**Figura 11**

*Carbón activado clarisorb E*



## 2.4.2 Equipos

Para la elaboración de un tejido a base de lana y la evaluación de su resistencia al desgarre, se requieren diferentes equipos. A continuación, se presentan los utilizados en este proceso.

- **Máquina rectilínea Shima Seiki**

Las máquinas de tejer planas son fundamentales en la fabricación textil, ya que optimizan la eficiencia y versatilidad en la creación de tejidos de punto a través de procesos semiautomáticos. La máquina lineal Shima Seiki (observar la Figura 12) maneja una amplia gama de hilos, desde fibras naturales hasta sintéticas, y ofrece unos amplios estilos de tejido para satisfacer una variedad de requisitos de diseño.

Además, tiene una cama de múltiples galgas que abarca desde la galga 8 hasta la 12, y un control de mando automatizado que optimiza su funcionamiento. Esto le brinda una gran flexibilidad en la producción. Esta máquina cuenta con 24 disposiciones de colores, lo que amplía las posibilidades de producción.

## Figura 12

*Máquina rectilínea Shima Seiki*



- **Dinamómetro textil Titan 5 James Heal**

Un dinamómetro textil es un instrumento de medición básico que se usa para medir la fuerza o la tensión de un tejido sea este plano o punto. Este dispositivo es crucial en un laboratorio de Ingeniería Textil ya que cuenta con varias características como se definen en la Tabla 6 que nos ayuda a evaluar propiedades mecánicas como la resistencia a la tracción, la elongación y otras características pertinentes de los tejidos.

**Tabla 6**

*Especificaciones técnicas del dinamómetro*

<b>Detalle</b>	<b>Descripción</b>
Modelo	Titán 5
Separación de ejes	250 mm
Velocidad	250 mm/min
Mordazas	T27
Célula de carga	1000 N
Valor de pretensión	0,5 N

Como se muestra en la Figura 13 este dispositivo puede realizar una variedad de pruebas, como la resistencia a la rotura, la tensión, la elongación, el desgarre de tejidos, costuras y el análisis de laminación. Estas evaluaciones se pueden aplicar a una variedad de materiales, incluidos geotextiles, cierres, piel, tejidos planos y tejidos de punto.

## **Figura 13**

*Dinamómetro Titán 5*



### **2.5 Procedimiento**

Para llevar a cabo este proyecto, se inició con la obtención de un tejido elaborado a base de lana, al cual se le aplicó una solución compuesta de látex y carbón activado mediante el método de pulverización, con el propósito de evaluar su resistencia al desgarre. A continuación, se describen detalladamente los procesos realizados en cada etapa.

#### **2.5.1 Proceso de elaboración del tejido jersey**

En esta investigación se empleó hilos de lana 15/3 Nm, estos fueron rebobinados en cinco conos de diámetro reducido, se hilvana en una máquina rectilínea con una galga número 8 para la producción del tejido.

Tras finalizar este procedimiento, se realizó el termofijado a través de un método casero usando una cocina industrial de dos quemadores, con una plancha metálica perforada en forma rectangular, en la que se colocaron 10 litros de agua, sobre esta se superpusieron varias capas de tela para prevenir el contacto directo con el vapor. Una vez que la temperatura llegó a los 90 °C se coloca el tejido sobre la estructura para termofijar como se observa en la Figura 14. Posteriormente, se extiende sobre una superficie plana y seca durante 24 horas. Trascurrido este periodo de tiempo queda listo para el proceso de pulverización.

**Figura 14**

*Proceso de termofijado del tejido de lana*



### 2.5.2 Aplicación de solución de látex y carbón activado

Para la aplicación de diversas soluciones de látex y carbón activado, se utilizó una pistola pulverizadora de alta presión (modelo F 75G). Este equipo cuenta con una boquilla de 1,5 mm y una capacidad de almacenamiento de líquidos de 300 centímetros cúbicos. Es fundamental destacar que, antes de utilizar este equipo, es necesario filtrar la solución a través de una gasa o un colador de pintura para evitar el paso de residuos.

Para el desarrollo del proceso de pulverización del tejido, se estableció una relación de baño de 1:2, la cual se utilizó para preparar las formulaciones de agua, látex natural y carbón activado, como se presentan en la Tabla 7. Cabe destacar que, al preparar la solución, el agua debe mantenerse a una temperatura de 60°C para evitar el engrudamiento del látex natural al momento de incorporar el carbón activado, de esta manera se garantiza tener una correcta mezcla entre estos elementos.

**Tabla 7**

*Fórmula 1*

Detalle	Dosificación					
	C1		C2		C3	
Concentración	Peso	Porcentaje	Peso	Porcentaje	Peso	Porcentaje
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Látex natural	65	29	75	32	85	35
Carbón activado	6	3	6	3	6	2
Agua	150	68	150	65	150	62
Peso total	221	100	231	100	241	100

**Tabla 8***Fórmula 2*

Detalle	Dosificación					
	C1		C2		C3	
Concentración	Peso (g)	Porcentaje (%)	Peso (g)	Porcentaje (%)	Peso (g)	Porcentaje (%)
Látex natural	75	32,9	75	32	75	32
Carbón activado	3	1	6	3	9	4
Agua	150	66	150	65	150	64
Peso total	228	100	231	100	234	100

**Nota:** En la primera fórmula, se conservó una proporción fija de carbón activado, mientras que, en la segunda, el componente invariable fue el látex natural.

En Tabla 7 se detallan las composiciones empleadas, expresadas tanto en masa (gramos) como en porcentaje. Es importante destacar que, el peso del carbón activado varió entre las tres concentraciones, mientras que el látex natural permaneció constante. Por lo contrario, en la Tabla 8 se realizó el procedimiento de manera inversa.

