



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

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

**TEMA:**

**“APLICACIÓN Y ANÁLISIS DEL USO DE LÁTEX, RESINA Y  
SILICONA EN TEJIDOS DE LANA 100% COMO UN ACABADO ANTI-  
PILLING.”**

**ELABORADO POR: YADIRA ALEXANDRA CUCÁS CAIZA**

**DIRECTOR: MSC. DARWIN JOSÉ ESPARZA ENCALADA**

**IBARRA – ECUADOR**



**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USOS Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

**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 la cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DEL AUTOR</b>	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	040172170-0
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	Cucás Caiza Yadira Alexandra
<b>DIRECCIÓN:</b>	Tulcán
<b>E-MAIL:</b>	Yadi.alexandra4@gmail.com
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0960137055
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“Aplicación Y Análisis Del Uso De Látex, Resina Y Silicona En Tejidos De Lana 100% Como Un Acabado Anti-Pilling.”
<b>AUTOR:</b>	Cucás Caiza Yadira Alexandra
<b>FECHA:</b>	12 de Octubre del 2020
<b>PROGRAMA:</b>	Pregrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA</b>	Ingeniería Textil
<b>ASESOR:</b>	Msc. Darwin José Esparza Encalada

## CONSTANCIAS

La autora 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 la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de octubre del 2020

**Firma:** ..... 

**Nombre:** Yadira Alexandra Cucás Caiza

**Cedula:** 0401721790



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

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

Msc. Darwin Esparza director de la tesis de grado desarrollada por la señorita estudiante Cucás Caiza Yadira Alexandra.

**CERTIFICO:**

Que la Tesis previa a la obtención del título de Ingeniera Textil con el tema: **“APLICACIÓN Y ANÁLISIS DEL USO DE LÁTEX, RESINA Y SILICONA EN TEJIDOS DE LANA 100% COMO UN ACABADO ANTI-PILLING.”** ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la Srta. Yadira Alexandra Cucás Caiza, con cédula de identidad 040172179-0, bajo mi supervisión. Luego de ser revisado se ha considerado que se encuentra concluido en su totalidad y cumple con todas las exigencias y requerimientos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.

Msc. Darwin Esparza  
**DIRECTOR DE GRADO**



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

**DEDICATORIA**

Llena de regocijo y amor, dedico este trabajo a mis padres Luis Cucás y Guadalupe Caiza, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han ayudado con el cumplimiento de una más de mis metas, por ser mi apoyo incondicional, y estar a mi lado en todo momento.

A mi Abuelita Elvita, por su sabiduría compartida, sus consejos, su inmensa capacidad de amarme, por nunca dejar de confiar en mí, y por brindarme todo su apoyo para seguir adelante superando todos los obstáculos y así poder lograr que mis sueños se hagan realidad.

A mis hermanos David, Leandro y Camilo por su cariño, apoyo y compañía en todo este proceso, por estar conmigo siempre.

Yadira Cucás



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

**AGRADECIMIENTO**

A Dios por bendecirme siempre, por guiarme a lo largo de mi existencia y por ser mi fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres Luis y Guadalupe quienes son mi ejemplo a seguir, por ser los principales promotores de mis sueños, por los consejos, valores y principios que me han inculcado y así haberme forjado como la persona que soy en la actualidad.

A mi tía Sandra, que a pesar de la distancia y las circunstancias me ha apoyado y motivado a seguir adelante.

Un agradecimiento especial a una de las personas más importante en mi vida, Pablito, mi compañero de vida, mi amigo, mi confidente y compañero de aprendizaje, por su apoyo incondicional en cada momento, por sus consejos y paciencia, quien con su amor me motiva siempre a seguir adelante cumpliendo cada uno de mis sueños.

A todos los docentes que formaron parte de mi vida universitaria, por sus enseñanzas compartidas a lo largo de este camino, en especial a mi tutor de tesis Msc. Darwin Esparza por toda su ayuda, paciencia y constancia, quien supo guiarme con sus conocimientos en todos los procesos de la investigación.

A mis compañeros y amigos Laurita y Mauricio por su apoyo y por todas las vivencias que compartimos juntos.

Yadira Cucás

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USOS Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD .....	I
CONSTANCIA .....	II
CERTIFICADO DEL DIRECTOR.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
ÍNDICES DE ANEXOS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT .....	XVIII
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción Del Tema.....	1
1.2. Antecedentes. ....	2
1.3. Importancia del Estudio. ....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos a Alcanzar.....	4

1.5.	Características del Sitio del Proyecto.....	4
CAPITULO II.....		5
2.	ESTADO DEL ARTE .....	5
2.1.	Estudios Previos .....	5
2.1.1.	La Fibra de Lana, su origen y producción. ....	5
2.1.2.	Pilling en Tejido. ....	7
2.1.3.	Secuencia del Crecimiento del Pilling.....	8
2.1.4.	Parámetros que Influyen en la Formación de Pilling. ....	10
2.1.5.	Acabado Antipilling. ....	12
2.2.	Marco Conceptual .....	14
2.2.1.	Pilling.....	14
2.2.2.	Fibra de Lana. ....	15
2.2.3.	Tejido de Punto.....	21
2.2.4.	Acabados Textiles.....	23
2.2.5.	Acabados textiles que contribuyen con la reducción de la formación de pilling. ....	26
2.2.6.	Silicona .....	28
2.2.7.	Resina .....	34
2.2.8.	Látex .....	37
2.3.	Equipo y Norma .....	40
2.3.1.	Equipo.....	40
2.3.2.	Norma ISO 12945-2 .....	42

CAPITULO III .....	53
3. METODOLOGÍA.....	53
3.1. Método de Investigación. ....	53
3.2. Recopilación de la información.....	56
3.3. Diseño Muestral .....	56
3.3.1. Muestras.....	57
3.4. Metodología de Campo .....	60
3.4.1. Proceso de Acabado.....	62
3.4.2. Exprimido y secado de las muestras.....	63
3.4.3. Evaluación de Formación de Pilling en el Equipo Martindale .....	63
3.5. Métodos y Técnicas Estadísticas Utilizadas.....	64
3.6. Procesamiento de Datos .....	64
CAPITULO IV .....	65
4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS .....	65
4.1. Resultados .....	65
4.1.1. Muestras.....	65
4.1.2. Proceso de Aplicación de acabado antipilling .....	67
4.1.3. Testeo de muestra en el Equipo Martindale .....	76
4.1.4. Evaluación de suavidad al tacto de las muestras con acabado. ....	84
4.2. Evaluación de Resultados.....	85
4.2.1. Normalidad de los Datos .....	85

4.2.2. Análisis de resultados mediante estadística descriptiva.....	88
CAPITULO V .....	100
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	100
CONCLUSIONES.....	100
RECOMENDACIONES .....	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	103
ANEXOS .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Secuencia del Crecimiento del Pilling.....	8
Tabla 2. Clasificación de pilling de tela de poliéster / algodón para varios agentes antipilling a diferentes concentraciones y pH. ....	13
Tabla 3.Acabados Físicos. ....	24
Tabla 4. Acabados Químicos.....	25
Tabla 5. Formas de Aplicación de los Acabados Químicos.....	26
Tabla 6. Diferencia Entre Emulsión y Micro emulsión.....	34
Tabla 7. Composición Media del Látex.....	38
Tabla 8. Diferencias entre Látex Natural y Látex Sintético .....	39
Tabla 9 . muestras utilizadas para el acabado antipilling .....	54
Tabla 10. Valoración de la Escala de Pilling.....	64
Tabla 11. Datos de la aplicación de acabado con un 10% de concentración de silicona .....	67
Tabla 12 Datos de la aplicación de acabado con un 20% de concentración de silicona .....	67
Tabla 13.Datos de la aplicación de acabado con un 30% de concentración de silicona .....	68
Tabla 14. Datos de la aplicación de acabado con un 40% de concentración de silicona .....	68
Tabla 15.Datos de la aplicación de acabado con un 50% de concentración de silicona .....	69
Tabla 16. Datos de la aplicación de acabado con un 10% de concentración de Resina.....	70
Tabla 17:.. Datos de la aplicación de acabado con un 20% de concentración de Resina.....	70
Tabla 18. Datos de la aplicación de acabado con un 30% de concentración de Resina.....	71
Tabla 19. Datos de la aplicación de acabado con un 40% de concentración de Resina.....	71

