



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE TEXTILES

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN EN TEJIDOS
PLANOS DE ALGODÓN, POLIÉSTER Y MEZCLA 65/35 Co/Pes APLICANDO
LÁTEX”**



AUTOR: Harley Steeven Villamarín Enríquez

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:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100451681-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Harley Steeven Villamarín Enríquez		
DIRECCIÓN:	Ciudadela “Bosques de San Pedro” – Otavalo, Imbabura.		
EMAIL:	hsvillamarine@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2921334	TELF. MÓVIL	0963707505

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Análisis comparativo de la resistencia a la abrasión en tejidos planos de algodón, poliéster y mezcla 65/35 Co/Pes aplicando látex”
AUTOR:	Harley Steeven Villamarín Enríquez
FECHA:	18 de julio de 2025
CARRERA/PROGRAMA:	☒ GRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero textil
DIRECTOR:	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 se asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de julio del 2025

EL AUTOR:



Firma:

Harley Steeven Villamarin Enriquez

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, a los 18 días del mes de julio 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 notas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales permitentes.



MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

C.C.: 0401732250

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Análisis comparativo de la resistencia a la abrasión en tejidos planos de algodón, poliéster y mezcla 65/35 Co/Pes aplicando látex”. Elaborado por Harley Steeven Villamarín Enríquez, previo a la obtención del título de Ingeniero Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.



MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

C.C.: 0401732250



MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

C.C.: 1002868048

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a las personas que han hecho posible la culminación de este trabajo de tesis. Su apoyo inquebrantable y guía han sido fundamentales en este viaje académico.

A mis padres, quienes han sido fuente constante de inspiración y apoyo; su dedicación a la educación y sus valores inquebrantables me han motivado a perseguir mis metas con tenacidad.

Harley Steeven Villamarín Enríquez

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento está dirigido en primer lugar a mis abuelitos, quienes con su sabia orientación y valores me han brindado una educación integral. A mis padres, por su constante apoyo incondicional y por haber sido mi pilar fundamental en todo momento de adversidad. A mis hermanos, que siempre han estado presentes con su apoyo y sus valiosos consejos. De igual manera, expreso mi gratitud para Alejandra, una persona significativa en mi vida, cuya comprensión y apoyo me han sido fundamentales en los momentos más difíciles. Agradezco profundamente a mi directora de tesis MSc. Valeria Chugá, y a mi asesor MSc. Wilson Herrera quienes han sabido brindarme su comprensión, paciencia y enseñanzas, los cuales han sido clave para mi crecimiento personal y profesional. Finalmente, a todos los ingenieros que forman parte de la Carrera de Textiles, por compartir sus conocimientos y experiencias, ya que han contribuido a una formación académica sólida, permitiéndome continuar el camino hacia la excelencia en la educación universitaria.

Harley Steeven Villamarín Enríquez

RESUMEN

Los procesos textiles y su evolución generan un impacto negativo al medio ambiente; acción que incentiva a la implementación de alternativas sostenibles y amigables con el entorno más próximo; como la incorporación de productos de origen natural en los acabados. En este contexto, el látex de caucho natural surge como una opción viable, debido a su origen orgánico y su versatilidad en múltiples industrias. Esta investigación se propuso evaluar su viabilidad como acabado en tejidos planos, analizando sus propiedades y beneficios potenciales en aspectos relacionados a la resistencia a la abrasión.

Este estudio se apoyó en fuentes bibliográficas confiables para comprender como los materiales textiles actúan frente a la abrasión, especialmente al aplicar látex como recubrimiento superficial. Las fuentes consultadas y analizadas respaldan el uso del látex natural como un material prometedor y sostenible, como la alta resistencia al desgarró, tensión y elongación. El objetivo principal fue realizar un análisis comparativo de la resistencia a la abrasión en tres tipos de tejidos planos: algodón (CO) 100%, poliéster (PES) 100% y una mezcla 65/35% Co/Pes. Para ello, se formularon tres concentraciones de látex natural (20%, 30% y 40%) diluidas en agua, que se aplicaron a través de un proceso de impregnación controlando la presión y velocidad, con el fin de determinar el "Pick Up" del $85\% \pm 5\%$. La evaluación de la resistencia a la abrasión se llevó a cabo siguiendo los parámetros de la norma ISO 12947-2, garantizando fiabilidad y comparabilidad en la obtención de resultados.

El software estadístico PAST 4 (Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis), se lo utilizó para el procesamiento de datos, permitiendo identificar cuál de los tejidos tratados presentó mejor comportamiento ante la abrasión. Los resultados indicaron que el algodón 100% mostró la mayor resistencia en todas las condiciones evaluadas, alcanzando hasta 117112 ciclos, lo cual evidencia la efectividad del látex como acabado en fibras naturales. El poliéster 100% presentó una resistencia intermedia, mejorada por el tratamiento, aunque con menor durabilidad tras el lavado. Por otro lado, la mezcla Co/Pes 35/65% fue la que mostró menor resistencia en general. Estos hallazgos constituyen un aporte relevante para el desarrollo de textiles funcionales y abren nuevas líneas de investigación orientadas a optimizar las formulaciones y los procesos de aplicación del látex, con el objetivo de maximizar la durabilidad y permanencia del tratamiento en diferentes aplicaciones textiles.

Palabras clave: Látex de caucho natural, Tejido plano, Martindale, Wascator.

ABSTRACT

Textile processes and their evolution have generated a negative impact on the environment—an issue that encourages the implementation of sustainable and environmentally friendly alternatives, such as the incorporation of natural-origin products in finishing processes. In this context, natural rubber latex emerges as a viable option due to its organic origin and versatility across multiple industries. This research aimed to evaluate its feasibility as a finishing agent on woven fabrics by analyzing its properties and potential benefits related to abrasion resistance.

This study was supported by reliable bibliographic sources to understand how textile materials behave under abrasion, particularly when latex is applied as a surface coating. The consulted and analyzed literature supports the use of natural latex as a promising and sustainable material, highlighting its high tear resistance, tensile strength, and elongation properties. The main objective was to perform a comparative analysis of abrasion resistance on three types of woven fabrics: 100% cotton (CO), 100% polyester (PES), and a 65/35% cotton/polyester (CO/PES) blend. To achieve this, three concentrations of natural latex (20%, 30%, and 40%) diluted in water were formulated and applied through a controlled impregnation process, adjusting pressure and speed to achieve a Pick Up of $85\% \pm 5\%$.

Abrasion resistance was evaluated according to ISO 12947-2 standards, ensuring the reliability and comparability of the results. The statistical software PAST 4 (Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis) was used for data processing, enabling the identification of which treated fabric performed best against abrasion. Results indicated that 100% cotton exhibited the highest resistance under all evaluated conditions, reaching up to 117,112 cycles, demonstrating the effectiveness of latex as a finishing agent for natural fibers. 100% polyester showed intermediate resistance, which improved with the treatment but decreased in durability after washing. In contrast, the 35/65% CO/PES blend showed the lowest resistance overall.

These findings represent a significant contribution to the development of functional textiles and open new lines of research aimed at optimizing latex formulations and application processes to maximize durability and performance in various textile applications.

Keywords: Natural rubber latex, Woven fabric, Martindale, Wascator.

LISTA DE SIGLAS

(LCN) = Látex de Caucho Natural

(TP) = Tejido Plano

(PES) = Poliéster

(CO) = Algodón

(CO/PES) = Poli algodón

(kPa) = Kilopascal

(ISO) = International Organization for Standardization

(PAST 4) = Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	17
Problema de investigación	17
Justificación	17
Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos Específicos	19
Alcance	20
CAPÍTULO I	21
MARCO TEÓRICO.....	21
1.1 Estudios previos.	21
1.1.1. Tejido plano	21
1.1.2. Resistencia a la abrasión	21
1.2 Marco legal	22
1.2.1. Constitución de la República del Ecuador	22
1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte	22
1.3 Marco Conceptual	22
1.3.1. Tejido plano algodón, poliéster y sus mezclas.	22
1.3.2. Látex de caucho natural en tejidos planos	24
1.3.3. Proceso de impregnación	24
1.3.4. Resistencia a la abrasión en tejidos planos	25
CAPÍTULO II	26
METODOLOGÍA	26
2.1. Tipos de investigación a aplicar	26
2.1.1. Investigación analítica	26
2.1.2. Investigación comparativa	26
2.2. Flujogramas	27

2.2.1. Flujograma general	27
2.2.2. Flujograma muestral.....	27
2.3. Equipos y materiales	28
2.3.1. Materiales	28
2.3.2. Equipos	29
2.3.3. Equipos de laboratorio.....	30
Foulard	30
Martindale.....	30
Horno de secado.....	31
Wascator	31
2.4. Normas de referencia	32
2.4.1. Norma ISO 12947-2	32
2.4.2. Norma ISO 6330:2012	32
2.5. Desarrollo.....	32
2.5.1. Procedimiento completo del ensayo	33
2.5.2. Proceso de ensayo de la resistencia a la abrasión de probetas sin lavar	37
2.5.3 Proceso de lavado.....	41
CAPÍTULO III:.....	43
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	43
3.1 Resultados	43
3.1.1 Muestras tratadas sin lavar	43
3.1.2 Confiabilidad de los resultados	46
3.1.1.1 Normalidad de los datos	46
3.1.1.2 Análisis del coeficiente de variación	47
3.2 Resultados de la resistencia a la abrasión con muestras tratadas lavadas	48
3.3.1 Análisis comparativo a la resistencia a la abrasión	49
3.3.2 Interpretación de Resultados.....	50

CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales de tejido plano	29
Tabla 2 Presión utilizada en el foulard	36
Tabla 3 Cálculo de pick up	36
Tabla 4 Temperatura de las diferentes composiciones	37
Tabla 5 Ficha informativa para la resistencia a la abrasión	43
Tabla 6 Resultados a la abrasión	44
Tabla 7 Resultados de resistencia a la abrasión	48
Tabla 8 Resultados generales de la abrasión	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Resistencia a la abrasión.....	21
Figura 2	Flujograma general.....	27
Figura 3	Flujograma muestral.....	28
Figura 4	Foulard.....	30
Figura 5	Martindale	30
Figura 6	Horno de secado	31
Figura 7	Wascator	31
Figura 8	<i>Método de evaluación resistencia a la abrasión</i>	32
Figura 9	Corte probetas de muestras.....	33
Figura 10	Solución de Látex.....	34
Figura 11	Identificación de pH	35
Figura 12	Proceso de foulard.....	35
Figura 13	Troquelado de testigos.....	38
Figura 14	Testigo estandarizado	38
Figura 15	Troquelado de muestras.....	39
Figura 16	Probeta esponja base	39
Figura 17	Selección de pesas	40
Figura 18	Probeta fijada en el armazón	40
Figura 19	Probetas colocadas	41
Figura 20	Pasos previos del lavado.....	41
Figura 21	Representación gráfica de resultados a la abrasión	45
Figura 22	Distribución normal de la abrasión	46
Figura 23	Análisis del coeficiente de variación de la resistencia a la abrasión	47
Figura 24	Gráfico general de barras	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Ficha Técnica del látex de caucho natural	57
Anexo 2	Ficha Técnica Co 100%	58
Anexo 3	Ficha Técnica Pes 100%	60
Anexo 4	Ficha Técnica Co 65% - Pes 35%	62
Anexo 5	Certificado de uso de laboratorio	64

INTRODUCCIÓN

Problema de investigación

En la actualidad, el uso de tejidos planos de algodón, poliéster y sus mezclas es común en diversas aplicaciones, desde prendas de vestir hasta textiles técnicos como ropa industrial y exteriores, uniformes, mandiles, batas hospitalarias, entre otras; pero a su vez, estos presentan problemas de resistencia a la abrasión, debido a que se ven afectadas por la fricción que existe entre el tejido con las superficies exteriores del uso diario que se les da. Los textiles tratados con látex de caucho natural pueden mantener la resistencia a la abrasión inicial, pero es necesario evaluar como esta resistencia evoluciona con el tiempo (Zapata Gallego, 2016).

La aplicación de látex de caucho natural mejora la resistencia a la abrasión del tejido al formar una capa protectora. Sin embargo, es esencial realizar pruebas específicas, como el Test de Martindale, para cuantificar y comparar la resistencia del tejido tratado y no tratado. La aplicación de látex se plantea como una alternativa potencial para la resistencia a la abrasión (Nanovea, 2023).

Justificación

“El látex natural se obtiene del árbol *Hevea brasiliensis*; El látex es la savia blanca o amarillenta que circula por los vasos de este árbol. Este líquido lechoso o resina es abundante hasta que el árbol tiene 25 años” (Haiku & Futon, 2016). Tras su recolección, el líquido se filtra inicialmente para eliminar impurezas como hojas y trozos de corteza. Posteriormente, el látex se deja en reposo para permitir que sedimenten materiales más finos, como arena o limo, que no fueron retenidos por el tamiz.