- **Preparación de la solución**

Para desarrollar la preparación de las concentraciones, se realizó el pesaje individual de cada componente en un vaso precipitado, utilizando una balanza analítica para garantizar una mayor precisión. Posteriormente, se mezclaron los tres elementos (agua, látex natural y carbón activado) hasta obtener una solución homogénea, como se muestra en la Figura 15. Por consiguiente, al medir el pH en las fórmulas 1 y 2 se obtuvo que este se encontraba en un rango entre 8 y 9 (solución alcalina). Finalmente, esta solución se transvaso al contenedor de metal de la pistola pulverizadora.

**Figura 15***Desarrollo de solución de látex natural y carbón activado*

Látex natural

Carbón activado

Solución

## Codificación de las soluciones

Para facilitar la identificación de las soluciones utilizadas para el tratamiento del tejido, se asigna un código alfanumérico a dichas concentraciones como se muestra en la Tabla 9 y se describe las cantidades específicas de látex y carbón natural empleadas a cada una de ellas de la siguiente manera:

Concentración ← **C01** → Número de la solución

**Tabla 9**

*Codificación de las soluciones evaluadas*

<b>Código</b>	<b>Detalle</b>
C00	Muestras que no se ha aplicado ningún tratamiento
C01	Muestras tratadas con 6g de carbón activado y 65g de látex natural
C02	Muestras tratadas con 6g de carbón activado y 75g de látex natural
C03	Muestras tratadas con 6g de carbón activado y 85g de látex natural
C04	Muestras tratadas con 3g de carbón activado y 75g de látex natural
C05	Muestras tratadas con 6g de carbón activado y 75g de látex natural
C06	Muestras tratadas con 9g de carbón activado y 75g de látex natural

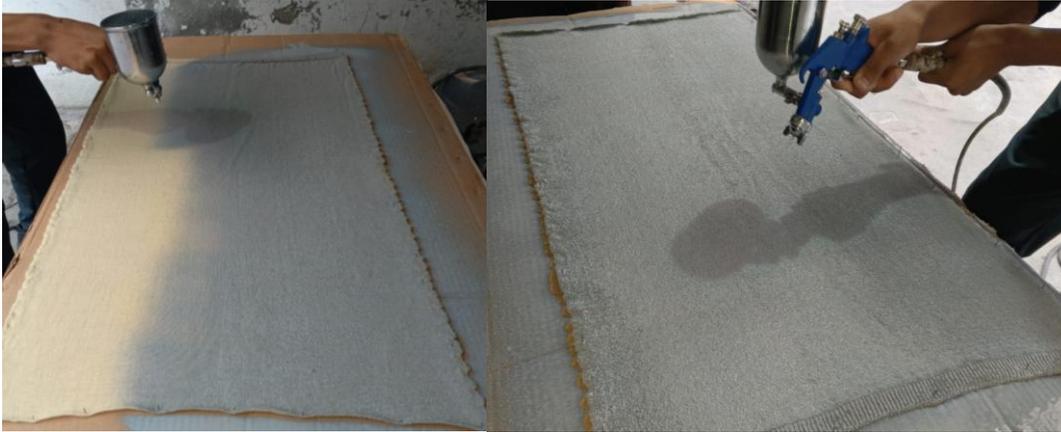
### 2.5.3 Proceso de pulverización en tejido jersey 100% lana

Para realizar el proceso de pulverización del tejido de lana, se colocó el sustrato sobre una base plana y rígida, asegurando su fijación para mantener estático durante la aplicación de la solución de acabado. Este procedimiento previo fue fundamental para garantizar una distribución homogénea de las concentraciones, consiguiendo así la uniformidad del tratamiento aplicado.

El proceso se llevó a cabo utilizando un sistema de aire comprimido que opero a una presión de 2 psi, aplicándose de derecha a izquierda con cinco pasadas por cada una de las concentraciones para asegurar un recubrimiento uniforme como se visualiza en la Figura 16. Finalmente, se realizó el proceso de secado a temperatura ambiente durante 24 horas. Una vez culminado este proceso, el tejido queda preparado para realizar las pruebas de resistencia al desgarre.

## Figura 16

### *Proceso de pulverizado*



#### **2.5.4 Norma de resistencia al desgarro de tejidos (ASTMD 2261-11)**

En esta investigación se aplicó la norma ASTM D 2261-11: Método de prueba estándar para determinar la resistencia al desgarro de tejidos de punto por el método de lengüeta. Este se lleva a cabo, mediante la simulación de la fuerza requerida para generar una ruptura de manera controlada en los materiales sometidos al ensayo.

##### **Principio**

Se somete una muestra de tejido a una fuerza de desgarre en dirección perpendicular a un corte inicial realizado en el material. Esta prueba simula el tipo de esfuerzo que podría ocurrir durante el uso real de productos o prendas de trabajo pesado. Este proceso proporciona una indicación clara de la durabilidad de las muestras expuestas.

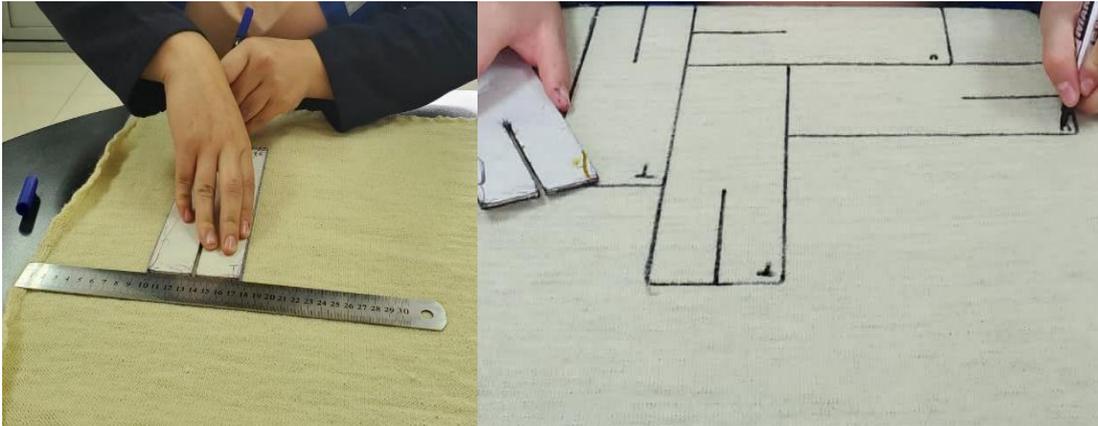
##### **Pruebas de laboratorio**

Para llevar a cabo el ensayo, es esencial seguir minuciosamente las actividades establecidas por la norma ASTMD 2261-11 la cual se detalla los siguientes pasos:

Antes de realizar el ensayo, es necesario acondicionar las muestras en un ambiente controlado en el cual debe contar con una temperatura de 21 °C y una humedad relativa del 65%. Posteriormente, se debe seleccionar una muestra de tejido en la dirección longitudinal (dirección máquina) y transversal, asegurándose de que sus dimensiones sean de 20 x 7,5 cm; para efectos del ensayo, se trazaron y cortaron 5 muestras en cada sentido. Una vez obtenida la muestra, se realiza un corte vertical de 7,5 cm en el centro. Como se visualiza en la Figura 17, las muestras deben ser tomadas a los 10 cm de distancia de los orillos del tejido.

### **Figura 17**

*Trazo de muestras en sentido longitudinal y trasversal*



Una vez finalizado el trazo y corte de las muestras. Se debe posicionar la probeta en el equipo asegurándose de que la hendidura quede centrada y en dirección vertical. Por lo cual, se coloca las caras opuestas del tejido y se aseguran las mordazas como se visualiza en la Figura 18. Es fundamental que, al momento de colocar las muestras, estas no estén tensas ni flojas, ya que esto podría alterar los resultados de la prueba.

### **Figura 18**

*Posicionamiento de la probeta*



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 3.1 Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en el ensayo de desgarro realizado con el equipo dinamómetro Titán 5, de acuerdo con la norma ASTM D2261-11.

Se evaluaron cinco muestras en las direcciones trasversal (CD) y longitudinal (MD). Este análisis permitió identificar la influencia de las variaciones en las proporciones de látex y carbón activado sobre las propiedades estructurales del tejido, proporcionando los datos clave para determinar cuál de las seis formulaciones es más eficiente al evaluar la resistencia.

##### 3.1.1 Tabulación de resultados de resistencia al desgarre del tejido biodegradable

En la Tabla 10 se presentan los resultados obtenidos de las muestras evaluadas en dirección longitudinal y trasversal. La tabla incluye los valores obtenidos de todas las concentraciones aplicadas, incluyendo la probeta de referencia (C00) para contrastar con el tejido tratado mediante diferentes dosificaciones de látex y carbón activado. Este enfoque permitió realizar una evaluación integral de los efectos de las soluciones sobre las propiedades mecánicas de la lana, ofreciendo una comprensión más precisa de la resistencia de las probetas analizadas.

**Tabla 10**

*Resultados dinamométricos en sentido longitudinal y trasversal*

N° Muestra	C00		C01		C02		C03		C04		C05		C06	
	Fuerza (N)		Fuerza (N)		Fuerza (N)		Fuerza (N)		Fuerza (N)		Fuerza (N)		Fuerza (N)	
	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD
1	98,2	98,7	116	99,8	96,7	79,0	83,7	81,2	70,6	92,6	79,3	129	88	102
2	81	113	98,2	74,2	74,2	77,6	92,6	79,2	71,0	80,6	90,9	78,4	80,1	85,9
3	77,6	108	97,9	92,7	85,1	86,3	78,8	75,8	81,3	85,5	75,2	104	97,3	88,6
4	102	104	76,3	128	74,4	86,6	86,2	75,8	71	94,8	65,7	89,6	95,8	103
5	103,5	100,5	88,4	84,7	89	87,9	86,2	64,3	76,6	78,7	91,2	128,6	87,9	81,4

### 3.1.2 Análisis de la varianza de los resultados obtenidos

En la Tabla 11, se presentan los resultados obtenidos de la prueba de resistencia al desgarre en sentido longitudinal y trasversal, donde se visualizan los valores derivados del análisis de varianza. Por lo cual se presenta el rango de dispersión de los datos que se encuentra entre 22,26 y 520.84. Además, se incluyen los valores máximos y mínimos, los cuales permiten identificar la eficiencia del acabado aplicado en el tejido.

**Tabla 11**

*Análisis de la varianza*

Detalle	C00		C01		C02		C03		C04		C05		C06	
	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD
N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Min	77,61	98,7	76,3	74,2	74,2	77,6	78,8	64,3	70,6	78,7	65,7	78,4	80,1	81,4
Max	103,5	113,5	116,2	128,8	96,7	87,9	92,6	81,2	81,3	94,8	91,2	129	97,3	103,7
Varianza	152,8	36	215,3	426,2	93,8	22,8	24,8	42,5	22,2	50,7	117,9	520	47,8	101,7
C. Var	13,3	5,71	15,37	21,4	11,5	5,7	5,82	8,6	6,3	8,2	13,4	21,5	7,6	10,9

De manera específica, los datos sugieren que la resistencia al desgarre está directamente influenciada por la concentración de los componentes aplicados, en particular el látex natural y el carbón activado. La concentración uno (C01), a pesar de presentar una dispersión alta con valores de 215,3 y 426,2, destaca por alcanzar un valor máximo de resistencia de 128,83 N en la dirección trasversal. Por otro lado, la probeta C05 sobresale en la misma dirección con una fuerza máxima de 129,27 N, aunque presenta un coeficiente de variación del 21,5 y una varianza de 520,8, lo que indica una alta dispersión en los datos.

Estas diferencias podrían atribuirse a factores relacionados con la interacción entre los componentes y la orientación de las fibras del tejido. Además, en ciertas concentraciones, como la C04, se observan valores de dispersión más bajos ya que cuenta con una varianza de 22,2, con un rango de fuerza de 94,8 N. Estos valores reflejan una mayor estabilidad en las propiedades mecánicas del tejido, aunque no alcanzó los valores máximos de resistencia.