Tabla 20. Datos de la aplicación de acabado con un 50% de concentración de Resina.....	72
Tabla 21. Datos de la aplicación de acabado con un 10% de concentración de Látex.....	73
Tabla 22. Datos de la aplicación de acabado con un 20% de concentración de Látex.....	73
Tabla 23. Datos de la aplicación de acabado con un 30% de concentración de Látex.....	74
Tabla 24. Datos de la aplicación de acabado con un 40% de concentración de Látex.....	74
Tabla 25. Datos de la aplicación de acabado con un 50% de concentración de Látex.....	75
Tabla 26. Evaluación de los grados de pilling.....	77
Tabla 27. Resultado del testeo de frotación en muestra sin acabado .....	77
Tabla 28. Resultado del testeo de frotación con silicona .....	79
Tabla 29. Resultado del testeo de frotación con Resina.....	81
Tabla 30. Resultado del testeo de frotación con Látex.....	83
Tabla 31: .valoración de suavidad al tacto de las muestras que contiene el acabado.....	85
Tabla 32. Normalidad de los grados de pilling de acabado con Silicona. ....	86
Tabla 33. Normalidad de los grados de pilling de acabado con Resina. ....	87
Tabla 34. Normalidad de los grados de pilling de acabado con Látex. ....	88
Tabla 35. Resumen estadístico de grado de pilling obtenido en muestras con acabado de silicona .....	89
Tabla 36. Resumen estadístico de grado de pilling obtenido en muestras con acabado de Resina .....	91
Tabla 37. Resumen estadístico de grado de pilling obtenido en muestras con acabado de Látex .....	93

Tabla 38. Media total y coeficiente de variación de grado de pilling .....95

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ovejas .....	6
<b>Figura 2</b> .Pilling en Tejido de Punto.....	7
<b>Figura 3:</b> Ciclo de Formación y Desprendimiento de una Bolita de Pilling .....	10
<b>Figura 4:</b> Tejido antes del tratamiento antipilling (izquierda) y después (derecha).....	14
<b>Figura 5:</b> Hilos con pilosidad .....	15
<b>Figura 6:</b> Microfotografías de Fibras de Lana, Vista Seccional y Longitudinal. ....	16
<b>Figura 7:</b> Fibra de Lana .....	17
<b>Figura 8:</b> Estructura de la Fibra de Lana .....	18
<b>Figura 9:</b> Propiedades Físicas de la Fibra de Lana.....	21
<b>Figura 10:</b> Vista ampliada del género de punto (Jersey).....	22
<b>Figura 11:</b> Tejido de punto por trama y tejido de punto por urdimbre. ....	22
<b>Figura 12:</b> Rame de termofijado de tejido.....	27
<b>Figura 13:</b> Estructura química del Polidimetil-siloxano (PDMS).....	29
<b>Figura 14:</b> Silicona Reactivas.....	30
<b>Figura 15:</b> Silicona reactiva convencional .....	30
<b>Figura 16:</b> Estructura Química de la Silicona .....	31
<b>Figura 17:</b> Clasificación de las resinas de clasificación externa .....	36
<b>Figura 18:</b> Clasificación de las Resinas de Aplicación Interna .....	36
<b>Figura 19:</b> Látex Natural .....	38
<b>Figura 20:</b> Autoclave de laboratorio, Modelo RHS-24.....	41

<b>Figura 21:</b> Martindale .....	41
<b>Figura 22:</b> Escala de valoración de la formación de pilling .....	42
<b>Figura 23:</b> Mesa de Pilling. ....	45
<b>Figura 24:</b> Anillo de Relleno. ....	46
<b>Figura 25:</b> Porta Muestras. ....	46
<b>Figura 26:</b> Peso de Carga Adicional.....	47
<b>Figura 27:</b> Dispositivo Auxiliar para Manejo de Muestra.....	48
<b>Figura 28:</b> Gabinete de visualización. ....	49
<b>Figura 29:</b> Metodología seguida en la Investigación. ....	55
<b>Figura 30:</b> Diseño de productos y concentraciones.....	56
<b>Figura 31:</b> Muestra de lana tejida a mano. ....	57
<b>Figura 32:</b> Selección de la Muestra. ....	59
<b>Figura 33:</b> Estructura del Proceso de Investigación de Campo.....	61
<b>Figura 34:</b> Estructura del Proceso de Investigación de Campo. El Autor.....	61
<b>Figura 35:</b> Curva de Proceso para acabado antipilling.....	62
<b>Figura 36:</b> Muestra de tejido a mano color crudo. ....	66
Figura 37: Curva utilizada para el proceso de acabado. ....	66
<b>Figura 38:</b> Porcentajes utilizados para acabado con silicona. ....	69
<b>Figura 39:</b> Porcentajes utilizados para acabado con Resina.....	72
<b>Figura 40:</b> Porcentajes utilizados para acabado con Látex. ....	75
<b>Figura 41:</b> Equipo Martindale, laboratorio Carrera de Ingeniería Textil. ....	76

<b>Figura 42:</b> Grados de pilling en muestra sin acabado. ....	78
<b>Figura 43:</b> Grado de pilling de muestras con acabado de silicona a diferentes concentraciones. .....	80
<b>Figura 44:</b> Grado de pilling de muestras con acabado de Resina a diferentes concentraciones. .....	82
<b>Figura 45:</b> Grado de pilling de muestras con acabado de Látex a diferentes concentraciones. .....	84
<b>Figura 46:</b> Gráfico comparativo de la media y el coeficiente de variación de las muestras con acabado de silicona.....	90
<b>Figura 47:</b> Gráfico comparativo de la media y el coeficiente de variación de las muestras con acabado de resina. ....	92
<b>Figura 48:</b> Gráfico comparativo de la media y el coeficiente de variación de las muestras con acabado de látex. ....	94
<b>Figura 49:</b> Gráfico comparativo entre las medias de los tres productos utilizado como agente antipilling .....	96
<b>Figura 50:</b> Medias promedio de Silicona, Resina y Látex. ....	97
<b>Figura 51:</b> Gráfico comparativo de los coeficientes de variación de los productos utilizados como agente antipilling. ....	98
<b>Figura 52:</b> Coeficientes de Variación Totales. ....	99

## ÍNDICES DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Preparación de la solución.....	106
<b>Anexo 2:</b> Muestra sumergida en la solución .....	106
<b>Anexo 3:</b> Capsulas con muestras.....	107
<b>Anexo 4:</b> Corte de muestra.....	107
<b>Anexo 5:</b> Residuos de las muestras preparadas para el análisis.....	108
<b>Anexo 6:</b> Muestra colocada en el equipo Martindale.....	108
<b>Anexo 7:</b> Muestra Física de tejido sin acabado.....	109
<b>Anexo 8:</b> Muestra Física de tejido con acabado de silicona al 50% .....	109
<b>Anexo 9:</b> Muestra Física de tejido con acabado de resina al 50% .....	109
<b>Anexo 10:</b> Muestra Física de tejido con acabado de látex al 50% .....	109

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está basado en el desarrollo un acabado textil antipilling aplicando látex, silicona y resina en tejido 100% lana y su respectivo análisis. El objetivo es disminuir la aparición de pilling en lana al momento de su frotación y determinar el producto y la concentración con mayor efectividad.