A continuación, el líquido se vierte en moldes, de los que salen cavidades o pasillos de ventilación, y el látex, libre de impurezas, se coagula. Según Haiku & Futon (2016) para ello “se utilizan coagulantes naturales hasta conseguir diferentes densidades. La densidad recomendada del látex por su suavidad y conformabilidad puede ser de 70-85 kg m³, lo que corresponde a una densidad media o media-alta”.

El látex natural es una maravilla biológica con propiedades únicas que ha moldeado industrias enteras, desde su extracción de los árboles hasta su incorporación en productos cotidianos, se destaca por su versatilidad y contribución significativa a la vida moderna.

En términos de aplicación, el látex natural de caucho es fundamental para una gama extensa de productos, desde neumáticos hasta productos médicos y textiles. Se utiliza en productos de consumo como guantes médicos, juguetes e inflables, y en la industria textil para fabricar tejidos elásticos y ropa flexible (Ekoideas, 04).

Las principales propiedades del látex se centran en el poliisopreno, su componente principal, que le confiere sus propiedades elásticas. Además, contiene proteínas y lípidos, cuya cantidad puede variar.

Composición química

El principal componente del látex es el polímero de caucho, una macromolécula de poliisopreno. Donde también se incluyen agua, proteínas, lípidos y materiales no gomosos.

Propiedades Físicas

- El látex natural exhibe notables propiedades elásticas y resilientes, siendo idóneo para diversas aplicaciones.
- Una característica distintiva es volver a su forma original después de someterse al proceso de estiramiento.

Aplicaciones Industriales

- Neumáticos: Uno de los usos más significativos del caucho, contribuyendo a la industria automotriz.
- Productos médicos: Guantes, vendajes y dispositivos médicos aprovechan la elasticidad y la hipoalergenicidad del látex.
- Textiles y prendas de vestir: La elasticidad del látex lo hace valioso en la fabricación de tejidos y ropa ajustada.
- Excelente elasticidad y dureza, resultando en una muy buena adaptabilidad.
- Propiedades naturalmente antibacterianas y antifúngicas.

Durabilidad:

- La vida útil del látex natural es de 17 a 20 años si se almacena en un lugar bien ventilado y no se expone directamente al sol.

La alta densidad de 75-80 kg m³ garantiza la deformabilidad (Zapata Gallego, 2016). En fin, existen varios usos a posterior como por ejemplo que los productos textiles con este

acabado sean más duraderos y funcionales, particularmente aquellos utilizados en la fabricación de ropa protectora como, por ejemplo: ropa industrial, ropa de exteriores, ropa de uniformes, mandiles, batas hospitalarias etc. Que están constantemente sometidas a la abrasión. A su vez puede servir como base para futuras investigaciones sobre tratamientos de superficie y mejoras en propiedades textiles (p.23).

Los resultados podrían beneficiar a los consumidores al proporcionar prendas de vestir más duraderas y funcionales. Además, la relevancia de este estudio se extiende más allá del ámbito industrial, ya que podría establecer las directrices para futuros análisis en el campo de tratamientos de superficie y mejoras en propiedades textiles. Esto no solo fomenta la innovación en la industria textil, sino que también contribuye al conocimiento general sobre las decisiones de compra, al resaltar las propiedades mejoradas de los productos textiles tratados con látex de caucho natural (Library, 2023).

Esta investigación contribuirá significativamente al desarrollo de tejidos más funcionales y duraderos, destacando la importancia de la aplicación específica de látex mediante el proceso de impregnación para mejorar las propiedades fundamentales del tejido plano.

Objetivos

Objetivo general

- Realizar un análisis comparativo de la resistencia a la abrasión en tejidos planos de algodón, poliéster y mezcla 65/35 Co/Pes aplicando látex.

Objetivos Específicos

- Investigar en fuentes bibliográficas confiables, sobre el análisis de la resistencia a la abrasión en un tejido plano algodón, poliéster y su mezcla, aplicando látex de caucho natural.
- Aplicar látex de caucho natural en diferentes dosificaciones, sobre los tejidos planos mediante impregnación.
- Realizar las pruebas de resistencia a la abrasión de los tejidos planos, según la norma ISO 12947-2
- Analizar los datos obtenidos de las pruebas de resistencia a la abrasión en el laboratorio, mediante un software estadístico, que permita evaluar a manera general los resultados.

Alcance

Para llevar a cabo la investigación inicialmente se recopilará la información obtenida en fuentes bibliográficas sobre el comportamiento de la abrasión en un tejido plano algodón, poliéster y su mezcla 65/35 Co/Pes. Posteriormente se adquirirá los tres tipos de tejidos antes mencionados, a los cuales se les aplicará un recubrimiento de látex de caucho natural mediante un proceso de impregnación para determinar su resistencia a la abrasión. Se empleará tres dosificaciones diferentes de látex sobre los tejidos, para evaluar cual de estas tres otorgará mejores resultados a la abrasión, con la finalidad de obtener un tejido que destaque por su durabilidad y comodidad.

A continuación, la solución del látex se colocará en la cuba del foulard y las muestras cortadas con dimensiones determinadas pasaran por medio de los rodillos de este equipo, permitiendo así la aplicación controlada del producto sobre el tejido. La distribución uniforme del látex se llevará a cabo mediante la presión y velocidad de los rodillos, y luego de la impregnación se llevará a secar en el horno de secado para asegurar la fijación efectiva del recubrimiento al tejido.

Una vez seco el tejido, se ejecutarán las respectivas pruebas de laboratorio para evaluar con el método Martindale de acuerdo con la Norma ISO 12947-2. la resistencia a la abrasión de los tejidos. El análisis de datos se realizará mediante un enfoque estadístico utilizando el software Past 4, que permitirá un estudio detallado de los datos recopilados. Seguidamente realizaremos la comparación de los tres tejidos ensayados y se determinará cuál de ellos ofrece las mejores propiedades de resistencia a la abrasión.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Estudios previos.

Estas bases constituyen el eje central que sustenta el desarrollo de este proyecto, ofreciendo un enfoque integral y contextualizado en el área de estudio pertinente. A partir de ellas, se define una estructura clara y coherente que guía cada fase, asegurando que el proyecto avance de manera ordenada y en concordancia con los objetivos establecidos.

1.1.1. Tejido plano

Según Bustamante, (2017) “es el entrecruzamiento de dos tipos de hilos. Uno longitudinal denominado urdimbre y otro transversal llamado trama” (p.1). Por lo expuesto existen varias clases de tejido plano y combinaciones diferentes las cuales son elaboradas en una máquina denominada “telar”, la que es caracterizada por tener mecanismos formadores de calada, los cuales son encargados de permitir el entrecruzamiento de los hilos.

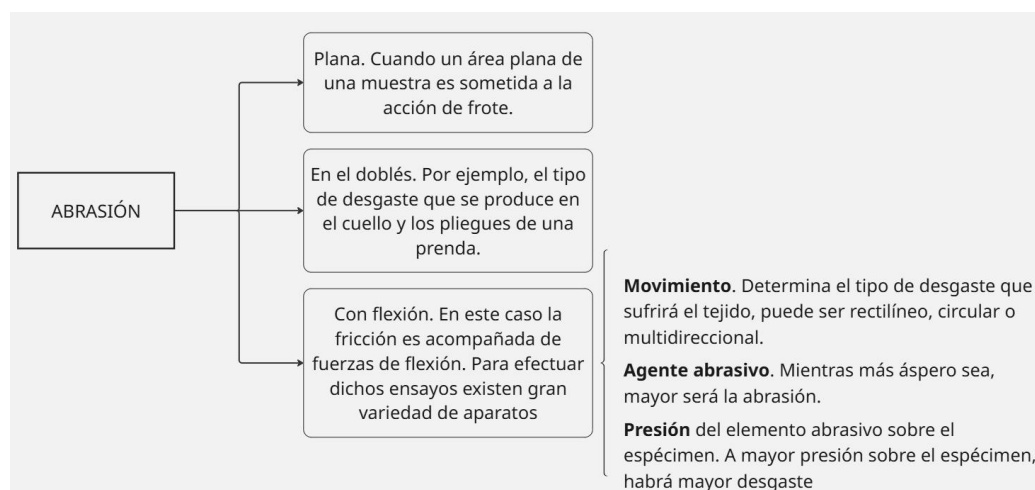
1.1.2. Resistencia a la abrasión

“La abrasión no es más que el desgaste que sufre un cuerpo debido a su rozamiento contra una superficie. Es muy importante el ensayo de la resistencia de los tejidos a la abrasión o frote, para tener una idea de su durabilidad durante el uso” (Eduardo & Lavado, 2012, p. 61).

Esta puede ser clasificada de la siguiente manera.

Figura 1

Resistencia a la abrasión



Fuente: (Eduardo & Lavado, 2012, p. 61).

1.2 Marco legal

Esta sección expone las disposiciones legales relevantes que inciden de manera directa en el desarrollo y operatividad.

1.2.1. Constitución de la República del Ecuador

Según la Constitución de la República del Ecuador (2008), las personas tienen derecho a los beneficios del progreso científico y de los conocimientos ancestrales (Art. 25). El Estado también garantiza la libertad de educación y el derecho a aprender en la propia lengua (Const. de la República del Ecuador, 2008, art. 29). Además, un deber fundamental es respetar los derechos de la naturaleza y asegurar un medio ambiente sano mediante el uso racional y sostenible de los recursos naturales (Const. de la República del Ecuador, 2008, art. 83, literal 6).

1.2.2. Líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte

- Para realizar la investigación se toma en cuenta las líneas de investigación de la Universidad Técnica del Norte, al respecto Ramírez Maldonado, (2017) expone:
- Los proyectos de investigación científica deben estar relacionados con las 10 líneas de Investigación vigentes, aprobadas por el Honorable Consejo Universitario.
- De las líneas expuestas la carrera de textiles y según la investigación que se va a realizar se orienta en la línea nueve (Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico, 2024, p.1).

1.3 Marco Conceptual

1.3.1. Tejido plano algodón, poliéster y sus mezclas.

- **Algodón:** Un tejido natural fino y suave, se destaca por su facilidad para teñir y lavar. Gracias a sus propiedades únicas; en este caso, el algodón cuya abreviatura es el (Co), permite la creación de prendas cómodas, ya que puede resistir altas temperaturas y mantiene una solidez de color ante el lavado, el sudor, la luz y el roce, tanto en condiciones secas como húmedas (Backers, 2023).

Las prendas hechas de algodón (Co) son valoradas por su frescura, suavidad y comodidad, lo que las convierte en una elección excelente para climas cálidos. Este material versátil se usa ampliamente en la producción de diversas prendas de vestir como blusas, shorts, bermudas, chaquetas y pantalones. Además de la ropa, el algodón es un material clave en la elaboración de textiles para el hogar, incluyendo

cubrecamas, cubre almohadas, cortinas y tapetes. Entre sus principales propiedades se destacan su suavidad, su propensión a arrugarse con facilidad, su capacidad para absorber la transpiración rápidamente, su fortaleza y durabilidad, entre otros beneficios (Angulo Luna, 2017).

- **Poliéster:** Es introducido en 1941 como la primera fibra sintética mundial para telas, marcó una transformación en la industria textil debido a su bajo costo y disponibilidad independiente de cultivos. En 1951, se promocionó en los Estados Unidos como una tela que no requería planchado, popularizando el término "wash-and-wear" (lavar y usar). Sin embargo, surgieron aspectos negativos, como la irritación de la piel y la textura desagradable al tacto para algunas personas (Perez, 2023).

El tejido de poliéster con abreviatura (Pes) es un nombre en general de cualquier grupo de sintéticos ampliamente usados, su elaboración implica el uso de compuestos químicos extraídos del petróleo, el carbón y la madera. Esta tela para la confección de ropa presenta características atractivas, por ejemplo: ligereza, manejo de la humedad, resistencia a la abrasión, decoloración, protección de rayos UVA, altas temperaturas, bacterias y moho.

A pesar de sus beneficios, el poliéster presenta algunos aspectos a considerar como: la carga electrostática lo que puede causar suciedad fácil y pequeñas descargas eléctricas, genera pequeñas pelusas por fricción, etc. A su vez diversamente utilizado en prendas deportivas y en la industria de la moda, el poliéster ha evolucionado para imitar el tacto de fibras naturales, siendo clave en productos de merchandising personalizables gracias a la sublimación.

- **Mezclas:** Los tejidos mixtos o mezclas combinan dos o más materiales para crear textiles con propiedades únicas. Con el tiempo, estas telas han evolucionado para satisfacer las necesidades del consumidor, mejorando en textura, durabilidad y reducción de costos de producción. Actualmente, existen numerosas opciones en el mercado, y una de las más populares es la combinación de algodón y poliéster. Esta unión es versátil y adecuada para una variedad de productos.

El Pes, al ser resistente a las arrugas, facilita el lavado y secado, además de reducir el encogimiento en comparación con prendas 100% Co. La presencia de esta fibra también hace que estas prendas sean más transpirables que aquellas fabricadas únicamente con poliéster. Estas son ampliamente utilizadas en una variedad de prendas de uso diario. La combinación es común en una variedad de prendas de vestir, forros, cortinas y otros artículos. Al mezclarlas se logran propiedades que son beneficiosas y muy frecuentes en estos productos (Bou, 2022).