### 3.1.3 Normalidad de los datos para determinar la confiabilidad de las pruebas

El análisis de normalidad de los datos se llevó a cabo con el propósito de evaluar la confiabilidad de los valores obtenidos en el ensayo de resistencia al desgarre. De acuerdo con el programa estadístico Past 4, cuando el valor de p es inferior a 0.05, la hipótesis de normalidad se rechaza. Además, diversas investigaciones estadísticas han señalado que las pruebas de Shapiro-Wilk y Anderson-Darling son las más precisas para este tipo de análisis.

Por lo tanto, en la Tabla 12 se presentan los resultados de la prueba de normalidad y confiabilidad en tanto en sentido longitudinal y transversal. Este análisis incluye los datos obtenidos de Shapiro-Wilk y Anderson-Darling, las cuales arrojaron valores de p (normal) superiores a 0.05, lo que confirma una confiabilidad del 95 % en los datos obtenidos, con lo cual, se avala la normalidad de los datos y respalda su utilidad de estos, garantizando la precisión en la interpretación de los resultados.

**Tabla 12**

*Prueba de normalidad*

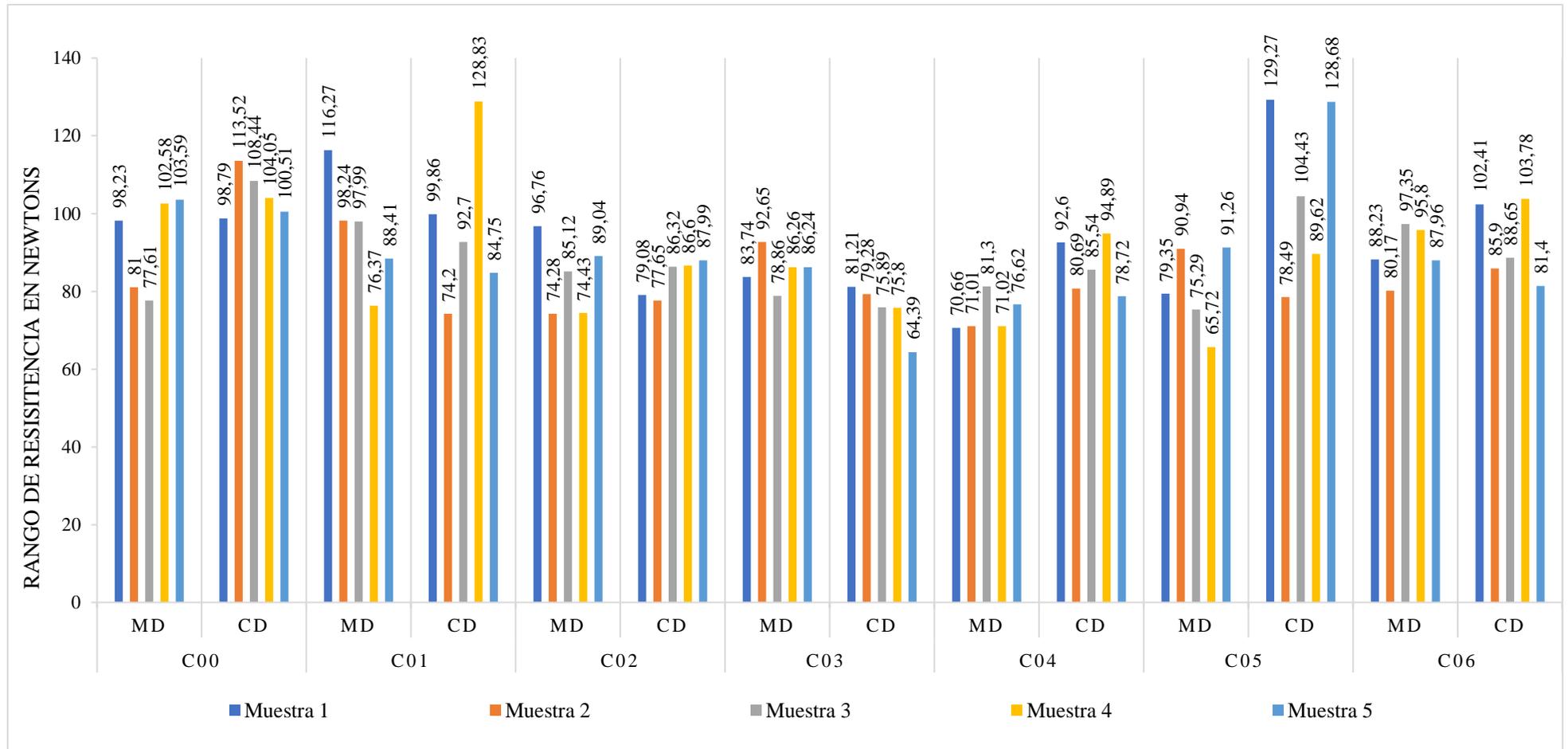
Detalle	C00		C01		C02		C03		C04		C05		C06	
	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD	MD	CD
N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Shapiro-Willk	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9
p(normal)	0,1	0,7	0,8	0,6	0,4	0,1	0,8	0,1	0,07	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3
Anderson-D	0,4	0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4
p(normal)	0,1	0,7	0,6	0,5	0,4	0,1	0,5	0,1	0,07	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3

### 3.1.4 Discusión de resultados

Para una mejor interpretación de los resultados, se ha implementado gráficos estadísticos como es el diagrama de barras. En la Figura 19 se visualiza los resultados obtenidos de las muestras en sentido longitudinal y transversal, destacando las diferentes concentraciones de carbón activado y látex natural.