Para el desarrollo de este estudio se obtuvo hilo 100 % lana cruda de título 2.2 Nm, mismo que se utilizó para elaborar 5 pares de muestras tejidas a mano para cada producto, en las cuales se realizó la aplicación del acabado mediante un proceso de agotamiento con concentraciones del 10%, 20%, 30%. 40% y 50%, es decir se aplicó a cada 2 muestras la misma concentración, esto para su posterior análisis en el equipo Martindale; también, se utilizó un par de muestras en las que no se dio ningún acabado, la cual servirá para su respectiva comparación, dando un total de 32 muestras para ser analizadas.

Las pruebas de pilling se hizo en el equipo Martindale, utilizando 5 pares de muestras por cada producto utilizado y las muestras que no se les ha dado ningún acabado fueron sometidas a 5 ciclos de frotación, en el intervalo de cada ciclo se realizó un análisis visual determinado el grado de pilling alcanzado, que va de 1 a 5. Estos valores del grado están de acuerdo con la escala de formación de pilling de la norma ISO 12945-2 que fue utilizada para las pruebas.

Los resultados obtenidos en las pruebas, expresados en grados pilling fueron sometidos al test de normalidad, donde se obtuvo como resultado que todos estos valores pueden ser tratados estadísticamente. Para el análisis estadístico se utiliza la media y el coeficiente de variación de los valores correspondientes a los grados pilling.

En el análisis se logra establecer que el producto con el que se obtuvo mejor resultado es con RESINA ya que se obtuvo un grado promedio mayor de 3,96 y un coeficiente de variación total menor de 22,580106 presentado esto mayor eficiencia.

**Palabras clave: hilo, látex, silicona, resina, grados pilling.**

## ABSTRACT

In this research is developed an anti-pilling fabric finish by applying latex, silicone, and resin to a 100% wool fabric. The objective is to reduce the appearance of pilling in wool at the time of rubbing and determining the product and the concentration more effectively.

For this study, 100% raw wool yarn of 2.2 Nm was used to make five pairs of hand-woven samples per product. The finish was applied with a process of exhaustion to concentrations of 10%, 20%, 30%, 40% and 50%, the same concentration was applied every two samples, for their analysis in the Martindale equipment. A couple of samples without finish were also used, which will serve for comparison, with a total of 32 samples to analyze.

The pilling tests were carried out on the Martindale equipment, using five pairs of samples for each product. The samples that have not had any finish had 5 rubbing cycles, then, the visual analysis was performed in the interval of each cycle to determine the degree of pilling, which ranges from one to five. These values are under the pilling formation scale of ISO 12945-2 which was used for the tests.

The outcomes, expressed in pilling degrees, were subjected to the normality test, as a result, all these values could be treated statistically. For the statistical analysis, the pilling degrees corresponding to the media and the coefficient of variation of the values were used.

In the analysis, it was possible to establish that the product with the best result was obtained with RESIN since an average degree greater than 3.96 and a total coefficient of variation less than 22.580106 was reached, displaying a greater efficiency.

**Keywords:** Thread, Latex, Silicone, Resin, Pilling Degrees.

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción Del Tema.

El trabajo de investigación comprende la aplicación de tres productos antipilling diferentes, los cuales son: látex, silicona, y resina en muestras de hilos de tejidos de punto elaborados con fibras de lana 100%, mismas que se analizan en el equipo martindale, aparato de laboratorio que es utilizado para el testeado de muestras mediante fricción.

La aplicación de los agentes antipilling se realiza mediante procesos de agotamiento en tejido de lana, para lo cual se elaboran cinco pares de muestras para cada producto con diferentes concentraciones cada uno, obteniendo así 30 muestras de tejido que son testeadas en el equipo martindale.

Los hilos utilizados son de lana peinada, color crudo, esto con la finalidad de que las fibras cortas y la coloración aplicada en la tintura no influyan en la formación de pilling. Se elige el género de punto por cuanto éste al ser tejido con hilos de menor número de torsiones tienen la tendencia a formar más pilling, aspecto que es más conveniente para el estudio. Y el equipo martindale, equipo que se utiliza para hacer el análisis de la formación del pilling mediante frotación, es el que se tiene en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Textil.

Los datos obtenidos son evaluados mediante técnicas estadísticas y análisis comparativo, para determinar la concentración utilizada y el producto óptimo para ser aplicado en los géneros textiles de lana.

## **1.2. Antecedentes.**

En la industria textil, se utilizan diferentes materiales para la elaboración de prendas, algunos de estos materiales, tienen la tendencia a formar pequeños nudos o bolitas denominado pilling, esto se produce durante el uso de la prenda, provocando una desmejora en su aspecto.

La calidad de fibras utilizadas y el diseño en las prendas textiles son elementos importantes para mantener a una empresa con su participación en el mercado; Es así como, las prendas elaboradas con lana de oveja tienen mercados potenciales; sin embargo, estas prendas tienen el inconveniente a formar pilling ante la fricción, aspecto que perjudica la calidad de la prenda en cuanto al uso y el tiempo, problema al cual se pretende dar alguna solución.

La formación de pilling se da principalmente por las características que tiene la superficie de la fibra, así como también su forma, en el caso de la fibra de lana la presencia de una superficie en forma de escamas, superficie no lisa, es lo que contribuye a la formación de pilling. En el mercado existen productos antipilling cuyos componentes no son dados a conocer, productos que además tienen un precio importante y que encarece el producto. El principio en el que se basa los productos antipilling es el de cubrir con una sustancia la superficie de la lana, cubriendo las escamas, mismo principio en el cual se fundamenta este trabajo de investigación, además se realiza pruebas antipilling a la lana aplicando en un proceso húmedo látex, resina y silicona, productos de fácil disponibilidad en el mercado. Es importante indicar que sobre estos productos aplicados a la lana como antipilling no se tiene información si son en verdad óptimos en cuanto a sus efectos y también si son posibles de aplicar correctamente en procesos húmedos en las fibras de lana, inconvenientes que se esperan conocer con la culminación de esta investigación.

### **1.3.Importancia del Estudio.**

El empleo de la fibra de lana para la elaboración de productos de vestir tiene una gran importancia, ya que esta fibra natural posee características especiales que la diferencia de las demás fibras, dándole a la prenda de vestir aspectos particulares que son muy apreciados por los consumidores. Así como también al ser una fibra de origen natural tiene la característica particular de ser una fibra biodegradable, ayudando esto a la no contaminación del ambiente.

El conocimiento de información acerca de los factores que tiene relación directa con la formación del pilling en los tejidos, es de suma importancia para la aplicación de algún tipo de producto que elimine o disminuya la aparición de este problema. De acuerdo con estos aspectos, se debe tomar en cuenta las características referentes a fibras, hilo, tejido y uso posterior para así poder buscar una solución idónea que contribuya en este aspecto.