1.3.2. Látex de caucho natural en tejidos planos

El caucho natural viene de un líquido lechoso llamado látex, que se saca de la corteza de ciertos árboles, sobre todo del conocido como "árbol del caucho". Este líquido tiene mucha agua, pero el caucho puro representa el 90% de su peso seco. Este tipo de caucho es muy bueno porque es fuerte y elástico, resistente al agua y los jabones, mas sin embargo tiene la característica de dañarse fácilmente cuando existe contacto con solventes, aceites y productos derivados del petróleo y No soporta bien el sol fuerte (rayos UV) . (Zubeldia, 2021).

Según Narváez, (2019) la aplicación del látex de caucho natural en tejidos planos mediante el método de impregnación con foulard revela la presencia de grumos que se extendió por los rodillos de presión a partir del 15% de concentración de látex. Este proceso, junto con el secado, generó aspereza en la tela. La introducción del látex de cobrizo mejoró la resistencia a la tracción en ambas direcciones de urdimbre y trama a medida que aumentaba la concentración de látex. Además, no afectó la elongación, la tracción y resistencia de la tela, aunque no proporcionó repelencia al agua.

1.3.3. Proceso de impregnación

“La tela es conducida con tensiones para impedir la formación de arrugas, ingresa en cubas que contienen el colorante y, pasa a través de rodillos que exprimen el exceso de líquido. La velocidad de alimentación del tejido debe ser constante” (Lockuán, 2012, p.64). El baño de tintura debe realizarse en un espacio acorde al tamaño de las muestras para que la impregnación tenga un contacto adecuado de adsorción de la tintura, la parte de acero del rodillo debe ser cubierta por un caucho flexible para evitar que exista daños de fricción en la tela para lograr un pick-up adecuado o grado de exprimido según las unidades de peso del tejido.

La cual es denominada con la siguiente fórmula:

$$Pick Up = \frac{Peso\ en\ húmedo - Peso\ en\ seco}{Peso\ en\ seco} \times 100 \quad (1)$$

1.3.4. Resistencia a la abrasión en tejidos planos

Las muestras se pueden realizar en varios métodos, pero por lo general se hace por el método de martindale según Eduardo & Lavado (2012) “son sometidas a ciclos de movimientos oscilantes con una presión 9 a 0,2 kPa (tejidos para prendas) ó 12 a 0,3 kPa, en contacto con un tejido estándar de lana peinada como elemento abrasivo (p. 61).

Cuando se observa dos o más hilos rotos, se determina que la muestra utilizada es de tejido de calada, si en la superficie aparece un orificio la muestra es un tejido de punto, cuando observamos variaciones del color específicamente en la escala de grises, significa que la muestra es significativa al cambio de apariencias.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Tipos de investigación a aplicar

La investigación puede clasificarse en distintos tipos dependiendo de diversos criterios, tales como sus objetivos, el nivel de estudio, los tipos de datos a utilizar, entre otras.

2.1.1. Investigación analítica

Es un tipo específico de investigación que implica el uso del pensamiento y la evaluación de datos relevantes para el proyecto. Este enfoque busca establecer conexiones causales entre dos o más variables, con el objetivo de lograr identificar las causas y mecanismos implícitos a la evolución de un déficit a lo largo de un período específico para un proyecto, esta proporciona información crucial que les permite generar nuevos conceptos para sus respectivos trabajos (Questionpro, 2024).

En base a ello, la investigación analítica nos favorecerá a determinar la concentración óptima de un terminado textil a base de caucho natural como lo es el látex de y el tipo de tejido plano adecuado, según la interpretación de los datos finales emitidos por los equipos Wascator y Martindale y así identificar la formulación con mejor desempeño.

2.1.2. Investigación comparativa

Se la aplica para explorar y contrastar componentes o prácticas con el fin de analizar las diferencias, identificar prácticas más efectivas, evaluar procesos o programas, y tomar decisiones correctas y oportunas.

La fase de recolección de datos representa un componente fundamental ya que es necesario ejecutar este proceso con rigurosidad y precisión para garantizar la obtención de información fiable y válida, permitiendo así realizar análisis comparativos significativos entre los elementos seleccionados. (Question.Pro, Investigación comparativa, 2024).

Se llevará a cabo un análisis comparativo de las distintas composiciones seleccionadas. Una vez preparada la materia prima, se procederá al proceso de impregnación con diferentes concentraciones de látex de caucho natural. Posteriormente, las muestras serán sometidas a una valoración a la abrasión y su resistencia mediante el ensayo de la máquina Martindale de laboratorio, con el objetivo de determinar cuál presenta la mejor resistencia a la abrasión. Finalmente, la información obtenidos serán organizados y analizados mediante una tabulación estructurada que garantice la fiabilidad y validez de los datos.

En función a esta investigación, se realizará una comparación entre las muestras, según el tipo de composición como también por el porcentaje de concentración del látex de caucho natural. Los resultados a comparar serán evaluados de los obtenidos de la máquina Martindale que mide la resistencia a la abrasión, esto por medio de una tabulación estructurada para asegurar la validez de los datos.

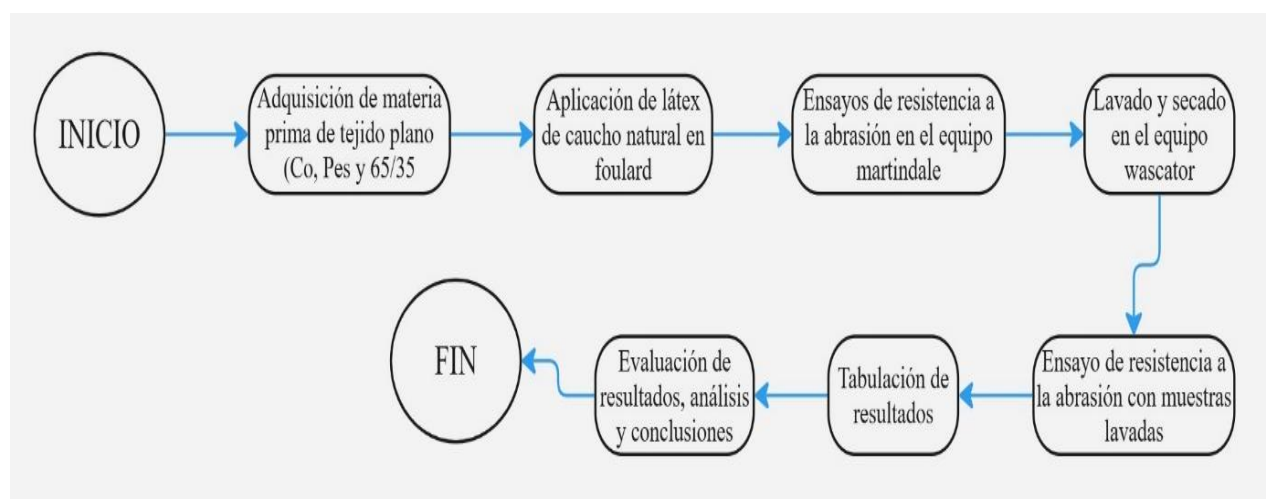
2.2. Flujogramas

Según Valenzuela (2020), “un flujograma es una representación gráfica que ilustra de manera secuencial los pasos y decisiones en un proceso, facilitando su comprensión y análisis”(p. 16).

2.2.1. Flujograma general

El flujograma general del análisis comparativo con látex de caucho natural se presenta en:

Figura 2
Flujograma general

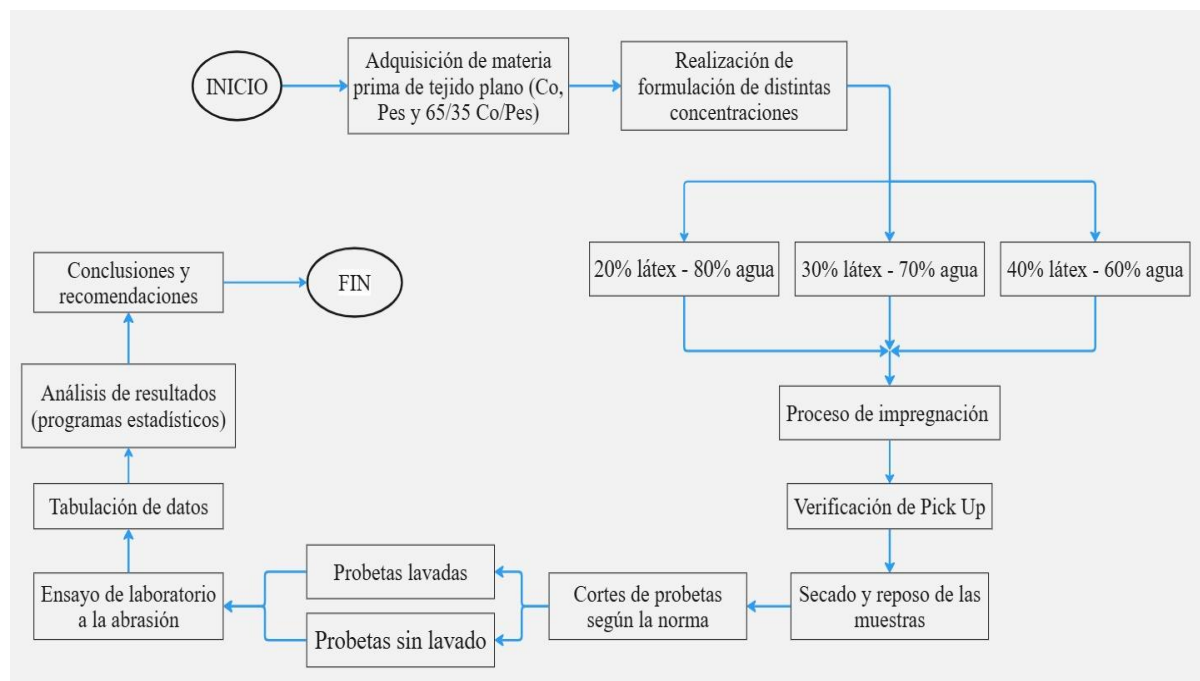


Fuente: Propia

2.2.2. Flujograma muestral

El proceso que se va a desarrollar a posterior, el cual describe los pasos dentro del proceso para la obtención de las muestras:

Figura 3
Flujograma muestral



Fuente: Propia

2.3. Equipos y materiales

2.3.1. Materiales

- **Látex de caucho natural:** El látex de hule natural es una emulsión acuosa blanca y presenta excelentes características mecánicas evidenciado en el *Anexo 1*, es decir, tiene muy buena resistencia a la elongación, desgarre y tensión.

Tabla 1
Especificación del látex

Especificaciones físico – químicas	
Contenido total de sólidos (TSC)	Mín. 58 %
PH	Máx. 9
Contenido de amoniacos 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	10 – 12 meses

Obtenido de: SAVIA

- **Sustratos textiles:** Los tejidos que se van a utilizar en esta investigación se encuentran en **Tabla 2** con su respectiva composición y fotografía, para una mejor identificación.

Tabla 2
Materiales de tejido plano

Tejido	Composición	Fotografía	Características	Ficha técnica
Algodón	100%		Ancho = 150 ± 2 cm Peso = 272 ± 14 g/m ² Densidad = U 123 t 92	Anexo 2
Poliéster	100%		Ancho = 152 ± 3 cm Peso = 210 ± 10 g/m ² Densidad = U 51 t 36	Anexo 3
Algodón/poliéster	65 / 35%		Ancho = 149 ± 3 cm Peso = 137 ± 7 g/m ² Densidad = U 24 t 24	Anexo 4

Del mismo modo se presenta las codificaciones de las diferentes muestras de tejido a utilizar en este estudio:

- MCO1, MCO2, MCO3: Muestra algodón 100%.
- MPES1, MPES2, MPES3: Muestra poliéster 100%.
- MCO/PES1, MCO/PES2, MCO/PES3: Muestra de la mezcla de algodón 65% y poliéster 35%.

2.3.2. Equipos

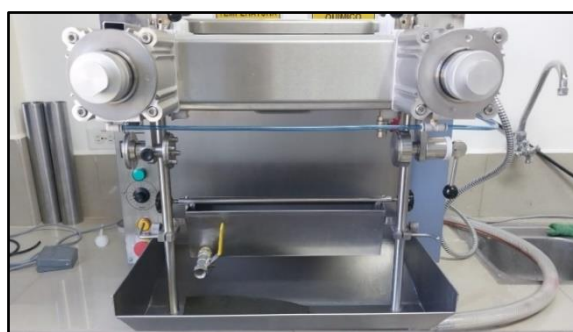
- **Balanza digital:** Equipo de medición con precisión el peso de objetos, mediante el uso de sensores, mostrando el resultado en una pantalla digital, esta facilitará los pesos de las recetas a desarrollar en el tejido plano.
- **Vaso de precipitación:** Utilizado para medir volumen y realizar la preparación de mezclas de sustancias, así como desarrollar las distintas concentraciones de látex de caucho natural para la aplicación en los tejidos.
- **pH-metro:** Dispositivo científico que evalúa la concentración de iones de hidrógeno en soluciones acuosas, reflejando su nivel de acidez o alcalinidad en términos de pH, la que ayudará a establecer los parámetros requeridos de la solución.