**Figura 19**

*Gráfico de barras de los resultados de resistencia al desgarre*



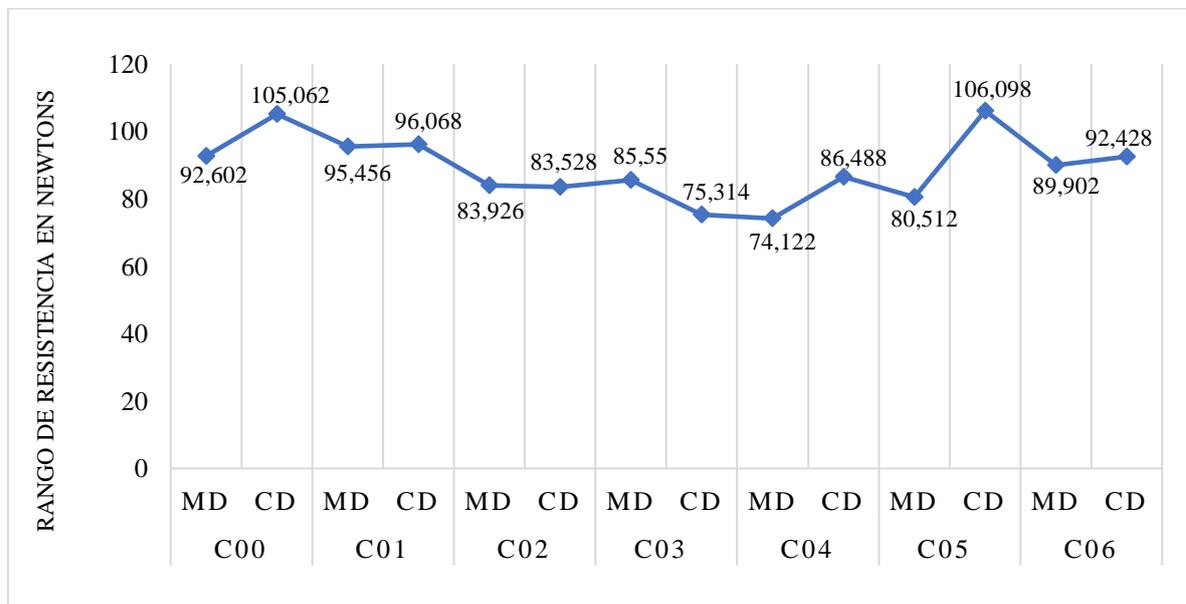
De acuerdo con los datos analizados, la combinación que presentó la mayor resistencia en sentido longitudinal fue la dosificación uno (C01), compuesta por 6 g de carbón activado y 65 g de látex natural, alcanzando un valor de resistencia de 116,27 N, en comparación con la concentración base (C00) que cuenta con 103,78 N en el mismo sentido, evidenciando que la dosificación uno (C01) superó de manera significativa a las demás concentraciones evaluadas, mostrando una mejora del 12,49% en MD.

Por otro lado, en sentido transversal las concentraciones que más se destacaron fueron la C01 y C05, con un rango de resistencia de 128,68 N y 129,27 N, respectivamente, evidenciando mejoras significativas en las muestras uno y cuatro. En este contexto, se determina que, aunque la dosificación uno (C01) arrojó resultados satisfactorios, la concentración cinco (C05), alcanzó una resistencia del 0,44% más en comparación con la C01.

En base al análisis de todas las concentraciones permitió determinar que la concentración cinco (C05) mostró un desempeño superior, con una resistencia de 129,27N. En comparación con las muestras C00 que presentó un valor de 113,52 N, lo que evidencia una mejora significativa del 15,75%. Por lo tanto, la C05 se consolida como la solución más eficiente en términos de resistencia.

**Figura 20**

*Gráfico de tendencia de resultados generales*



En la Figura 20 se muestran los valores medios correspondientes a cada una de las concentraciones. A partir de estos datos, se observa que la concentración cinco (C05) es la que presenta un mayor desempeño, con una resistencia de 106,09 N. Este valor representa un incremento del 1,03 % respecto a las muestras de referencia (C00) en sentido transversal.

Por otro lado, la concentración uno (C01) destaca en sentido longitudinal, con una resistencia de 95,45 N, lo que refleja una mejora del 2,85 % en comparación con la C00 en sentido longitudinal. Por lo cual, en base a estos resultados se pudo llegar a determinar que la concentración ideal para este tipo de acabado está compuesta por 6g de carbón activado y látex natural en un rango de 65 a 75g. Al respetar estos rangos, la propuesta presentada se posiciona como una opción idónea para maximizar la resistencia al desgarre del tejido de lana. Además, varias investigaciones han demostrado que la incorporación de látex natural contribuyen significativamente en las propiedades mecánicas del tejido (Chugá et al., 2024), lo que afirma la efectividad del caucho natural.