Si se logra obtener información idónea acerca de una solución para contrarrestar la aparición de este fenómeno, se favorecerá a potenciar de mejor manera el empleo de fibras naturales como lo es la lana en la elaboración de prendas de vestir, ya que al eliminar la apariencia de envejecimiento que le aporta la aparición de pilling, logrando así alargar su vida útil conservando una buena apariencia.

Con la realización de esta investigación se busca dar a conocer nuevos productos antipilling para su uso en la industria textil, los cuales van a contribuir con al mejoramiento del aspecto y textura de los tejidos elaborados con lana.

Finalmente, la aplicación de silicona, resina y látex se propone como una nueva alternativa para la industria textil relacionada con la disminución del efecto antipilling, ya que la aparición de pilling en los tejidos de lana le restar valor estético y calidad a las prendas.

## **1.4.Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General.**

Aplicar y analizar el uso de látex, resina y silicona en tejidos de lana 100% como un acabado anti-pilling.

### **1.4.2. Objetivos Específicos a Alcanzar.**

- Establecer una base teórica sobre la fibra de lana, látex, silicona y resina; mediante recopilación de información de estudios previos realizados; para con las bases teóricas adquiridas, desarrollar este estudio.
- Obtener tejidos de lana 100% cubiertos con productos antipilling, mediante la aplicación de látex, silicona y resina, las cuales serán analizadas.
- Obtener valores de formación de pilling en las muestras con productos antipilling en tejidos de punto mediante un testeo de formación de pilling en el equipo martindale.
- Evaluar los resultados obtenidos utilizando técnicas estadísticas y análisis comparativo, para determinar el producto y la concentración óptima de entre los tres productos utilizados.

## **1.5.Características del Sitio del Proyecto.**

La presente investigación se realizará en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra, en la cual tanto la parte experimental como su análisis serán desarrollados en la Universidad Técnica del Norte, en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Textil ya que los instrumentos y máquinas a utilizar para la aplicación del acabado y el testeo de este se encuentran en estos laboratorios.

Se elige este lugar para el desarrollo de la investigación porque los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Textil cuentan con el equipo necesario para la aplicación del acabado, así como también tiene el equipo de testeo con la tecnología adecuada, las pruebas se realizan con el uso de las normas pertinentes ayudando eso a tener un mejor desempeño y obtención de buenos resultados.

## **CAPITULO II**

### **2. ESTADO DEL ARTE**

#### **2.1. Estudios Previos**

##### **2.1.1. La Fibra de Lana, su origen y producción.**

“El primer ciclo productivo o de la lana, también clasificado como ciclo del merino o revolución del ovino, comienza alrededor de 1850 con el auge de la exportación de aquella, que era vendida, sucia y a granel, (...)” (Fernández & Rondina , 2006). La lana de oveja es considerada una de las fibras más antiguas que se usaban para la vestimenta del ser humano, esta fibra era vendida tal cual era extraída de la oveja.

Así como también acerca de la historia de la lana Perinat (2007) indica:

La lana ha sido usada en la vestimenta humana desde el Neolítico, transformándose a lo largo de la historia en prácticamente todo tipo de prendas. A finales del siglo XIX se usaba en ropa interior, uso del que ha sido definitivamente desplazada por el algodón, a medida que las hilaturas de éste se han perfeccionado, y por las fibras sintéticas adecuadamente mezcladas con las naturales. (págs. 2,3)

En otras palabras, el uso de lana en la industria textil ha existido mucho tiempo atrás ya que era empleada en la realización de prendas de vestir e incluso ropa interior, pero esto ha ido cambiando de acuerdo a las necesidades que han ido apareciendo, llegando a sustituir el algodón a la lana en algunos productos.

Los ovinos actuales productores de lana de vellón son todos de la especie ovis aries, descendientes del muflón y de otras razas de primitivos bóvinos asiáticos. Viven en rebaños, al cuidado del hombre desde la edad de Piedra, y a través de su larga historia el animal doméstico ha sido sometido a sucesivas hibridaciones, cruzando entre sí diversas razas en busca de mejores

productoras de lana o de carne, según los fines de explotación, y con la finalidad de mejor adaptación a los climas de su crianza. (Perinat, 2007)

Las ovejas tienen una larga descendencia que ha ido cambiando de acuerdo como va pasando el tiempo, ya que sus dueños han ido experimentando en cruces de diferentes razas con el propósito de obtener productos de mejor calidad.



***Figura 1:*** Ovejas

***Fuente:*** (Mantexman, 2019)

En cuanto se refiere a la producción Esparza (2009) menciona que alrededor del 40% de la producción mundial de lana se obtiene de ovejas merinas y un 43% de variedades cruzadas. El 17% restante procede en su mayoría de variedades especiales de ovejas y otros animales como el camello, la alpaca, etc. Actualmente se utiliza más de mil millones de cabezas para la producción de esta fibra textil.

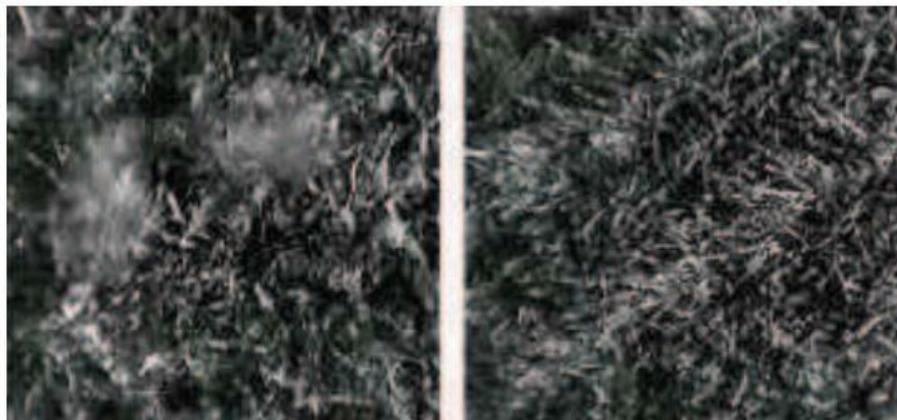
De acuerdo con el país con mayor producción de lana Esparza (2009) indica que Australia es el mayor proveedor del mundo, siendo su producción de lana sucia entre el 27% y 30% de la producción global.

### 2.1.2. Pilling en Tejido.

Solé (2014) acerca del pilling en el tejido informa que:

El pilling es un efecto no deseado sobre los tejidos, que consiste en la formación de bolitas de fibra enmarañadas, en la superficie de los mismos. Ello provoca aspectos de envejecido o de uso prolongado, en periodos de tiempos muy cortos. En consecuencia, el pilling será un efecto a evitar, por lo que debe proveerse desde el diseño inicial del tejido, mediante la adecuada elección de fibras, estructura de los hilos del tejido y operaciones de ennoblecimiento finales. (pág. 35)

En otras palabras la aparición de estas bolitas denominadas pilling se debe a muchos factores que influyen en su formación, para evitar este fenómeno es importante prestar atención y tener cuidado en todos los aspectos referentes a la producción del artículo que se desea. En la gráfica que se presenta a continuación se puede observar tejidos con pilling y tejidos sin pilling.



con pilling

sin pilling

**Figura 2** .Pilling en Tejido de Punto

**Fuente:** (Solé, 2014)

### 2.1.3. Secuencia del Crecimiento del Pilling

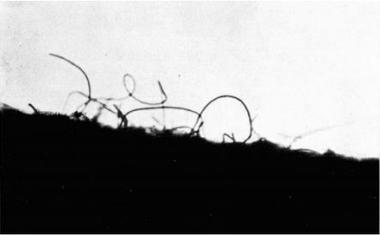
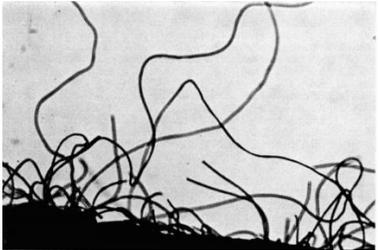
Naik y López (1984) manifiesta que cualitativamente, hay tres distintas etapas en la "vida" de un pilling. Primero, las fibras cortas de los hilados migran hacia la superficie del tejido como consecuencia de la acción abrasiva. Segundo, estas fibras se entrelazan, dando lugar a la bolita del pilling. Finalmente, ese pilling puede desprenderse del tejido por el uso normal de la prenda, o puede ser arrancado por una sollicitación imprevista, dependiendo de la tenacidad de las fibras que constituyen el pedúnculo de anclaje.