2.3.3. Equipos de laboratorio

Foulard

Es un equipo de laboratorio, evidenciado en la **Figura 4** que mediante presión y velocidad de rodillos (superior e inferior) de un material especial de caucho, impregna soluciones químicas en los sustratos textiles. La función principal de los cilindros es deshacerse del exceso de líquido, asegurando una impregnación uniforme del producto en la tela. En este caso, el látex de caucho natural sería (retenido o fijado) por la estructura textil en sus distintas concentraciones para evaluar su comportamiento y eficacia en la aplicación sobre el tejido.

Figura 4
Foulard



Fuente: Propia

Martindale

Máquina de laboratorio que se evidencia en la **Figura 5**, en la que se evalúa la resistencia a la abrasión y el pilling de los sustratos, para garantizar la calidad y consistencia de las tela, lo que permite tener la controlada la cantidad de abrasión multidireccional entre la muestra y la tela abrasiva establecida por la norma a posterior, su funcionamiento se realiza mediante ciclos con un leve roce circular para medir sus distintos desgastes y evidenciar, si existe resistencia a la aplicación de látex para el mejoramiento a la abrasión del tejido.

Figura 5
Martindale



Fuente: Propia

Horno de secado

Esta máquina visualizada en la **Figura 6** utiliza un dispositivo que emplea resistencia eléctrica para generar calor a través de un componente de control, que cuenta con una pequeña pantalla que permite ajustar la temperatura y la velocidad. Además, se coloca el tejido procesado con el fin de lograr el secado deseado.

Figura 6
Horno de secado



Fuente: Propia

Wascator

Máquina de lavado la cual se representa en la **Figura 7** normalizada para laboratorios textiles, para determinar es necesario medir cómo la prenda encoge, si mantiene su forma y cómo luce su apariencia general después de ser lavada, prestando especial atención a la formación de arrugas y realizar un lavado antes de las pruebas de la abrasión, para que esta información se almacene en programas y en tarjetas de memoria la composición de la tela que se va a procesar, en este caso se utilizará 100% (Co y Pes), y posibles combinaciones o mezclas con otros tipos de tela.

Figura 7
Wascator



Fuente: Propia

2.4. Normas de referencia

Las normas representan un conjunto de estándares de alcance internacional, para facilitar a las empresas la implementación de niveles consistentes en la calidad.

2.4.1. Norma ISO 12947-2

Para obtener los resultados de la resistencia a la abrasión de las telas de tejido plano; 100% Co, 100% Pes y 65/35 % Co/Pes, se aplicó la Norma ISO 12947-2 (Determinación de resistencia a la abrasión de los tejidos – método Martindale) Para ello las distintas muestras son sometidas a ciclos de frote en contacto con un material abrasivo y también a una inspección por intervalos antes de la rotura de la probeta.

2.4.2. Norma ISO 6330:2012

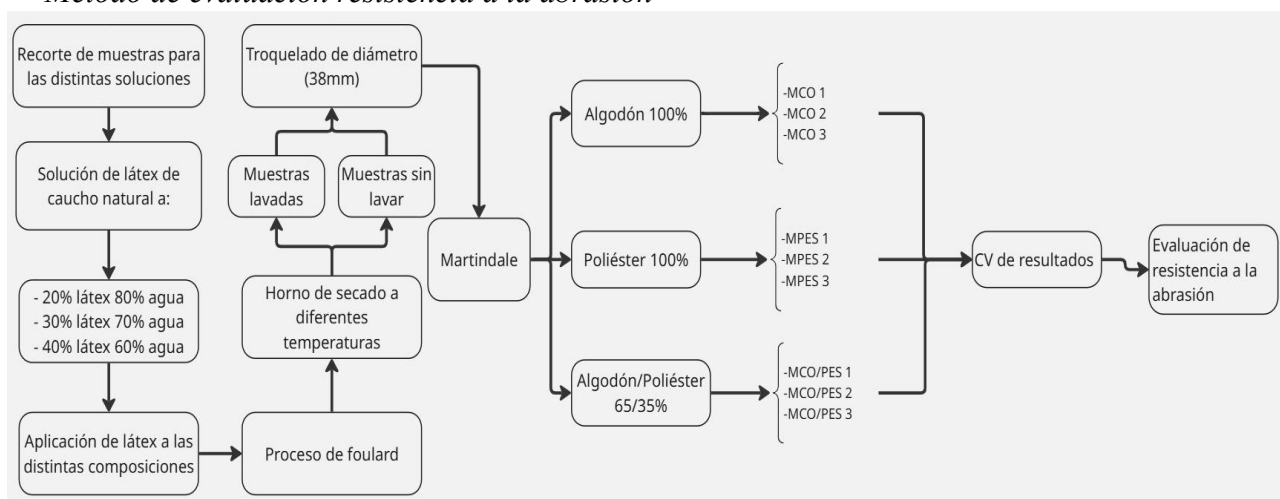
Esta norma internacional para el procedimiento de lavado y de secado domésticos para ensayos textiles, especifica los procesos al cual se va a aplicar ya sea prendas, textiles confeccionados o tejidos, a su vez esta norma determina los detergentes a utilizar y sus respectivos contrapesos los cuales hay que cumplir, de igual manera posee su respectivo procedimiento de secado y al final se deberá analizar si su acabado es permanente o semipermanente.

2.5. Desarrollo

En la **Figura 8** se muestran las etapas detalladas del proceso, desde el inicio hasta la obtención de los resultados de las probetas. Además, se determina el número de muestras a utilizar en el ensayo, describiendo el procedimiento aplicado, para obtener los resultados que serán analizados posteriormente.

Figura 8

Método de evaluación resistencia a la abrasión



Fuente: Propia

Nota: El diagrama de distribución, se detalla el proceso de evaluación a la resistencia a la abrasión.

2.5.1. Procedimiento completo del ensayo

a) Preparación de muestras para el Foulard

El proceso comienza con el corte de la tela, conforme a las dimensiones establecidas de 85 cm de largo por 30 cm de ancho aproximadamente. Estas medidas son necesarias para asegurar que, al pasar por el foulard, la muestra pueda absorber adecuadamente el baño de manera uniforme, garantizando que el producto se quede retenido en el espécimen durante el proceso.

Figura 9

Corte probetas de muestras



Fuente: Propia

Se recomienda el uso de una cinta métrica y tijeras adecuadas, que aseguren precisión en el corte y manejo de las muestras, con el fin de obtener un producto final de la mejor calidad y conforme a las especificaciones establecidas.

b) Preparación de soluciones con látex

Se ha determinado que la concentración del 20% representa una de las más eficaces en esta investigación, por lo tanto, se han desarrollado diversas soluciones a partir de este valor. En un estudio realizado por Narváez, (2019) afirma que: “El 20% es una de las mejores concentraciones ya que se han evaluado variables de látex de cobrizo (lechero rojo), en diferentes proporciones de 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, con el objetivo de aplicarlas en procesos de agotamiento”.

Una vez definido este porcentaje, se preparan diversas soluciones de látex de caucho natural con concentraciones variables: 20% látex - 80% agua; 30% látex - 70% agua; 40% látex - 60% agua. Además, la elección de estas concentraciones se fundamenta en ensayos previos, en los cuales se observó que más del 40 % látex de caucho natural provocaban manchas y acumulaciones en el sustrato, lo que no resultaba adecuado para el proceso ya que se volvían pegajosas debido al producto.

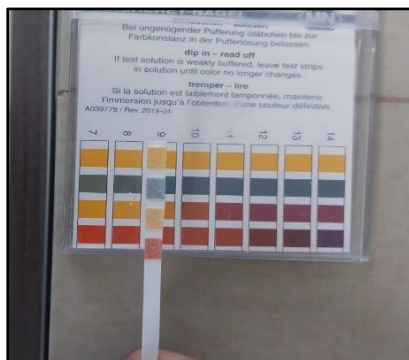
Figura 10
Solución de Látex



Fuente: Propia

Es esencial realizar una mezcla homogénea de la solución para asegurar su eficacia durante el proceso de impregnación, garantizando así un resultado óptimo en la aplicación al sustrato. Adicionalmente, se puede demostrar que la solución presenta un pH de 7 – 8, lo que corresponde a un medio neutro. Esta condición garantiza estabilidad química y compatibilidad con diversas aplicaciones textiles. En particular, el látex empleado mantiene un pH neutro, al igual que el agua destilada, asegurando que no se generen efectos adversos en los procesos de formulación, aplicación y desempeño del material en condiciones estándar.

Figura 11
Identificación de pH



Fuente: Propia

c) Proceso de Foulardado

Figura 12
Proceso de foulard



Fuente: Propia

En la **Figura 12** podemos observar el procedimiento detallado, paso a paso, llevado a cabo en la máquina de laboratorio. En la figura **a)** se deposita las soluciones preparadas en la cubeta de la máquina, en donde debemos asegurarnos que la absorción sea uniforme en el textil a procesar.

A continuación, se lleva a cabo el proceso en el equipo de impregnación – foulard, evidenciado en la figura **b)**, donde se aplica la solución por impregnación mediante un sistema de rodillos de caucho que ejercen una presión calibrada para regular la cantidad de líquido retenido en el material, según los indicadores detallados en la **Tabla 3**. Este procedimiento garantiza una distribución homogénea del acabado sobre los sustratos textiles de algodón 100%, poliéster 100% y mezcla Co/Pes 65/35%, manteniendo una velocidad constante de alimentación de los rodillos de 1 m/min.

Mientras que en la figura **c)** se recibe el saliente de la tela para realizar el proceso de pick up y finalizar con el secado.

En la siguiente **Tabla 3** se especifica la presión utilizada durante este procedimiento.

Tabla 3
Presión utilizada en el foulard

	Concentración 1 (20% látex y 80% agua)	Concentración 2 (30% látex y 70% agua)	Concentración 3 (40% látex y 60% agua)
Co 100%	2 psi	2 psi	2 psi
Pes 100%	1.5 psi	1.3 psi	2 psi
Co/Pes 65/35%	2 psi	2 psi	2 psi

Fuente: Propia

La información expuesta la **Tabla 3** son fundamentales, ya que se emplea una fórmula denominada *pick up*, que calcula el peso en seco y el peso en húmedo de la muestra, permitiendo evaluar el porcentaje de absorción del tejido durante el proceso realizado.

Con la finalización del proceso en el foulard, se calcula el pick up el cual se evidencia en la **Tabla 4** utilizando su respectiva formula:

$$Pick Up = \frac{Peso\ en\ húmedo - Peso\ en\ seco}{Peso\ en\ seco} \times 100$$

Tabla 4
Cálculo de pick up

	Pick up, Concentración 1 (20% látex y 80% agua)	Pick up, Concentración 2 (30% látex y 70% agua)	Pick up, Concentración 3 (40% látex y 60% agua)
Co 100%	$= \frac{110,335 - 59,134}{59,134} \times 100$ = 86,58	$= \frac{99,143 - 52,898}{52,898} \times 100$ = 87,422	$= \frac{106,570 - 56,741}{56,741} \times 100$ = 87,81
Pes 100%	$= \frac{130,396 - 73,204}{73,204} \times 100$ = 78,12	$= \frac{140,653 - 77,805}{77,805} \times 100$ = 80,77	$= \frac{111,653 - 65,275}{65,275} \times 100$ = 78,30
Co/Pes 65/35%	$= \frac{65,273 - 34,554}{34,554} \times 100$ = 88,901	$= \frac{74,112 - 40,202}{40,202} \times 100$ = 84,34	$= \frac{76,066 - 41,359}{41,359} \times 100$ = 83,91

Fuente: Propia

Nota: El valor resultante, para ser considerado óptimo, debe encontrarse dentro del rango de 80 ± 5 , lo que permite determinar la cantidad de solución retenida en el tejido. Por lo cual en esta investigación se obtiene una media de pick up de 84.01 en todas sus muestras, lo que si entra en el rango permitido.

d) Secado

Una vez culminado el proceso de foulardado, es transportado al horno de secado, donde se somete a condiciones térmicas controladas para garantizar una evaporación homogénea y eficiente de la humedad. Este proceso es crucial para estabilizar la estructura del material y optimizar su desempeño en procesos posteriores.

En la **Tabla 5** se especifican las temperaturas a las cuales fueron sometidos los distintos sustratos textiles, asegurando su adecuada transición hacia los siguientes procedimientos. Cabe destacar que los parámetros térmicos varían en función al tipo de tejido, estableciéndose rangos de temperatura específicos según su composición y estructura.