Finalmente, con base en los datos expuestos, uno de los factores que podría contribuir a la dispersión de los resultados en la evaluación de las muestras es la presencia de irregularidades en el tejido, así como la precisión en la aplicación de las soluciones. Un aspecto técnico crucial es la cantidad de carbón activado y látex natural incorporado en el tejido, ya que exceder las proporciones óptimas de estos materiales puede afectar negativamente su capacidad de resistencia. Según Rivadeneira, (2010), el látex natural al ser un polímero elástico, y el carbón activado al contar con una alta porosidad, generan una interacción que influye directamente en las propiedades mecánicas del tejido, afectando su flexibilidad y resistencia.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Mediante las fichas técnicas de los fabricantes, se validó la idoneidad de los materiales y su naturaleza biodegradable. Además, esta información se complementó con fuentes bibliográficas que respaldan su compatibilidad y la ausencia de riesgos al realizar la solución.
- Con base en investigaciones previas, se identifican diversas formulaciones para la aplicación de látex natural y carbón activado, en el proceso de pulverización se añadió el 26% más a las concentraciones aplicadas en otros estudios lo que constituye el valor ideal para la aplicación del acabado, tras varias evaluaciones se determinó que la formulación óptima es del 3% (6 g) de carbón activado (Clarisorb E) y látex natural que debe mantenerse en un rango de 29 al 32% (65 a 75 g) para garantizar su efectividad.
- Para analizar la resistencia al desgarre, se realizó ensayos conforme a la norma ASTM D2261-11 método de lengüeta. En base a la aplicación se obtuvo resultados que indican que, en el sentido longitudinal, la formulación más eficiente fue la concentración uno (C01), alcanzando una resistencia máxima de 128,83 N. Por otro lado, en el sentido transversal, la concentración cinco (C05) demostró un desempeño superior al registrar una resistencia máxima de 129,27 N. En términos generales, estos resultados reflejan una mejora del 15,75 % en comparación con las probetas sin ningún acabado (C00) por lo que permite afirmar un impacto positivo en las propiedades mecánicas del tejido.
- El análisis estadístico de los datos permitió validar la confiabilidad de los resultados, demostrando que los valores obtenidos del dinamómetro Titán 5 son 95% confiables. Sin embargo, durante el procesamiento de los datos, se registró un coeficiente de variación que cuenta con un valor del 21,5 % lo que indica una variabilidad moderada dentro de un rango estadísticamente aceptable.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda realizar estudios específicos como el tiempo que tardan en desintegrarse el sustrato textil con el uso de aditivos o tratamientos que aceleren la biodegradación del tejido sin comprometer la sostenibilidad del medio ambiente.
- Se recomienda aplicar la dosificación óptima propuesta en este trabajo de titulación con la finalidad de realizar otras investigaciones como la impermeabilidad o transpirabilidad mediante proceso de impregnación, lo que permitirá evaluar el desempeño de la concentración en otros tipos de ensayos.
- Se propone realizar el proceso de pulverización de manera controlada, utilizando equipos que aseguren una aplicación homogénea de la solución en el tejido a diferentes valores de temperatura, permitiendo evaluar la eficiencia del proceso en términos de resistencia y mejora mecánica del tejido.
- Se sugiere llevar este estudio en base al tejido desarrollado a otras áreas de investigación como la agricultura, la construcción y la salud, permitiendo explorar la versatilidad del acabado en otros campos con el fin de promover la sostenibilidad.
- Uno de los factores más relevantes en esta investigación fue la dispersión de los datos en la evaluación de la resistencia del tejido, influenciada por la irregularidad en su estructura. Por lo cual, es fundamental verificar los gramajes del tejido para evitar que influyan en la resistencia, garantizando así resultados precisos en los ensayos realizados.

## Referencias bibliográficas

Álvarez, A., & Quispe, S. K. (2021). *Carbón activado con residuos de plantas secas para la adsorción de cromo en medio acuoso: Revisión sistemática*.

Ambrona, A. J. (2018). *Estudio para la determinación del tipo de guante apropiado a usar, según la obra de arte a manipular. Propuesta de manual de procedimientos*.

Arreola, M. M. S., Izazaga, K. P. Á., & Bermúdez, C. M. C. (2020). Caracterización parcial de la resina presente en el látex proveniente de la *Artocarpus Heterophyllus* Lam. *Multidisciplinas de la Ingeniería*, 8(11), 1-11.

Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. *Quito: Tribunal Constitucional del Ecuador. Registro oficial Nro, 449, 41-188*.

Aucapuella, J. (2021). *Revisión sistemática: Adsorción de metales pesados en aguas contaminadas usando carbón activado*.

Azabache, Y. F., & Cachay, W. (2019). *Efecto del carbón activado, obtenido experimentalmente a partir de cáscara de café (Coffea Arábica L.), en la adsorción de metales pesados, en aguas del acuífero del distrito de Yantaló, Moyobamba, 2017*.

Bárbara, C. (2021). *Evaluación de los factores que afectan la calidad de la producción de lana en el Valle Medio provincia de Río Negro [PhD Thesis]*.

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 [B.S. thesis]*.

Buteler, M. (2019). *¿Qué es la contaminación por plástico y por Qué nos afecta a todos?*

Cando, C., Salazar, D., & Muñoz, J. (2021). Estadística de información ambiental económica en gobiernos autónomos descentralizados municipales. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Quito*.

Castro, B., Del-Puerto, G., Jaraba, J., & López, E. (2021). Latex biodegradable. *Ingenia Materiales*, 3, 8-13.

Castro, P. J. C. (2019). *Prefactibilidad para la implementación de una planta de transformación y comercialización de caucho natural en lámina procedente de una plantación agrícola en el Municipio de Puerto Gaitán Meta* [PhD Thesis]. Universidad Católica de Colombia.

Cayambe, J. A. (2023). *Análisis comparativo de la resistencia al desgarro y abrasión en tejidos de punto jersey, cáñamo/algodón 55/45% y algodón 100%* [B.S. thesis].

Cedeño, G. M. (2021). *Aprovechamiento de residuos de cáscara de cacao en la obtención de carbón activado para ser usado como medio filtrante*.

Chugá, V., Encalada, E. R., & Pasquel, J. P. (2024). Strength and Elongation Analysis of a Coconut Fiber-Based Nonwoven with Potential Applications for Geotextiles. En G. F. Olmedo Cifuentes, D. G. Arcos Avilés, & H. V. Lara Padilla (Eds.), *Emerging Research in Intelligent Systems* (pp. 191-202). Springer Nature Switzerland.

Condori, L. (2021). *TEJIDO DE PUNTO*.

Cruz, A. S. (2024). *Análisis comparativo de resistencia a la tracción ya la abrasión, en tejido jersey terminado en algodón 100% y mezcla bambú/algodón 70/30 fabricados con título 20/1 Ne* [B.S. thesis].

Cuadra, V., Lezcano, R., Bayard, C., Villarreal, J., Robinson-Duggon, J., & Miranda-Montenegro, M. L. (2023). Los microplásticos en el entorno acuático: Un vistazo a la cinética, mecanismo de degradación, impacto ambiental y en la salud humana: Microplastics in the aquatic environment: An overview of kinetics, degradation mechanism, environmental and human health impact. *Revista Científica Vida Natural*, 1(1).