De igual manera de acuerdo con el tema de la secuencia del crecimiento del pilling, Guerrero (2017) indica que el pilling pueden desaparecer o no debido a las fuerzas de rozamiento. Si en un momento dado las fuerzas exteriores sobrepasa la resistencia total de rotura de las fibras de anclaje, que mantiene la bola adherida, el defecto se elimina. Por el contrario, si las fuerzas exteriores son siempre inferiores a la resistencia de las fibras de anclaje, el defecto aumenta.

En su trabajo de contribución al estudio del pilling Laporta y Naik (1976) indican que el pilling se desarrolla de la siguiente manera:

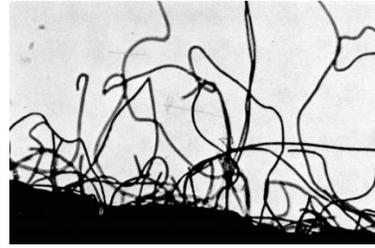
Tabla 1.

*Secuencia del Crecimiento del Pilling*

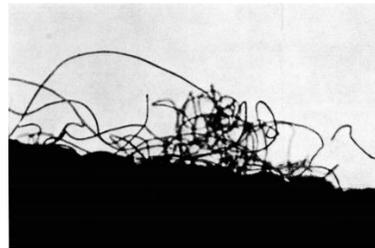
PROCESO	IMÁGENES
Aparición de las primeras fibrillas superficiales.	
Aumento del número de fibrillas sueltas	

---

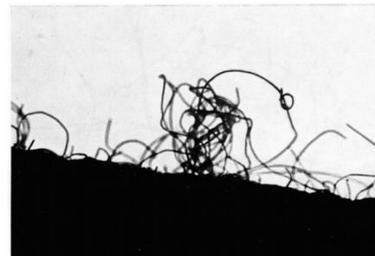
Las fibras empiezan a unirse y enredarse.



Las fibras empiezan apelotonarse.



Se rompen las fibrillas y pasan al interior de la bolita que va adquiriendo forma esférica.



Se forma la bolita (pilling) que es mantenida sujeta al tejido mediante unas fibras más largas que le actúan a modo de anclaje.



---

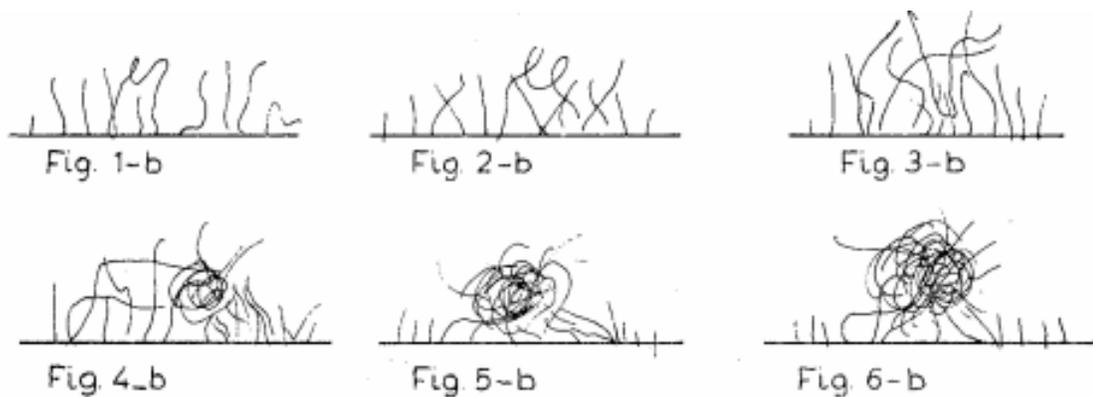
**Fuente:** (Laporta & Naik, 1976)

Así como también se menciona que:

El desprendimiento de la bolita se produce por efecto de abrasión, la misma que origina la producción de fibras, produce el apelmazamiento de las mismas, da origen a las bolitas y finalmente da lugar a su desprendimiento (...). De tal modo que, en una prenda en uso, después de un cierto tiempo de utilización, el pilling que vemos se puede decir que es un

estado de equilibrio entre las bolitas que se originan y las que se van eliminando constantemente. (Laporta & Naik, 1976, pp. 43)

Se refiere a que conforme se produce la formación de las bolitas denominadas pilling, de igual manera se produce su desprendimiento de acuerdo con el tiempo de utilización del producto, esto se produce gracias al efecto de abrasión que haya con la fibra. El esquema de las secuencias del pilling puede representarse de la siguiente manera:



**Figura 3:** Ciclo de Formación y Desprendimiento de una Bolita de Pilling

**Fuente:** (Laporta & Naik, 1976)

#### **2.1.4. Parámetros que Influyen en la Formación de Pilling.**

Sole (2014), menciona que la formación del pilling en los tejidos de punto tiene la siguiente relación:

A mayor relajación, más compacidad, y por lo tanto menor formación de pilling. A mayor longitud del hilo de malla, mayor pilling. Teniendo en cuenta que los hilos destinados género de punto, tienen menor torsión que los destinados a tejido de calada. A mayor gramaje (peso/ metro cuadrado), menor formación de pilling. A mayor factor de cobertura,

menor pilling. También influye la “galga” del telar, que está relacionada directamente con el gramaje. (pág. 44)

La formación de pilling varía en el tipo de tejido, teniendo en cuenta si se refiere a un tejido de punto o a un tejido de calada.

De igual manera de acuerdo con la investigación realizada por Solé (2014) expresa que existen algunos parámetros de la fibra que influyen en la formación del pilling para lo cual es necesario conocer profundamente, tanto las fibras a utilizar, así como de la estructura de los hilos y tejido en cuestión, puesto que es fundamental para evitar o minimizar su posterior aparición en los artículos textiles, por tanto, se deberán tener en cuenta los principales factores como:

- **Parámetros que afectan a la fibra.**
  - Naturaleza de la fibra
  - Finura de la fibra
  - Rizado de la fibra
  - Sección trasversal de la fibra
  - Longitud de la fibra
  - Rigidez
  - Tenacidad de las fibras
  
- **Parámetros que afectan al hilo**
  - Título del Hilos
  - Torsión y retorsión de los hilos
  - Velloidad
  - Migración de las fibras
  - Distintas mezclas de fibras
  
- **Parámetros que afectan al tejido**
  - Estructura y textura o ligadura (calada y malla)
  - Factor de cobertura

- Masa laminar
  
- **Parámetros que afectan en la tintura y acabados**
- Descrude
- Tipo de colorante
- pH del baño
- perchado
- termofijado

De acuerdo con lo expuesto por Solé acerca de algunas propiedades de la fibra que contribuyen a la formación de pilling, se puede instituir que la lana por poseer la característica de rizos en su fibra tiende a la formación de este fenómeno.