Tabla 5
Temperatura de las diferentes composiciones

Composición	Temperatura °C
Co 100%	180 °C
Pes 100%	105 °C
Co/Pes 65/35%	150 °C

Fuente: Propia

2.5.2. Proceso de ensayo de la resistencia a la abrasión de probetas sin lavar

Para la realización de los ensayos de abrasión en el laboratorio de la Carrera de Textiles, se empleó la norma ISO 12947-2, la cual establece la carga adecuada según el tejido a evaluar. Esta norma se fundamenta en el uso de un testigo abrasivo, en donde se realiza ciclos de frotación constantes sobre el brazo rotativo de las probetas, las cuales tienen un diámetro de 38 mm. La norma específica un mínimo de 3 probetas por cada tipo de tejido a ensayar. Además, las condiciones ambientales del laboratorio deben mantenerse a una temperatura de $20\text{ °C} \pm 2$ °C y una humedad relativa constante de $65\% \pm 2\%$.

a) Troquelado del testigo

Figura 13

Troquelado de testigos



Fuente: Propia

Los testigos utilizados en la prueba de abrasión están estandarizados y deben ser troquelados con precisión para garantizar la uniformidad en las mediciones. Estos testigos sirven como base para la evaluación de la fricción generada por el brazo mecánico del equipo Martindale durante el ensayo.

b) Colocación de los testigos

Figura 14

Testigo estandarizado



Fuente: Propia

El testigo, que ha sido estandarizado conforme a la norma ISO 12947-2, se coloca de manera precisa y homogénea en la parte inferior del equipo. Es fundamental que la disposición se realice correctamente para asegurar la precisión de los resultados obtenidos en la prueba.

c) Troquelado de probetas

Figura 15

Troquelado de muestras



Fuente: Propia

Las probetas de los tres tipos de tejidos deben ser troqueladas con precisión y precaución como se observa en la **Figura 15**, utilizando una troqueladora de diámetro 38 mm, conforme a la norma aplicada. Esto garantizará que las muestras sean adecuadas para su posterior análisis en el equipo Martindale.

d) Troquelado de esponja base

Figura 16

Probeta esponja base



Fuente: Propia

Se coloca una esponja azul (normalizada) entre la pesa y la muestra para evitar el contacto directo, lo que permite obtener resultados más exactos. Esta esponja debe ser utilizada en cada probeta para asegurar la consistencia en las mediciones.

e) Selección de troqueles y pesas

Figura 17

Selección de pesas



Fuente: Propia

Se seleccionó una carga de 12 kPa, ya que los tejidos analizados están diseñados para aplicaciones tanto diarias como industriales. Esta presión se considera óptima para simular la fricción sobre las muestras, lo cual es representativo de las condiciones de uso esperadas en los contextos mencionados.

f) Fijación de las probetas

La probeta debe estar correctamente colocada y fijada, de manera que, con la ayuda de la esponja base, la muestra quede centrada y ajustada, sin presentar arrugas ni irregularidades en su superficie, garantizando resultados confiables y precisos.

Figura 18

Probeta fijada en el armazón



Fuente: Propia

Nota: el orden para realizar el proceso es colocar principalmente la tela a realizar la prueba, posteriormente la esponja de color azul, seguidamente de la pesa seleccionada y por último sujetar de manera segura para que no exista desplazamiento.

g) Ajuste de probetas en la máquina

Figura 19

Probetas colocadas



Fuente: Propia

Antes de iniciar el ensayo, es necesario instalar la base fijada junto con las pesas de 12 kPa en cada una de las probetas que se vayan a utilizar, asegurando una correcta disposición para la prueba.

2.5.3 Proceso de lavado

Para evaluar qué tan bien un acabado textil aguanta el uso diario, se utiliza un equipo especial de laboratorio llamado Wascator. Este aparato simula el lavado y secado doméstico, siguiendo las pautas de la norma ISO 6330:2012. Esta norma es fundamental porque permite probar la durabilidad de los acabados aplicados a telas y prendas (como el que se logra por impregnación) después de varios lavados. El proceso de lavado sigue los pasos detallados. Según Técnica et al., (2023) el proceso de lavado se realiza de la siguiente manera:

Figura 20

Pasos previos del lavado



Fuente: Propia

En la **Figura 20** observamos los procedimientos de forma detallada y secuencial realizado en la máquina de laboratorio, donde se describen cada etapa según el proceso que le corresponda. En la figura **a)** carga las muestras textiles con el acabado de látex en el cual se introducen en el equipo de laboratorio Wascator para su evaluación bajo condiciones controladas de lavado y secado, conforme a los parámetros establecidos en la norma correspondiente.

Después en la figura **b)** el detergente debe ser añadido, estandarizado y adecuado a las especificaciones establecidas para el procedimiento de lavado, luego en la parte **c)** se incorpora 2 kg de contrapeso de tipo I, II o III, según el porcentaje de composición textil de la muestra.

Por último, en la figura **d)** se activa el equipo y se inserta la tarjeta de memoria con los parámetros preestablecidos según la norma ISO 6330:2012. Misma que determina el método 3N (proceso de lavado normal) el cual aparenta las condiciones de un ciclo de lavado doméstico estándar para evaluar la resistencia del acabado textil, por lo cual se da comienzo al proceso del lavado.

Finalmente se procede a realizar los siguientes pasos:

a) Descargado de las muestras

Una vez completados los pasos previos, el equipo procederá abrir la puerta principal, lo que permitirá la recolección segura de las muestras para su posterior análisis.

b) Secado de muestras

Se vuelve a realizar el proceso que está especificado en el literal **d) Secado** con todas sus especificaciones.

Una vez terminado todo el proceso de lavado se tiene que volver al paso **c) Troquelado de probetas** para poder evaluar en la máquina martindale, ya que así determinaría el desgaste al lavado y posteriormente su acabado permanente o semipermanente.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Resultados

En este apartado presentamos resultados generales de los distintos sustratos aplicados al ensayo de la norma ISO 12947-2 referente al ensayo de abrasión. Se muestra en la **Tabla 6** en donde se aprecia la ficha del ensayo en el laboratorio de calidad textil, para una mejor comprensión de este proceso.

Tabla 6

Ficha informativa para la resistencia a la abrasión

FECHA DE ENSAYO	06 de diciembre del 2024		
ENSAYO SOLICITADO	Determinación de la resistencia a la abrasión de los distintos tejidos por el método Martindale.		
NORMA DE ENSAYO	ISO 12947-2: 2016		
DESCRIPCIÓN	CO 100%	PES100%	CO 65% PES 35%
CODIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	MCO 1	MPES 1	MCO/PES 1
	MCO 2	MPES 2	MCO/PES 2
	MCO 3	MPES 3	MCO/PES 3
EQUIPO	Martindale		
ESPECIFICACIONES	- 3 probetas por cada muestra		
	- Dimensión de probeta de diámetro 38 mm		

Fuente: Propia

3.1.1 Muestras tratadas sin lavar

La **Tabla 7** se aprecian los ciclos generales obtenidos a través de la prueba de abrasión en laboratorio de cada una de las muestras con sus respectivas concentraciones, mismas que están especificadas en la **Tabla 4**.

Tabla 7
Resultados a la abrasión

RESULTADOS OBTENIDOS			
Muestras	Concentración 1	Concentración 2	Concentración 3
Co 100%	117112 ciclos	84922 ciclos	72247 ciclos
Pes 100%	56728 ciclos	61259 ciclos	57546 ciclos
Co/Pes 35/65%	22542 ciclos	34186 ciclos	23562 ciclos

Fuente: Propia

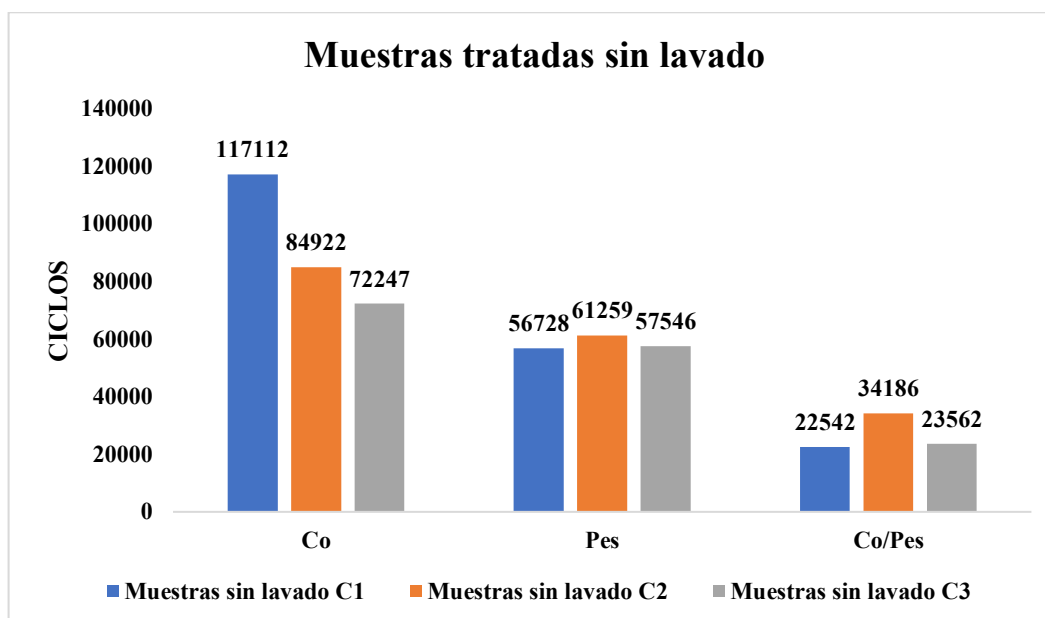
A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la abrasión, el cual evalúa cómo se comportan los diferentes tejidos cuando son sometidos a fricción bajo condiciones controladas. Según lo mostrado en la **Tabla 7**, en la concentración 1 (20% látex – 80% agua), el tejido que mostró mayor resistencia fue el de 100% algodón (Co), con 117112 ciclos, superando ampliamente al poliéster (Pes) y a la mezcla de algodón/poliéster (Co/Pes 35/65) en 60384 y 94579 ciclos respectivamente.

En la concentración 2 (30% látex – 70% agua), el algodón 100% volvió a destacar, con 23663 ciclos más que el poliéster y 50736 ciclos más que la mezcla, lo cual sugiere que esta fibra responde mejor al tratamiento con látex, manteniendo su resistencia. Asimismo, en la concentración 3 (40% látex – 60% agua), el algodón 100% continúa presentando los mejores resultados, con 14701 ciclos más que el poliéster y 48685 ciclos más que la mezcla.

Estos resultados indican que el tejido 100% algodón ofrece un mejor desempeño frente a la abrasión tras ser tratado con látex, lo que lo hace especialmente adecuado para usos en los que se necesita una mayor resistencia. Del mismo modo para una mejor comprensión de los resultados se presenta la **Figura 21**, en donde por medio de un gráfico de barras se aprecia de mejor manera la comparación entre los materiales y concentraciones.

Figura 21

Representación gráfica de resultados a la abrasión



Fuente: Propia

En el presente análisis comparativo se evaluó el comportamiento a la abrasión de los distintos sustratos textiles tratados en diferentes formulaciones. En el primer grupo de resultados, correspondiente al tejido 100% algodón (Co), donde se evidencia que la concentración 1 presentó la mayor resistencia, alcanzando 117112 ciclos antes de mostrar desgaste significativo. Esta fue seguida por la concentración 2 con 84922 ciclos y, finalmente, la concentración 3 con 72247 ciclos.

En cuanto al tejido 100% poliéster (Pes), la mayor resistencia fue obtenida por la concentración 2, registrando 61259 ciclos, seguida por la concentración 3 con 57546 ciclos y, por último, la concentración 1 con 56728 ciclos. Por su parte, el tejido compuesto por 35% algodón y 65% poliéster (Co/Pes 35/65) evidenció su mejor rendimiento con la concentración 2, alcanzando 34186 ciclos, seguido de la concentración 3 con 23562 ciclos, y finalmente la concentración 1 con 22542 ciclos.

En términos comparativos, el mayor rendimiento se observó en el tejido 100% algodón tratado con la concentración 1, mientras que la menor resistencia correspondió a la mezcla Co/Pes 35/65% con la concentración 1, generando una diferencia total de 94570 ciclos entre ambos extremos de color azul.

3.1.2 Confiabilidad de los resultados

En el análisis de los resultados de las pruebas de abrasión para las muestras de algodón 100%, poliéster 100% y la mezcla algodón/poliéster 65/35%, el siguiente apartado desarrolla el análisis estadístico relativo a la normalidad de la distribución de los datos obtenidos.

3.1.1.1 Normalidad de los datos

Se presenta las muestras con el análisis de confiabilidad, representados en la **Figura 22**, validando los datos finales encontrados. La abrasión mediante el método de rotura para el ensayo respectivo, se calcularon los promedios de los ciclos para cada uno de los especímenes (Co 100%, Pes 100%, Co/Pes 65/35%).

Figura 22

Distribución normal de la abrasión

Tests for normal distribution			
	M1	M2	M3
N	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9751	0,9985	0,9503
p(normal)	0,6971	0,9259	0,5706
Anderson-Darling A	0,2175	0,1912	0,2456
p(normal)	0,5209	0,6227	0,4293
p(Monte Carlo)	0,7027	0,9278	0,5607
Lilliefors L	0,239	0,1845	0,2682
p(normal)	0,7337	1,221	0,561
p(Monte Carlo)	0,6973	0,9223	0,5777
Jarque-Bera JB	0,3337	0,2846	0,3787
p(normal)	0,8463	0,8674	0,8275
p(Monte Carlo)	0,6973	0,9243	0,5606

Obtenido de: Propio Programa PAST4

El nivel de confianza de los datos obtenidos en el ensayo de abrasión se muestra en la **Figura 22** donde un valor p (normal) superior a 0.05 indica un grado de confiabilidad técnica del 95%. Según las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors y Jarque-Bera, las mediciones observadas son aprobadas, validando así los resultados obtenidos.