Cuetara, D. G. T., & García, C. T. (2021). Consumismo de ropa y contaminación de la industria textil: Una propuesta para revertirlo. *DIS*, 9, 1-24.

Daen, S. (2011). Tipos de investigación científica. *Revista de Actualización Clínica Investiga Boliviana*, 12, 621-624.

*El punto jersey*. (2023, febrero 28). <https://laovejaescocesa.com/el-punto-jersey-punto-liso/>

Fiestas, M. S., & Millones, A. L. (2019). *Influencia de la concentración y el tiempo de contacto del carbón activado de cáscara de coco en la remoción de arsénico de aguas subterráneas de Mórrope*. 21.

Galarza, C. A. R. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 10(1), 1-7.

Gilabert, E. J. (2020). Química textil. Tomo I: materias textiles. *Colección Académica*.

Gutiérrez, J. G. (2020). *Diseño de mezcla asfáltica con la incorporación de látex natural, vía expresa San Sebastián-Cusco-2019*. 21-28.

Ipiates, H. E. (2022). *Evaluación de las características antibacteriales en tejido de punto jersey 100% CO aplicando un acabado químico textil con nácar* [B.S. thesis].

Lara, A. R. (2024). *Desarrollo de un purificador de aire mediante carbón activado con sistema de medición IoT para ambientes laborales cerrados* [Master's Thesis]. Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica.

Laulhére. (2023). *LA LANA MERINA | Boinas militares*. <http://www.military-beret.com/es/la-lana-merina/>

Maldonado, L. Y. (2023). *Análisis de la propiedad de impermeabilidad del filamento de celulosa de bambú "Angustifolia" adherido de carbón activo y látex* [B.S. thesis].

Medina, M., Rojas, R., & Bustamante, W. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.

Montalvo, J. E. (2024). *Determinación de las propiedades de arrugado y pilling en un tejido jersey 100% algodón aplicando zeolita y resina* [B.S. thesis].

Neelambaram, P., Shankar, A., Sykam, K., Kumar, D. R., Chakrabarty, A., & Narayan, R. (2022). Siloxane-based high solid acrylic latex by mini-emulsion polymerization for coatings with improved water resistance. *Progress in Organic Coatings*, 171, 107011.

Nieto, N. (2018). *Tipos de investigación*.

Palacios, F. G. (2017). *Análisis de las características mecánicas de un material compuesto a partir de matriz elastomérica de látex reforzado con gránulo de caucho reciclado para elaboración de pisos* [B.S. thesis]. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica ....

Peña, E. J. (2021). *Evaluación de modelos cinéticos utilizados en el proceso termogravimétrico de la degradación del látex natural (Hevea brasiliensis) en el cantón Caluma*.

Peralta, E. (2022). *Lana de ovino como aislante térmico en proyectos de acondicionamiento de las Instituciones Educativas alto andinas de Ayacucho, 2021*.

Pesquera, S. de I. A. y. (2018). *Hule hevea, productor de látex*. gob.mx. <http://www.gob.mx/siap/articulos/hule-hevea-productor-de-latex?idiom=es>

Pilataxi, L. E. (2020). *Análisis comparativo entre un filtro de rayón acetato de cigarrillo y un filtro de lana de oveja para disminuir sustancias nocivas de plomo* [B.S. thesis].

Ponce, D. G. (2019). *Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha-Pasco 2018*.

*Procedencia látex natural*. (2023). La Tienda HOME. <https://www.latiendahome.com/reportajes/procedencia-latex-natural.html>

Rivadeneira, G. M. (2010). Desarrollo de carbones activados magnéticos para la recuperación de oro en soluciones de cianuro. *ACI Avances en Ciencias E Ingenierías*, 2(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v2i2.34>

Román, G. (2019). *Estudio del tratamiento electroquímico de las aguas residuales de la industria textil del área de lavado de lanas de la empresa PITATA SAC con fines de reutilización*.

Sánchez, A. A., & Murillo, A. (2021). Methodological approaches in historical research: Quantitative, qualitative and comparative. *Debates por la historia*, 9(2), 147-181.

Sánchez, J. R. (2021). La fibra de lana: Suma y sigue. *Revista de Química e Industria Textil*, 236, 46-54.

SAVIA. (2024). *Látex natural*. [www.savia.ec](http://www.savia.ec)

Sevilla, U. de. (2011). Manual del carbón activo. *Aula. aguapedia. org*, 1-89.

*Una fuente de carbón vegetal adecuada favorece la salud intestinal*. (2019, septiembre 19). nutriNews, la revista de nutrición animal. <https://nutrinews.com/una-fuente-de-carbon-vegetal-adecuada-favorece-la-salud-intestinal/>

*Universidad Técnica del Norte*. (2022). <https://www.utn.edu.ec/direccion/>

## Anexos

### Anexo 1

#### *Certificado de laboratorio*



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



Ibarra, 29 de enero del 2025

#### **CERTIFICADO DE LABORATORIO**

Yo, **MSc. José Posso**, en calidad de responsable técnico del laboratorio de procesos textiles de la Carrera de Textiles:

#### **CERTIFICO**

Que la señorita **Fernanda Lisbeth Bolaños Pullas**, portadora de la cédula de ciudadanía N° **100475718-1**, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: **“ELABORACIÓN DE TEJIDO BIODEGRADABLE A BASE DE LANA, LÁTEX Y CARBÓN ACTIVADO RESISTENTES AL DESGARRE”**, los equipos utilizados en el laboratorio fueron:

- **DINAMÓMETRO TITÁN 5 – Norma ASTM D 2261 – 11 Método de prueba estándar para evaluar la resistencia al desgarro por el método de lengüeta.**

Además, se le ayudó con las asesorías necesarias para cumplir a cabalidad la metodología establecida en la norma.