Los parámetros mencionados anteriormente por Solé se van a tomar como referencia para el desarrollo de esta investigación. Sin embargo, se tomará en cuenta únicamente los parámetros que afectan en los acabados ya que se realizara la aplicación de un acabado antipilling para tejidos de punto en lana.

#### **2.1.5. Acabado Antipilling.**

Según estudios realizados por Tusief, Mahommod y Muhmmd (2011) en su investigación acerca del efecto de diferentes agentes anti-pilling para reducir el pilling en tejidos de poliéster/algodón refieren que para los acabados textiles, hay muchos métodos para reducir la tendencia a formar pilling en la tela, uno de ellos es la aplicación de acabados Antipilling por este método, las telas se tratan con agentes especiales anti-pilling para evitar la formación de este fenómeno que promueven la adhesión de las fibras en el hilo o la tela, esta investigación se basa en la aplicación de diferentes agentes antipilling a distintas concentraciones y niveles de pH en el tejido Pes / Co para obtener resultados superlativos.

Los agentes antipilling utilizados para esta investigación fueron productos químicos a diferentes concentraciones y niveles de pH como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 2.

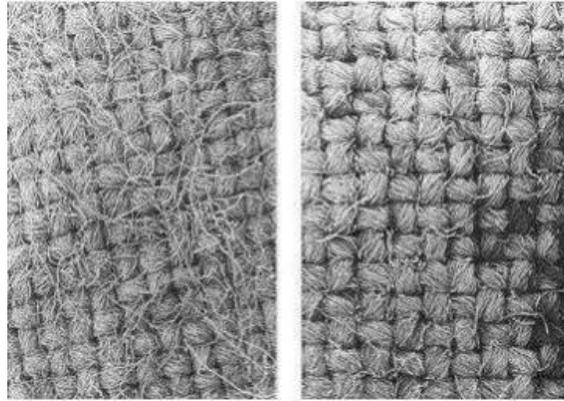
*Clasificación de pilling de tela de poliéster / algodón para varios agentes antipilling a diferentes concentraciones y pH.*

<b>Tipo de Acabado (Producto)</b>	<b>Concentración (g/l)</b>	<b>pH</b>
<b>Metastab ZC</b>	30	3.5
<b>Teexicil Gc</b>	40	4.5
<b>Appretan N 9211</b>	50	5.5
<b>Knittex RCT</b>	60	6.5
<b>Dicrylan PSF</b>	70	
<b>Wuxizyme RCL</b>	80	

**Fuente:** (Tusief, Mahomood, & Muhammad, 2011)

De igual manera Tusief. Mahomood y Muhammad (2011) refieren que el estudio realizado reveló que los diferentes acabados anti pilling tienen una capacidad diferente para reducir el pilling en la tela. Sin embargo, entre todos los productos químicos utilizados, el Appretan N 9211 mostró los mejores resultados para mejorar el Rendimiento de pilling del mismo modo varios niveles de concentración química mostraron efectos significativos en el rendimiento en la reducción del pilling de la tela. Entre todos los niveles de concentración de producto químico utilizado en esta investigación se demostró que, 80 g / l dio los mejores resultados, mientras que al utilizar diferentes niveles de pH en el acabado anti pilling, se obtuvo en este estudio que no tenían efecto significativo en el rendimiento de la reducción de pilling de la tela.

El estudio citado anteriormente acerca de aplicación de un acabado antipilling en un sustrato textil, en este caso se realizó este estudio en tela poliéster / algodón, se toma como referencia para el desarrollo de esta investigación ya que busca el mismo propósito de reducir o eliminar el efecto del pilling, con la diferencia que la investigación se realiza en sustrato textil de lana 100%.



**Figura 4:** Tejido antes del tratamiento antipilling (izquierda) y después (derecha)

**Fuente:** (Lockuán , 2012)

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1. Pilling**

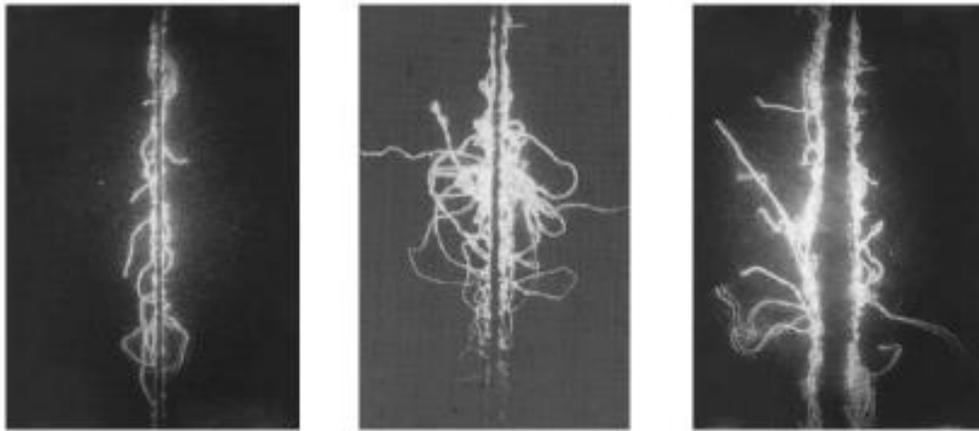
“El pilling es la formación de bolitas por agrupación de fibras sobre los tejidos. Aparece debido a una acción continua de rozamiento y es particularmente permanente en tejidos con fibras sintéticas o mezclas con éstas.” (Lockuán , 2012, pág. 15). Hace referencia al efecto que resulta del enmarañamiento de fibras y por ende la producción de bolitas en el tejido por causa del frotamiento debido a su uso, dando un aspecto de envejecimiento al producto.

Así como también acerca del pilling se menciona que “El pilling es un problema importante no solo para los fabricantes de textiles y ropa, pero también para usuarios” (Jasinska, 2009). El problema con el que contaría el usuario sería el envejecimiento temprano de sus prendas, dando lugar esto a obligarlo a desechar la prenda con un poco tiempo de uso.

#### ***2.2.1.1. Pilosidad en los hilos***

“Se entiende como pilosidad - o vellosidad - del hilo una cantidad excesiva de fibras sobresaliendo del eje del mismo. Es generada por fibras unidas al cuerpo del hilo por un extremo, mientras que el otro se proyecta hacia afuera, pues no ha sido cogido por la torsión” (Lockuán , 2012). En otras palabras, se trata de fibras que no han sido torcidos por completo, por lo cual sobresalen del hilo.

A continuación, se muestra la imagen de 3 hilos diferentes en los cuales las zonas centrales (oscuras) representan el cuerpo del hilo y las zonas iluminadas muestra la pilosidad.



**Figura 5:** Hilos con pilosidad

**Fuente:** (Lockuán , 2012)

Según Lockuán (2012) Se conoce algunos parámetros de las fibras que influyen en la pilosidad de los hilos y estos son: longitud, finura rigidez, resistencia a la rotura por tracción, coeficiente de fricción. Dependiendo de estos parámetros aumentará o disminuirá la pilosidad del hilo.