3.1.1.2 Análisis del coeficiente de variación

Los resultados del análisis estadístico de la varianza de las diferentes muestras a procesar fueron establecidos mediante el software estadístico PAST 4, debido a este programa emplea un método reconocido para comparar diversas estadísticas, lo que permite calcular desviación estándar, coeficiente de variación y varianza, en el ensayo de resistencia a la abrasión, utilizando tres probetas de cada tipo de tejido.

La **Figura 23** presenta los valores del ensayo de abrasión de los tres tipos de tejidos. Donde se destaca el coeficiente de variación (CV) de todas las muestras, que es de $45\% \pm 3\%$, en las M2 y M3 mientras que en la M1 es de 73% lo cual se debe a las diferencias significativas en el número de ciclos de los distintos especímenes.

Figura 23

Análisis del coeficiente de variación de la resistencia a la abrasión

Univariate statistics			
	M1	M2	M3
N	3	3	3
Min	22542	34186	23562
Max	117112	84922	72247
Sum	196382	180367	153355
Mean	65460,67	60122,33	51118,33
Std. error	27646,98	14657,24	14416,93
Variance	2,293066E09	6,445044E08	6,235435E08
Stand. dev	47885,97	25387,09	24970,85
Median	56728	61259	57546
25 prcntil	22542	34186	23562
75 prcntil	117112	84922	72247
Skewness	0,7933455	-0,2010764	-1,081582
Kurtosis	-2,333333	-2,333333	-2,333333
Geom. mean	53104,39	56235,79	46098,03
Coeff. var	73,15227	42,22573	48,84911

Obtenido de: Propio Programa Tests

El coeficiente de variación de la concentración M1 (20% látex, 80% agua) indica una mayor dispersión de los ciclos, lo que sugiere que los valores obtenidos están más alejados de la media. En contraste, la concentración M2 (30% látex, 70% agua) presenta una menor dispersión en los ciclos de las muestras procesadas, lo que implica una mayor consistencia en los resultados.

3.2 Resultados de la resistencia a la abrasión con muestras tratadas lavadas

Seguidamente en la **Tabla 8**, se observan los ciclos generales obtenidos de las muestras después del lavado, posteriormente se realizó la prueba de abrasión de las diferentes muestras con sus respectivas concentraciones.

Tabla 8
Resultados de resistencia a la abrasión

RESULTADOS OBTENIDOS			
Muestras	Concentración 1	Concentración 2	Concentración 3
Co 100%	116336	70162	71737
Pes 100%	52864	29536	36852
Co/Pes 65/35%	20330	32340	22203

Fuente: Propia

Los resultados del ensayo de resistencia a la fricción realizados en probetas que fueron sometidas a un proceso de lavado. Con el objetivo de verificar si el tratamiento aplicado con látex es permanente o no permanente.

Según los datos mostrados en la **Tabla 8**, se presentan los ciclos obtenidos de forma general de los especímenes verificados en el proceso de lavado, posteriormente se realizó la prueba de abrasión de cada una de las muestras con sus respectivas concentraciones.

Demostrando que la concentración 1 (20% látex – 80% agua), el tejido 100% algodón (Co) fue el que mostró mayor resistencia a la abrasión, superando al tejido de poliéster (Pes) por 63472 ciclos y a la mezcla de algodón/poliéster (Co/Pes 35/65) por 96006 ciclos.

En la concentración 2 (30% látex – 70% agua), el algodón 100% también obtuvo el mejor desempeño, con 40626 ciclos más que el poliéster y 32340 ciclos más que la mezcla, lo que indica que esta fibra mantiene el tratamiento después del lavado. De igual manera, en la concentración 3 (40% látex – 60% agua), el algodón 100% siguió destacándose, con 34887 ciclos más que el poliéster y 49536 ciclos más que la mezcla Co/Pes.

Estos resultados reafirman que el tejido 100% algodón mantiene un mejor comportamiento mecánico tras el lavado, lo que refuerza su potencial de uso, en concentraciones donde se requiere alta resistencia a la abrasión y durabilidad después del tratamiento y mantenimiento del textil, considerando un acabado semipermanente.

3.3 Discusión de resultados

Tras la presentación y tabulación de los datos obtenidos de las muestras de tejido plano Co 100%, Pes 100% y Co/Pes 65/35%, se procede a describir, analizar e interpretar los datos obtenidos en el ensayo de abrasión. Estos resultados serán fundamentales para el análisis comparativo de las composiciones, permitiendo determinar cuál de ellas, con el acabado aplicado, presenta las mejores propiedades abrasivas.

3.3.1 Análisis comparativo a la resistencia a la abrasión

Los datos presentados en la **Tabla 9** se evidencia los resultados consolidados de resistencia a la abrasión medidos por ciclos, para tres tipos de tejidos: algodón 100% (Co 100%), poliéster 100% (Pes 100%) y una mezcla de algodón/poliéster (35/65%). Cada tejido fue sometido a tres series de pruebas (M1, M2, M3), sin lavado y con lavado, permitiendo evaluar el impacto del tratamiento con látex y la durabilidad del tejido propuesto.

Tabla 9

Resultados generales de la abrasión

RESULTADOS GENERALES OBTENIDOS						
Muestras	M1 sin lavado	M1 con lavado	M2 sin lavado	M2 con lavado	M3 sin lavado	M3 con lavado
Co 100%	117112	116336	84922	70162	72247	71737
Pes 100%	56728	52864	61259	29536	57546	36852
Co/Pes 35/65%	22542	20330	34186	32340	23562	22203

Fuente: Propia

El tejido (Co 100%) demuestra mayor resistencia a la abrasión en las condiciones evaluadas. En la muestra M1 sin lavar, alcanzó 117112 ciclos, lo que lo determina que es el tejido más resistente, es importante destacar que de todas las muestras lavadas la del algodón mantiene mayor durabilidad; esto sugiere que el tratamiento con látex es semipermanente y estable en las fibras de algodón.

El poliéster muestra una resistencia intermedia en comparación con el algodón. Sus valores sin lavar oscilan entre 56728 (M1) y 61259 (M2) ciclos. También podemos observar una disminución más pronunciada en la resistencia a la abrasión después del lavado, especialmente en la muestra M2, determinando que el látex mejora su resistencia de las muestras sin lavar.

En el caso del Co/Pes 35/65% esta mezcla presenta la menor resistencia a la abrasión de los tres tejidos. Sus valores sin lavar son los más bajos, con 22542 ciclos en M1 y 23562 en M3.

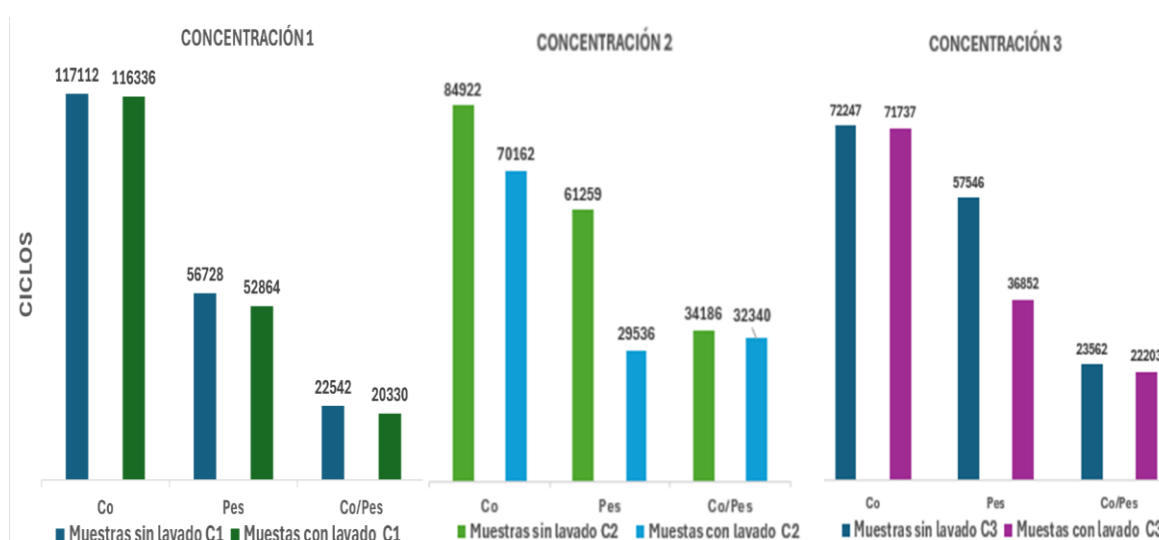
En general, el lavado tiende a reducir la resistencia a la abrasión en la mayoría de las muestras y tipos de tejido, lo que confirma que el acabado de látex es semipermanente. La magnitud de esta reducción varía considerablemente entre los tipos de fibra, siendo más notable en el poliéster en la muestra M2. El algodón es el tejido que mejor responde al tratamiento con látex, manteniendo una resistencia superior tanto antes como después del lavado. La mezcla algodón/poliéster muestran un menor rendimiento y durabilidad relacionado a la resistencia después del lavado.

3.3.2 Interpretación de Resultados

La interpretación de resultados, consideran las gráficas generadas por el software estadístico Excel, ya que son las más comprensibles y adecuadas para su análisis.

Figura 24

Gráfico general de barras



Fuente: Propio Programa Estadístico

La **Figura 24** muestra de forma más clara cómo disminuye la resistencia de los tejidos después del proceso de lavado. Esta pérdida de resistencia se presenta en todos los casos, aunque con mínimas diferencias, dependiendo del tipo de tejido y la concentración aplicada látex.

- En la concentración 1 (20% látex – 80% agua), las diferencias observadas entre las muestras antes y después del lavado son las siguientes: Algodón (Co): disminuyó 776 ciclos, Poliéster (Pes): experimentó la mayor disminución en resistencia, con 3864 ciclos menos. La mezcla (Co/Pes): mostró una pérdida de 2212 ciclos, teniendo en cuenta que el (Co) fue el menos afectado.
- En la concentración 2 (30% látex – 70% agua), la pérdida de la resistencia fue mayor que la concentración 1 con una disminución de (Co): 14760 ciclos, en el (Pes): se identificó una pérdida de 31723 ciclos, la mezcla (Co/Pes): tuvo la menor disminución en esta concentración, con solo 1846 ciclos. Esto es un cambio notable comparado con la concentración 1, donde la mezcla tuvo un desgaste mayor que el algodón.
- En la concentración 3 (40% látex – 60% agua), los valores fueron: (Co): 510 ciclos menos, (Pes): continuó siendo el más afectado, con una disminución de 20694 ciclos, aunque esta pérdida fue menor que la observada en la concentración 2 para el poliéster. La mezcla (Co/Pes): perdió 1359 ciclos, lo que representa la menor disminución entre las tres concentraciones para este material. El (Co) tuvo la menor pérdida en esta concentración, con solo 510 ciclos menos, lo que es significativamente menor que sus pérdidas en las concentraciones 1 y 2.
- El **Algodón (Co)** es el tejido en el que mejor se impregno el látex en todas las concentraciones teniendo en cuenta que entre el (20% y 30%), mostró los mejores resultados mientras que en la del 40% presento una pequeña disminución.
- **Poliéster (Pes)** al no tratarse de una microfibra no favorece la absorción de látex, lo que se evidencia en las mayores disminuciones en resistencia tanto lavadas y sin lavar en las tres concentraciones. Su punto de mayor vulnerabilidad fue en la concentración del 30% de látex.
- La **mezcla Co/Pes** (algodón/poliéster) mostró un comportamiento variable frente al tratamiento. Se registraron las mayores pérdidas de resistencia en las concentraciones del 20% y 40%, mientras que en la concentración del 30% obtuvo su mejor desempeño, siendo esta la formulación más adecuada para este tipo de material.