Atentamente:



**MSc. JOSÉ POSSO.**

**RESPONSABLE TÉCNICO DEL LABORATORIO DE PROCESOS**  
**TEXTILES – CTEX**

## Anexo 2

### Ficha técnica del carbón activado



#### CLARISORB E

#### FICHA TÉCNICA

##### ADSORBENTE MULTIMEDIA A BASE DE CARBÓN ACTIVADO

Adsorbente multimedia de alto espectro, con capacidad de adsorber una amplia variedad de productos orgánicos e inorgánicos, ideal para utilizarse en refinación de azúcar y plantas de azúcar líquida.

Debido a sus propiedades, CLARISORB E es ideal para uso en refinación de azúcar y plantas de azúcar líquida. Debido a su contenido de humedad, Clarisorb E permite un manejo sin polvo.

CLARISORB E cumple con el Food Chemicals Codex, Codex Alimentarius 73rd JECFA (2010) Monografías 10 y está certificado por Kosher y Halal.

PARÁMETRO	ESPECIFICACIONES	PROPIEDADES TÍPICAS
Humedad al empacar, %	33-41	
Decoloración de melazas	180 min.	
Adsorción de azul de metileno, g AM/100 g	22 min. *	
Número de yodo, mg I <sub>2</sub> /g	900 min. *	
Solubles en agua, %	4 máx. *	
<b>GRANULOMETRÍA DISPONIBLE</b>		
Pasa malla 325, %	70 min. *	
*Análisis de base seca		

EPT-47 P

R04 03-19

CLARIMEX, S.A. DE C.V.  
EL: (+52 55) 5390 8711 www.clarimex.com • ventasmex@clarimex.com • ventasexport@clarimex.com

ADSORBENTE MULTIMEDIA A BASE DE CARBÓN ACTIVADO - CLARISORB E

### Anexo 3

#### Ficha técnica del látex natural

		<b>Empresa: SAVIA</b> <b>WEB: www.savia.ec IG: savia1.ec</b> <b>Dirección: Santo Domingo/ Vía Quito km 7</b>	
<b>LÁTEX NATURAL</b>		<b>CÓDIGO: LC2-58</b>	
El látex de hule natural es una emulsión acuosa blanca y presenta excelentes características mecánicas, es decir, tiene muy buena resistencia a la tensión, elongación y desgarre.			
<b>Especificaciones físico - químicas</b>			
Contenido total de sólidos (TSC)		Mín. 58 %	
PH		Máx. 9	
Contenido de amoniaco en látex		Mín. 0.4 %	
Contenido de ácidos grasos volátiles (VFA)		Máx. 0.15	
Índice de KOH		Máx. 0.9%	
Tiempo de estabilidad mecánica, segundos (MST)		Mín. 800	
Viscosidad Copa EZ #2		20s - 40s	
Apariencia		Blanco	
Temperatura de almacenamiento		15°C - 22°C	
Vida de almacenamiento en el envase bien sellado		12 meses	

#### APLICACIONES:

### Rendimiento y calidad para tu éxito

Se aplica básicamente en todos los procesos y producción de artículos por inmersión (guantes, globos, preservativos, ligas, bleris); por extrusión (hilos, bandas); espuma (cojines, colchones); adhesivos, respaldo de alfombras, máscaras, en varios tipos de fibras o textiles y muchas aplicaciones más.

Nota: El tiempo de solidificación va a variar en función del tipo de secado que puede ser: al aire libre, mediante horno, aire caliente o geometría de la película.

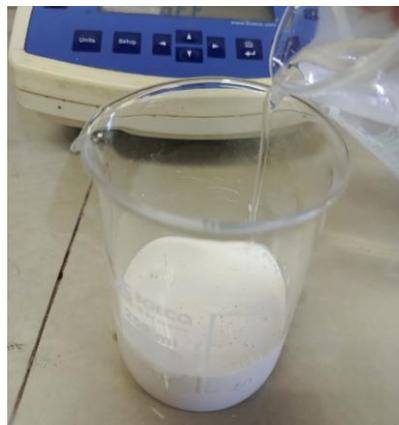
**ADVERTENCIA:** Los datos contemplados en esta ficha técnica han sido realizados bajo condiciones estándar a nivel de laboratorio. Se pueden presentar algunos cambios debido a variaciones de humedad, temperatura e incorporación de agentes químicos al momento de la aplicación; por lo tanto, siempre se recomienda hacer ensayos previos y representativos para asegurar resultados exitosos en campo.

Es nuestra política, *asegurar la calidad constante y el mejoramiento continuo de los productos*, pero no asumimos, ninguna responsabilidad por los resultados no exitosos, debido al empleo inadecuado de los productos o a una imprecisa aplicación de los mismos. Sin embargo, estamos prestos para brindar nuestra **asesoría técnica que tiene una base de 30 años de experiencia (aplica protocolos)**.

Si observa alguna reacción indeseada al contacto físico con el látex, lavar con abundante agua, suspender su uso y si el caso lo requiera consulte un médico.

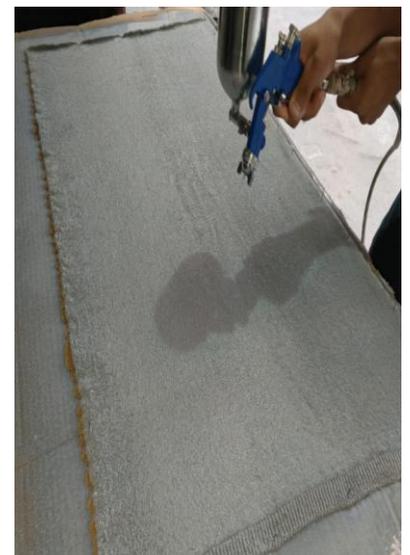
## Anexo 4

*Proceso de elaboración de la solución de latex natural y carbón activado*



## Anexo 5

*Proceso de pulverizado*



## Anexo 6

### *Proceso de evaluación a la resistencia al desgarre*