## **2.2.2. Fibra de Lana.**

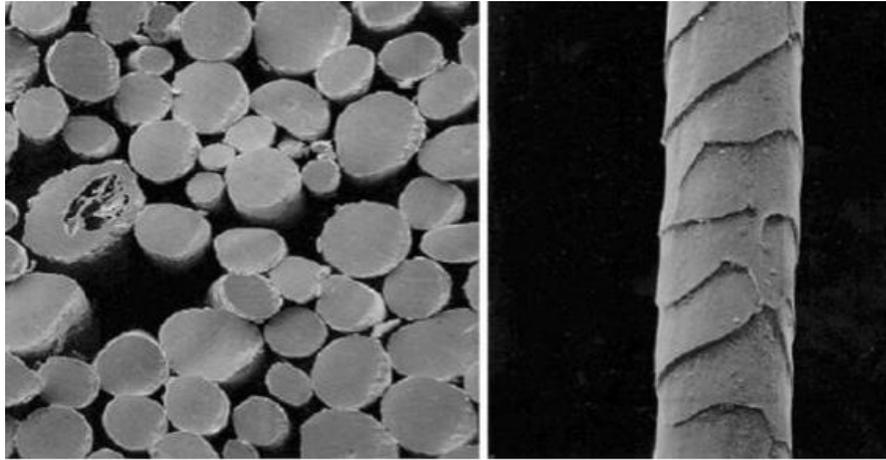
### **2.2.2.1. Definición**

Una de las fibras más reconocida y empleada en el sector textil es la fibra de lana de oveja. Según Esparza (2009) afirma: “La lana se refiere a los pelos obtenidos del corte de las ovejas, es una estructura organizada, crecida de una raíz situada en la dermis. Posee características especiales y únicas que le permiten ser procesadas con relativa facilidad” (pág. 3).

Así como también Lockuán, (2013) menciona: “Esta noble fibra proviene de la sección del folículo piloso de las ovejas. Está compuesta de una sustancia orgánica compleja llamada queratina” (pág. 49).

La fibra de lana presenta una gran variedad de características y propiedades que la diferencia de las demás fibras, “Esta fibra presenta una gran variación de finura, largo y rizo, dependiendo de la

raza, la dieta, y el clima. Estas características morfológicas de la fibra influyen en la voluminosidad, carácter y estilo del vellón de lana” (Pesok, 2004, pág. 4).



**Figura 6:** Microfotografías de Fibras de Lana, Vista Seccional y Longitudinal.

**Fuente:** (Lockuán, 2013).

Acerca de la lana y sus características se menciona lo siguiente:

Químicamente, la lana es una fibra de proteína llamada queratina, que se caracteriza por su finura, elasticidad (se puede alargar hasta un 50% de su longitud sin romperse), longitud (aproximadamente entre 35 a 350 mm) y aptitud para el enfieltrado. Estas características se deben a que la superficie externa de las fibras que la forman está constituida por escamas muy pequeñas, abundantes y puntiagudas que sólo están fijas por su base y encajadas a presión. (Esparza, 2009)

La característica con la que cuenta esta fibra de tener risos contribuye con su gran capacidad para alargarse, así como también la estructura que posee le genera mayor probabilidad de enredarse.

Así como también Según Esparza (2009) menciona que el pelo de la oveja es el único pelo que se denomina lana, los pelos de cualquier otro animal se denominan siempre como pelos, la fibra obtenida de otros animales como por ejemplo la fibra de alpaca, vicuña, angora, etc. Siempre va a ser llamados pelo y solo la fibra obtenida de la oveja será denominada lana.

### ***2.2.2.2. Características sistemáticas y morfológicas***

Según Perinat (2007) afirma:

La fibra de lana tiene una estructura molecular alargada, a base de cadenas de células que se unen en forma de muelle, lo que le confiere a la fibra su elasticidad, es decir, la capacidad de enderezarse y retorcerse sin ser deformada, recuperando siempre su forma original al cesar el estiramiento o la presión. (pág. 3)

Esta fibra es rizada, según la estructura molecular explicada antes, lo que confiere volumen al hilo de lana y a su tejido, es una fibra larga esto dependiendo de las variedades de lana de cada raza y también presenta escamas en su superficie, lo que hace que pueda enfieltrarse.



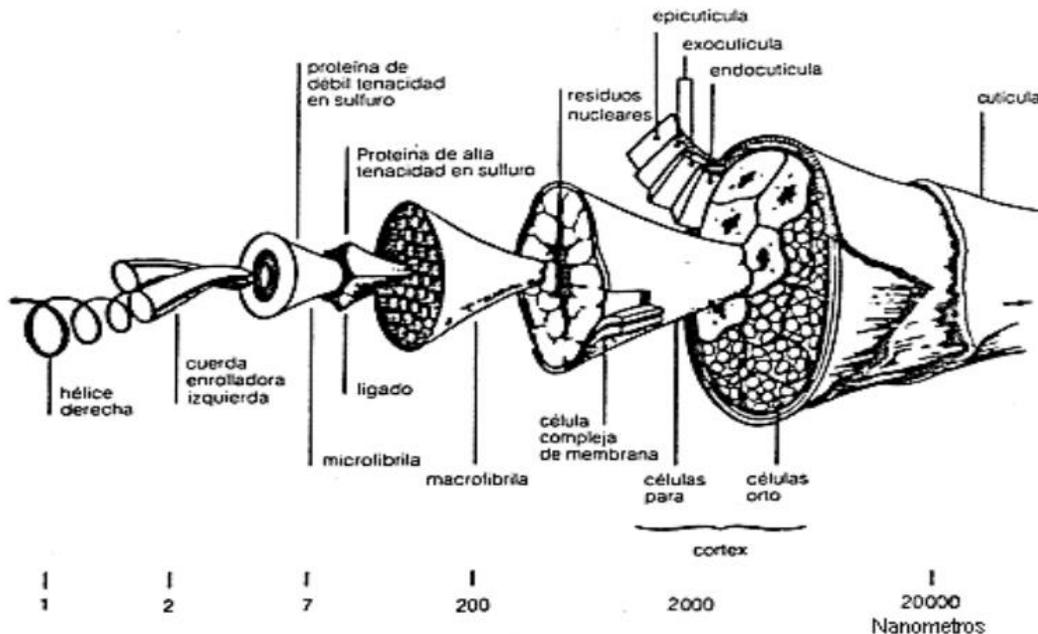
***Figura 7:*** Fibra de Lana

***Fuente:*** (Pesok, 2004)

### ***2.2.2.3. Estructura de la Fibra***

La sección transversal de la fibra presenta tres partes principales: a) Corteza o cutícula. Es una capa delgada formada por células en forma de escamas, localizadas en la parte exterior de la fibra. La corteza es muy resistente a la acción de los agentes y fuerzas externas, resiste también al ataque

químico. b) Cortex. - Es la parte principal de la fibra, constituida por células fusiformes colocadas en sentido longitudinal, representa aproximadamente el 90% de la fibra. c) Médula. - La médula es la parte central, está compuesta de células en forma poliédrica, está constituida por células unidas y alineadas longitudinalmente. (Esparza, 2009, pág. 4)



**Figura 8:** Estructura de la Fibra de Lana

*Fuente:* (Esparza, 2009)

#### 2.2.2.4. Propiedades Químicas

**Resistencia a los ácidos y álcalis.** - Esta fibra es resistente a los ácidos diluidos y concentrados; no es resistente a los álcalis, resiste a los álcalis débiles hasta unos 60 grados centígrados, se destruye ante la acción de álcalis fuertes.