CONCLUSIONES

Es fundamental considerar los objetivos específicos establecidos, para la formulación de las conclusiones

- Tras la elaboración del trabajo de investigación se concluye que, en la revisión de fuentes bibliográficas confiables, artículos y revistas científicas, el látex de caucho natural se presenta como una opción aplicable en la industria textil, principalmente como un acabado debido a sus características respetuosas con el medio ambiente. Además, el látex de caucho natural exhibe propiedades distintivas, tales como alta resistencia a la tensión, elongación, desgarre y abrasión. Mencionado en el *Anexo 1*.
- La aplicación de látex de caucho natural mediante impregnación, utilizando diversas dosificaciones, reveló que la formulación compuesta por un 20% de látex y un 80% de agua (primera receta) optimiza la resistencia a la abrasión. Esta mezcla, aplicada a una velocidad de 2 m/min y 2 psi de presión en los rodillos del foulard, generó la mayor cantidad de ciclos en las pruebas.
- Específicamente, el algodón 100% alcanzó 117112 ciclos, mientras que en la segunda receta de 30% de látex y un 70% de agua el poliéster 100% llegó a 61259 ciclos, y la mezcla 65/35% de algodón/poliéster obtuvo 34186 ciclos. Estos resultados demuestran que el tratamiento con látex mejora sustancialmente el comportamiento de las fibras, potenciando significativamente la resistencia a la abrasión de los tejidos.
- El análisis estadístico de los datos obtenidos en laboratorio (mediante software PASS 4) corroboró que, entre las concentraciones evaluadas, la primera formulación evidenció que el algodón 100% presentó consistentemente la mayor resistencia a la abrasión. En contraste, la mezcla de algodón/poliéster 65/35% exhibió la menor resistencia en la primera concentración, con 22542 ciclos. Esto destaca la respuesta diferencial de cada tipo de tejido al tratamiento con látex, siendo el algodón el que evidencia una mejora significativa en sus propiedades como resultado del acabado.
- El análisis comparativo, incluyendo pruebas posteriores al lavado, lo que determinó una disminución en el número de ciclos de abrasión. Esto concluye que el acabado con látex de caucho natural es semipermanente, lo que implica que su efectividad en la resistencia a la abrasión se reduce con el lavado, siendo una consideración importante para futuras aplicaciones industriales.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere continuar el desarrollo y la experimentación de nuevas formulaciones de látex. El objetivo debe ser identificar la composición óptima que maximice la resistencia a la abrasión no solo en tejidos planos, sino también en tejidos de punto, ampliando así el alcance y la versatilidad de este tratamiento.
- Es necesario adherirse estrictamente a las normas de laboratorio establecidas, como la ISO 12947-2 y ISO 6330:2012, en todas las pruebas futuras. Ya que garantiza la precisión y veracidad de los datos obtenidos.
- Para la interpretación y la presentación de los resultados, se recomienda realizar simulaciones y análisis con softwares estadísticos alternativos. Esto no solo facilitaría una comprensión más profunda de los datos, sino que también permitiría la generación de gráficos más editables y comprensibles, lo cual es fundamental para una comunicación efectiva de los hallazgos.
- Para investigaciones futuras que busquen optimizar resultados en tratamientos específicos, se aconseja enfocarse en un solo tipo de tejido. Al reducir el número de variables (tipos de tejido), será posible concentrarse en el análisis profundo de un solo sustrato, lo que podría conducir a la obtención de resultados más precisos y óptimos respecto a las dosificaciones, métodos de aplicación y condiciones del látex.
- Una vez completado el procedimiento en cada uno de los equipos de laboratorio, es fundamental contar con el conocimiento previo sobre su correcto uso, así como aplicar de forma estricta las normas de seguridad. El uso adecuado de los Equipos de Protección Personal (EPP) es esencial, ya que durante la manipulación de estos equipos se pueden presentar riesgos como fracturas, cortes, atrapamientos o roturas, tanto en el material como en el operario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1library. (2023). *Importancia De La Resistencia En El Denim*. Obtenido de <https://1library.co/article/importancia-de-la-resistencia-en-el-denim.qvrnmllly>
- Angulo Luna, M. A. (2017). *Análisis del Cluster Textil en la Industria Textil en el Perú*. 1–74. [chrome-xtension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualldata/tesis/ingenie/angulo_lm/cap2.PDF](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualldata/tesis/ingenie/angulo_lm/cap2.PDF)
- Backers., B. (2023). *Tela de algodón*. 1–9.
- Bennett. (2021). *Las pruebas de laboratorio son fundamentales para asegurar que los productos textiles cumplan con las normativas de calidad y seguridad*. <https://www.textileworld.com/>
- Bou, A. (2022). *Algodón o poliéster: guía de tipos de telas para ropa* | Printful. 56, 1–13. <https://www.printful.com/es/blog/guia-algodon-poliester-telas-mixtas>
- Bustamante, R. (17d. C.). *Fundamentos Del Diseño En El Tejido Plano* | Aptt. 1–13. <https://apttperu.com/fundamentos-del-diseno-tejido-plano/%0Ahttps://apttperu.com/fundamentos-del-diseno-tejido-plano/%0Ahttps://apttperu.com/fundamentos-del-diseno-tejido-plano/%0Ahttp://apttperu.com/fundamentos-del-diseno-tejido-plano/>
- Eduardo, F., & Lavado, L. (2012). *Ennoblecimiento textil*.
- Ekoideas. (2019 de Julio de 04). *Ekoideas*. Obtenido de Ekoideas: <https://www.ekoideas.com/blog/latex-natural-diferencias-con-respecto-al-sintetico#:~:text=El%201%C3%A1tex%20natural%20es%20un%20material%20de%20origen%20100%25%20natural,respetuoso%20con%20el%20medio%20ambiente.>
- Gabriel J Peláez A, Sandra M Velásquez R, Diego H Giraldo V. . (18 de Noviembre de 2014). *Aditivos para el procesamiento del caucho natural y su aplicación en pequeñas plantaciones de caucho*. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/3239/aditivos_caucho.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Haiku-Futon. (2016). *Que es el Látex natural, propiedades y características*. Obtenido de <https://www.haiku-futon.com/2010/06/latex-natural-latex-sintetico/>
- Liu, X., Li, J., Wang, Z., Shen, J., & Yang, L. (2023). Preparation and waterproof properties of fluorine-free polyacrylate latex composites; [复合型无氟聚丙烯酸酯乳液的制备及其防水性能]. *Fangzhi Xuebao/Journal of Textile Research*, 44(4), 124 – 131. <https://doi.org/10.13475/j.fzxb.20220202508>
- Lockuán, F. E. (2012). *Fidel Eduardo Lockuán Lavado*. IV, 161. https://books.googleusercontent.com/books/content?req=AKW5QaetohZtOBvbDS6o9zpSyVFhPrzyT6hdY-I1ikHaB1BDG0kMlVp1j4yQESNV7_utRhNjN9TIE061Q-VhcrAa1ICckbDjVyygUx7WTK0WbfRI7jz5TrE_E1KnQPWvjx95iiwUpt-h71yMKIyZ3UUcq7O-cV272Lwkq62iWT7QvbWKLpK5RHEwfEiwLAppSFivQw
- Martínez, I., Reyes, D., & Rosero, F. (2011). La Constituyente. *Alteridad*, 2(2), 74. <https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04>
- MEDIAVILLA, S. A. (junio de 2017). *Aplicación De Un Acabado Textil Con Nuva Ttc*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6993/1/04%20IT%20196%20TRABAJO%20DE%20GRADO%20%281%29.pdf>
- Nanovea. (2023). *Comparación del desgaste por abrasión en la tela vaquera*. Obtenido de <https://nanovea.com/es/comparacion-abrasion-desgaste-de-denim/>
- Narváez, A. (2019). *Aplicación de un acabado textil repelente al agua a Base de látex del árbol de cobrizo (euphorbia cotinifolia) En tela de tejido plano 100% co*
- Patankar, K. C., Biranje, S., Pawar, A., Maiti, S., Shahid, M., More, S., & Adivarekar, R. V. (2022). Fabrication of chitosan-based finishing agent for flame-retardant, UV-protective, and antibacterial cotton fabrics. *Materials Today Communications*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.104637>
- Perez, J. (2023). *Definición de*. 1–6.
- Question.Pro. (2024). *Investigación comparativa*. Obtenido de *Investigación comparativa*: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-comparativa/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20comparativa%20implica%20comparar,base%20para%20tomar%20decisiones%20informadas.>

- Question.Pro. (2024). *Investigación experimental. Obtenido de Investigación experimental: Qué es, tipos y cómo realizarla*: <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Questionpro. (2024). *Investigación analítica: Qué es, importancia y ejemplos*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-analitica/>
- Ramírez Maldonado, J. (2017). *Vicerrectorado de Investigación. Aporte Santiaguino*, 10(1), 9. <https://doi.org/10.32911/as.2017.v10.n1.178>
- Técnica, U., Norte, D. E. L., Lima, Y., & Alejandra, J. (2023). Universidad técnica del norte.
- Toral G, Marcelo C, Pérez C. (2012). *Textiles encauchados artesanales*: Experimentación, evaluación de calidad y aplicación. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4109>
- Uyar, M. N., Sarişik, A. M., & Kartal, G. E. (2022). Examination of the Coating Method in Transferring Phase-Changing Materials Heat regulation in heat storage microencapsulated fabrics. *Johnson Matthey Technology Review*, 66(2), 177 – 185. <https://doi.org/10.1595/205651322X16273773896889>
- Valenzuela, J. (2020). *Herramientas para el análisis de procesos*. <https://conceptualia.es/castellano/textos/flujograma/>
- Wen, O. Y., Tohir, M. Z. M., Yeaw, T. C. S., Razak, M. A., Zainuddin, H. S., & Hamid, M. R. A. (2023). Fire-resistant and flame-retardant surface finishing of polymers and textiles: A state-of-the-art review. *Progress in Organic Coatings*, 175(July 2022), 107330. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.107330>
- Xing, L., Yang, F., Zhong, X., Liu, Y., Lu, H., Guo, Z., Lv, G., Yang, J., Yuan, A., & Pan, J. (2023). Ultra-microporous cotton fiber-derived activated carbon by a facile one-step chemical activation strategy for efficient CO₂ adsorption. *Separation and Purification Technology*, 324. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2023.124470>
- Zapata Gallego, N. T. (17 de junio de 2016). *Universidad EAFIT*. Obtenido de Universidad EAFIT: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/14323>
- Zubeldia, J. M. et al. (2021). *El Libro De Las Enfermedades Alergicas*. En Fbbva (Vol. 2).

ANEXOS

Anexo 1

Ficha Técnica del látex de caucho natural

 Empresa: SAVIA WEB: www.savia.ec IG: savia1.ec Dirección: Santo Domingo/ Vía Quito km 7	
LÁTEX NATURAL	CÓDIGO: LC2-58
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.	
Especificaciones físico - químicas	
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 tú 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.

Nota: Ficha técnica del látex de caucho natural, empresa SAVIA (Santo Domingo / Vía Quito km 7)

Anexo 2

Ficha Técnica Co 100%

LaFAYETTE

FICHA TÉCNICA
DRILL FORZA

PART. ARAN. UNICOLOR : 52.09.32.00.00.

PART. ARAN. ESTAMPADO :

INFORMACIÓN TÉCNICA			
BASE: 23051	TEJIDO: Tejido Plano		
ANCHO	150 ± 2	cm	ASTM D3774
ANCHO CORTABLE	148 ± 2	cm	ASTM D3774
PESO (MASA/UNIDAD DE AREA)(*A)	272 ± 14	g/m2	ASTM D3776-20 OPC.C
BLOQUEO UVA (SECO)	Min 99.00	%	AATCC 183
BLOQUEO UVB (SECO)	Min 99.00	%	AATCC 183
FACTOR DE PROTECCION UPF (HUMEDO)	Min 50.00	UPF	AATCC 183
FACTOR DE PROTECCION UPF (SECO)	Min 50.00	UPF	AATCC 183
PASADAS(*A)	23 ± 1	hilo/cm	ASTM D3775-17E1
CERTIFICADO DE ORIGEN NO CUMPLE	1 ± 0	e	NINGUN PAIS
COMPOSICIÓN :	100.00 % ALGODON		

TECNOLOGÍA			USOS	
NOMBRE	DESCRIPCION	NORMA	OVEROLES, PANTALONES, SASTRES, FALDAS	
 *ALGODÓN	Tecnología que brinda la frescura y la naturalidad del algodón.	AATCC 20		
 *CONTROL DE HUMEDAD	Tecnología que permite captar y secar la humedad causada por la transpiración, permitiendo que el usuario este cómodo y fresco.	AATCC 197, OPTION A / AATCC 199 / AATCC TM79-2010E2 (2018)E OPC A		

LaFAYETTE
uni for me

- La información aquí estipulada es válida a la fecha de emisión de ésta ficha Sep 22, 2022. Ficha con vigencia de 90 días.
 - Textiles Lafayette S.A.S se reserva el derecho de hacer modificaciones sin previo aviso dentro de su proceso de mejoramiento continuo
 - Si este producto es utilizado para usos diferentes a los mencionados en esta ficha será bajo su propia responsabilidad
www.lafayette.com Teléfono: +57(1) 2948880 Oficinas Lafayette : Calle 15 #72-95 Bogotá D.C.

TECNOLOGÍA		
NOMBRE	DESCRIPCION	NORMA
	Tecnología que evita el paso de los rayos UV, actuando como un escudo protector de la piel.	AATCC 183

BENEFICIOS

- Base con especial tejido de microfibra con toque y apariencia de gamuza natural.
- Base con proceso sanforizado que permite disminuir el encogimiento natural de este tipo de fibra.
- Es suave y confortable al contacto con la piel.
- Gracias a la tecnología de protección solar, protege al usuario final contra los rayos UV, con factor de protección UPF 50.
- La muestra de tela del catálogo no debe tomarse como una referencia exacta de color o el toque.
- Lafayette identifica el derecho de la tela con el fin de informar a sus clientes el lado que ha sido inspeccionado y testeado, además, es el lado sugerido para realizar los procesos de confección.
- Liviana y fresca ideal para todo tipo de climas.
- por su alto contenido de algodón la base presenta pequeños filamentos que puede presentar adherencia de fibras.
- Posee acabado wicking que facilita la absorción de la humedad generando sensación de frescura.
- Puede presentar una superficie irregular propia del algodón sin que represente un defecto en la tela.

INSTRUCCIONES DE CUIDADO

- * Derecho tela: Diagonal Abajo
- Sacar de la lavadora inmediatamente
- En lavados caseros, se recomienda lavar a máquina, temperatura máxima 40 grados Celsius. Proceso normal.
- Lavar con colores similares.
- No almacenar en húmedo.
- No retorcer ni exprimir.
- Por su composición puede presentar cambios de color moderado a través de los lavados.
- Secar tibio a máquina
- Las prendas y/o artículos de color blanco se deben lavar separadamente.
- No adicionar suavizante para telas.
- No remojar
- No usar blanqueador/No blanquear

Lafayette
uni for me

- La información aquí estipulada es válida a la fecha de emisión de esta ficha Sep 22, 2022. Ficha con vigencia de 90 días.
- Textiles Lafayette S.A.S se reserva el derecho de hacer modificaciones sin previo aviso dentro de su proceso de mejoramiento continuo
- Si este producto es utilizado para usos diferentes a los mencionados en esta ficha será bajo su propia responsabilidad
www.lafayette.com Teléfono: +57(1) 2948880 Oficinas Lafayette : Calle 15 #72-95 Bogotá D.C.

Nota: Ficha técnica del tejido plano de algodón 100%, empresa Textiles Lafayette (Calle 15 #72-95 Bogotá D.C, Colombia)

Anexo 3

Ficha Técnica Pes 100%

INFORMACIÓN TÉCNICA				
BASE: 22528		TEJIDO: Tejido Plano		
ANCHO	152 ± 3	cm	ASTM D3774	
ANCHO CORTABLE	150 ± 3	cm	ASTM D3774	
PESO (MASA/UNIDAD DE AREA)(*A)	210 ± 10	g/m2	ASTM D3776-20 OPC.C	
FACTOR DE PROTECCION UPF (SECO)	Min 50.00	UPF	AATCC 183	
PASADAS(*A)	34 ± 1	hilo/cm	ASTM D3775-17 (2023)	
CERTIFICADO DE ORIGEN CUMPLE	e		VER BENEFICIOS*	
COMPOSICIÓN :	100.00 % FILAMENTO DE POLIESTER			

TECNOLOGÍA			USOS	
NOMBRE	DESCRIPCION	NORMA		
	Base certificada por OEKO-TEX STD 100	AATCC 183	FALDAS, PANTALONES, SASTRES, CHALECOS	
			FALDAS, PANTALONES, VESTIDOS, SCRUBS	
	Tecnología que evita el paso de los rayos UV, actuando como un escudo protector de la piel.		OVEROLES, PANTALONES, SASTRES, FALDAS	
	Tecnología que permite la elongación y recuperación del textil para brindar mayor libertad de movimiento.	ASTM D6614		

BENEFICIOS

- * CUMPLE CON REQUISITOS DE ORIGEN PARA EXPORTACIONES DESDE COLOMBIA A BOLIVIA, ARGENTINA, CANADA, CHILE, COSTA RICA, ECUADOR, EEUU, MEXICO, PERU, UNION EUROPEA, VENEZUELA.
- Base con certificación OEKO-TEX STD 100.
- Base con muy buena caída y nervio.
- Base con un peso ideal para la confeccion de ropa exterior femenina y uniformes empresariales.
- Base pesada con tejido diagonal y espectacular elongacion.

BENEFICIOS

- Excelente stretch mecánico que brinda mayor comodidad
- Gracias a la tecnología de protección solar, protege al usuario final contra los rayos UV, con factor de protección UPF.
- Lafayette identifica el derecho de la tela con el fin de informar a sus clientes el lado que ha sido inspeccionado y testeado, además, es el lado sugerido para realizar los procesos de confección.
- Se ofrece en una gama de unicolores.

INSTRUCCIONES DE CUIDADO

- * Derecho tela: Diagonal Izquierda a Derecha hacia arriba
- No adicionar suavizante para telas.
- No remojar
- No usar blanqueador/No blanquear
- Secado a la sombra.
- Usar un paño para planchar.
- Lavar con colores similares.
- No almacenar en húmedo.
- No retorcer ni exprimir.
- Se puede secar en máquina. Secar ajustado a una temperatura más baja y ciclo normal.
- Planchar solo por el revés a una temperatura máxima de la base de 110 grados celsius
- Evite el roce con superficies ásperas o aristas vivas para no generar ganchos en la superficie de la tela.

RECOMENDACIONES DE CORTE Y CONFECCIÓN

Nota: La información consignada en este documento son valores recomendados que pueden variar dependiendo las condiciones y máquinas utilizadas en los diferentes procesos (confección, sublimación, bordado y fusiónado). Se recomienda realizar pruebas previas a la producción e identificar las variables y condiciones en cada proceso, garantizando su productividad y las características del textil.

Corte	Desenrollar y reposar mínimo 20 horas, extender sin generar tensión, extender máximo 30 capas utilizar papel entre ellas, trazar mínimo a 1 cm del orillo, Utilizar cuchillas en óptimas condiciones, mantener una velocidad constante y moderada al cortar, darle adecuado manejo a las piezas cortadas.
Costura	Ajustar: tensiones en máquinas para equilibrar puntadas y presión del pie para lograr un correcto arrastre del textil. Utilizar: ajuste adecuado según el tipo de textil, pie prensatela adecuado para cada operación, hilo y aguja recomendados en óptimas condiciones. Margen de costura mínimo de 1 cm. Calibre de Aguja : 70/10 Punta de Aguja : R o RG Calibre Hilo : Tex 24 Puntadas por Pulgada : 10 Tipo de Máquina : Plana y fileteadora 5 hilos

Lafayette
uni for me

- La información aquí estipulada es válida a la fecha de emisión de esta ficha Nov 11, 2024. Ficha con vigencia de 90 días.
- Textiles Lafayette S.A.S se reserva el derecho de hacer modificaciones sin previo aviso dentro de su proceso de mejoramiento continuo
- Si este producto es utilizado para usos diferentes a los mencionados en esta ficha será bajo su propia responsabilidad
www.lafayette.com Teléfono: +57(1) 2948880 Oficinas Lafayette: Calle 15 #72-95 Bogotá D.C.

Nota: Ficha técnica del tejido plano de poliéster 100%, empresa Textiles Lafayette (Calle 15 #72-95 Bogotá D.C, Colombia)

Anexo 4

Ficha Técnica Co 65% - Pes 35%

LAFAYETTE

FICHA TÉCNICA
DEXTER

INFORMACIÓN TÉCNICA			
BASE: 22571		TEJIDO: Tejido Plano	
ANCHO	149 ± 3	cm	ASTM D3774
ANCHO CORTABLE	147 ± 3	cm	ASTM D3774
PESO (MASA/UNIDAD DE AREA)(*A)	137 ± 7	g/m2	ASTM D3776-20 OPC.C
FACTOR DE PROTECCION UPF (SECO)	Min 30.00	UPF	AATCC 183
PASADAS(*A)	25 ± 1	hilo/cm	ASTM D3775-17 (2023)
CERTIFICADO DE ORIGEN NO CUMPLE	e		NINGUN PAIS
COMPOSICIÓN :		35.00 % FILAMENTO DE POLIESTER 65.00 % ALGODON	

TECNOLOGÍA			USOS	
NOMBRE	DESCRIPCION	NORMA		
 *ALGODÓN	Tecnología que brinda la frescura y la naturalidad del algodón.	AATCC 20	BLUSAS, CAMISAS	
 OEKO-TEX STANDARD 100	Base certificada por OEKO-TEX STD 100			
 *PROTECCIÓN SOLAR	Tecnología que evita el paso de los rayos UV, actuando como un escudo protector de la piel.	AATCC 183		

BENEFICIOS

- Base con apariencia natural y toque algodonoso.
- Espectacular base algodón poliester con microtextura tipo oxford
- Gracias a la tecnología de protección solar, protege al usuario final contra los rayos UV, con factor de protección UPF 50.
- Lafayette identifica el derecho de la tela con el fin de informar a sus clientes el lado que ha sido inspeccionado y testeado, además, es el lado sugerido para realizar los procesos de confección.
- Tela de toque suave, liviana y fresca ideal para todo tipo de climas.

LAFAYETTE
uni for me

- La información aquí estipulada es válida a la fecha de emisión de esta ficha Nov 13, 2024. Ficha con vigencia de 90 días.
- Textiles Lafayette S.A.S se reserva el derecho de hacer modificaciones sin previo aviso dentro de su proceso de mejoramiento continuo
- Si este producto es utilizado para usos diferentes a los mencionados en esta ficha será bajo su propia responsabilidad
www.lafayette.com Teléfono: +57(1) 2948880 Oficinas Lafayette : Calle 15 #72-95 Bogotá D.C.

INSTRUCCIONES DE CUIDADO

- * Derecho tela: Lado Marcado
- En lavados caseros, se recomienda lavar a máquina, temperatura máxima 40 grados Celsius. Proceso normal.
- Lavar con colores similares.
- No almacenar en humedo.
- No usar blanqueador/No blanquear
- Secado a la sombra.
- Evite el roce con superficies asperas o aristas vivas para no generar ganchos en la superficie de la tela.
- Por su composicion puede presentar cambios de color moderado a traves de los lavados.
- Las prendas y/o articulos de color blanco se deben lavar separadamente.
- No adicionar suavizante para telas.
- No retorcer ni exprimir.
- Se puede secar en maquina. Secar ajustado a una temperatura mas baja y ciclo normal.
- Planchar a una temperatura maxima de la base de 110 grados Celsius.

RECOMENDACIONES DE CORTE Y CONFECCIÓN

Nota: La información consignada en este documento son valores recomendados que pueden variar dependiendo las condiciones y máquinas utilizadas en los diferentes procesos (confección, sublimación, bordado y fusonado). Se recomienda realizar pruebas previas a la producción e identificar las variables y condiciones en cada proceso, garantizando su productividad y las características del textil.

Corte	Desenrollar y reposar mínimo 4 horas, extender sin generar tension, extender máximo 30 capas utilizar papel entre ellas, trazar mínimo a 1 cm del orillo, Utilizar cuchillas en optimas condiciones, mantener una velocidad constante y moderada al cortar, darle adecuado manejo a las piezas cortadas.
Costura	Ajustar tensiones en maquinas, utilizar el pie prensatela y ajuste adecuado para cada operacion, acondicionar presion del pie, utilizar aguja recomendada y en optimas condiciones, manipular el textil segun el tejido. Margen de costura mínimo de 1 cm. No se recomienda para prendas ajustadas. Calibre de Aguja : 70/10 Punta de Aguja : R o RS Calibre Hilo : Tex 24 Puntadas por Pulgada : 12 Tipo de Máquina : Plana y Fileteadora 5 hilos.

Lafayette
Uni for me

- La información aquí estipulada es válida a la fecha de emisión de esta ficha Nov 13, 2024. Ficha con vigencia de 90 días.
- Textiles Lafayette S.A.S se reserva el derecho de hacer modificaciones sin previo aviso dentro de su proceso de mejoramiento continuo
- Si este producto es utilizado para usos diferentes a los mencionados en esta ficha será bajo su propia responsabilidad
www.lafayette.com Teléfono: +57(1) 2948880 Oficinas Lafayette : Calle 15 #72-95 Bogotá D.C.

Nota: Ficha técnica del tejido plano de algodón 65% / poliéster 35%, empresa Textiles Lafayette (Calle 15 #72-95 Bogotá D.C, Colombia)

Anexo 5

Certificado de uso de laboratorio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

LABORATORIO DE PROCESOS TEXTILES DE LA CARRERA DE TEXTILES



Ibarra, 09 de julio del 2025

CERTIFICADO DE LABORATORIO

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

CERTIFICO

Que el señor Harley Steeven Villamarín Enríquez, portador de la cédula de ciudadanía N° 100451681-9, ha realizado ensayos de laboratorio referentes al Trabajo de Titulación, con el tema: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA ABRASIÓN EN TEJIDOS PLANOS DE ALGODÓN, POLIÉSTER Y MEZCLA 65/35 Co/Pes APLICANDO LÁTEX", los equipos utilizados en el laboratorio fueron:

- MARTINDALE – Norma ISO 12947-2 Determinación de la resistencia a la abrasión por el método Martindale.
- WASCATOR – Norma ISO 6330:2012 Procedimientos de lavado y de secado domésticos para ensayos textiles.

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

Atentamente:



MSc. JOSÉ POSSO.
RESPONSABLE TÉCNICO DEL LABORATORIO DE PROCESOS
TEXTILES – CTEX