“La lana es atacada fácilmente por microorganismos como bacterias, hongos, polilla, especialmente cuando está húmeda; para evitar este problema se puede realizar tratamientos químicos apropiados específicos.” (Esparza, 2009, pág. 7). En otras palabras, esta fibra es más propensa a ser atacada por estos microorganismos ya que por el mismo hecho de provenir de un

animal el cual es criado al ambiente y expuesto a todo tipo de suciedad, esto puede ser solucionado dándole un acabado que contribuya a esto.

#### ***2.2.2.5. Propiedades Físicas***

La lana cuenta con muchas propiedades físicas, mismas que la hacen diferente a las otras fibras naturales de origen animal, estas son:

- **Longitud:** la longitud esta fibra es el largo que pueda llegar a alcanzar hasta antes de ser contada, comúnmente es un tiempo aproximado de un año de crecimiento, dependiendo mucho de la raza y la edad del animal.

La longitud es la distancia que existe entre los extremos de una fibra, en la lana la longitud se mide en su estado natural, sin estirla, estirada alcanza una longitud 1.9 veces más que la longitud normal. La longitud se expresa en milímetros y la longitud promedio de las fibras está comprendida entre 30 a 80mm. O más. La longitud tiene una relación con la finura y los rizos. (Esparza, 2009, pág. 4)

- **Finura:** Se refiere al grosor que tiene la fibra, el cual es muy importante ya que determina en gran parte la calidad del producto que se va a obtener. Según Esparza (2009) “La finura es el diámetro promedio de las fibras, la finura en el sistema lanero se expresa en micras (u). La lana tiene finuras que están comprendidas entre 15 a 40u o más” (pág. 45).
- **Rizos:** El rizo en una de las propiedades más importantes que posee la fibra de lana ya que con esto se puede definir el tipo de hilo que se va a elaborar. Esparza (2009) afirma: “Los rizos son las ondulaciones naturales que posee la fibra de lana, se mide en número de rizos por unidad de longitud, por ejemplo, rizos por pulgada o rizos o por centímetro” (pág. 5).

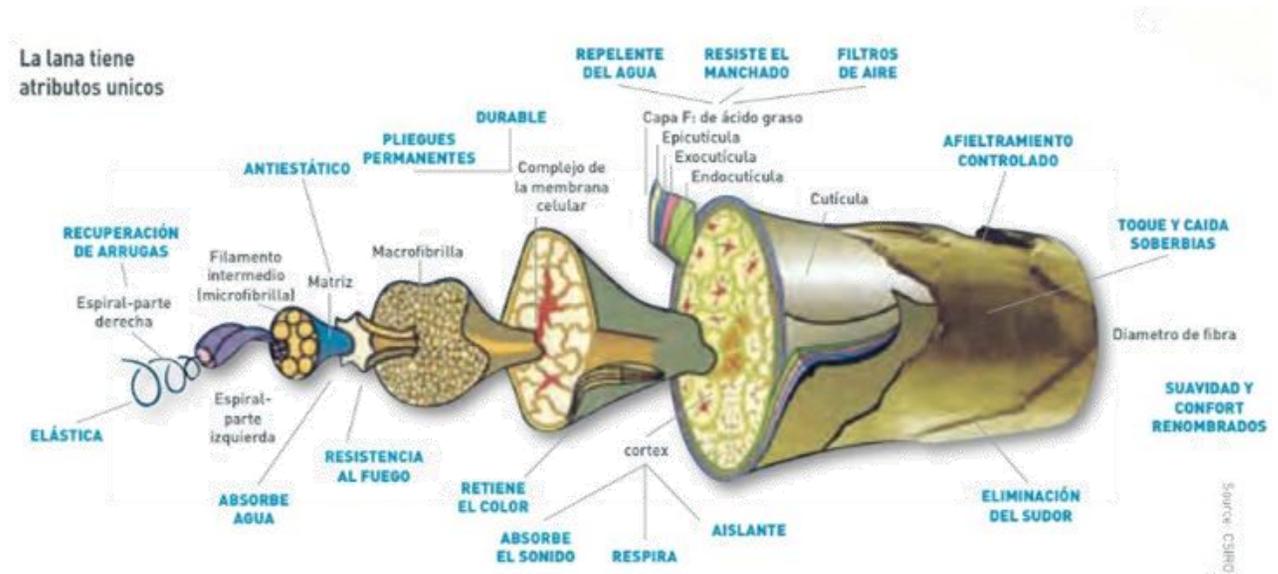
- **Color:** - El color natural de la lana está entre el blanco ligeramente amarillento hasta el negro, existiendo tonos intermedios como el marrón y el café. El color blanco de la lana es el más utilizado y el más apreciado debido a que con este se puede dar el color deseado a los productos obtenidos según las necesidades.
- **Enfieltramiento:** es una de las propiedades que puede ser tanto favorable como perjudicial dependiendo de la utilización que se le vaya a dar. Esparza (2009) afirma:

Es una propiedad característica de la lana y es la capacidad que poseen estas fibras para enredarse, compactarse, enmarañarse entre ellas, especialmente cuando son sometidas a la acción de temperatura, humedad y acción mecánica. El enfieltramiento es uno de los problemas que presentan las prendas elaboradas con lana, pero si se le da tratamientos anti-enfieltrado las prendas adquieren estabilidad dimensional. (pág. 6)

Con este texto el autor se refiere a que el enfieltramiento es una de las propiedades que puede causar problema al momento de su utilización ya que por poseer la capacidad de enredarse puede ocasionar la producción de pilling lo cual es evitable dándole un acabado con ayuda de algunos productos químicos.

- **Densidad:** “La densidad es la relación entre el peso y el volumen de una materia y se expresa en gr./cm<sup>3</sup>” (Esparza, 2009, pág. 6).
- **Elongación:** la lana es una de las fibras que tienen mayor porcentaje de elongación gracias a la gran cantidad de rizos que posee. Esparza (2009) menciona: “Es la propiedad que indica la cantidad en % en que una fibra es susceptible de alargarse bajo el efecto de una tracción hasta antes de romperse (pág. 6).
- **Higroscopicidad:** La fibra de lana tienen un alto porcentaje de absorción, teniendo en cuenta que esto puede variar dependiendo de las condiciones ambientales de almacenamiento, esta propiedad es tomada muy en cuenta al momento de la comercialización ya que puede aumentar su peso.

“Es la cantidad de agua que puede absorber la lana sin dar la apariencia de estar mojada. La lana es también la más higroscópica de entre todas las fibras naturales, puede alcanzar hasta el 35% de higroscopicidad.” (Esparza, 2009, pág. 6)

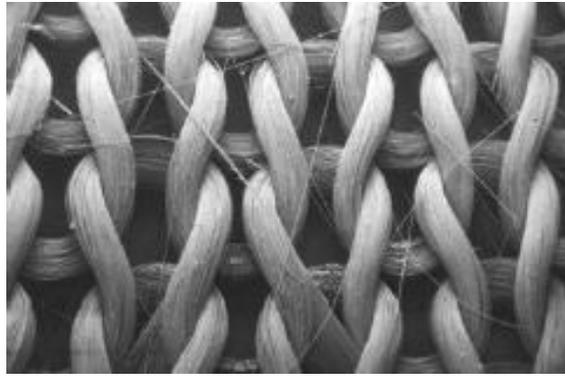


**Figura 9:** Propiedades Físicas de la Fibra de Lana

*Fuente:* (Alonso , s.f.)

### 2.2.3. Tejido de Punto

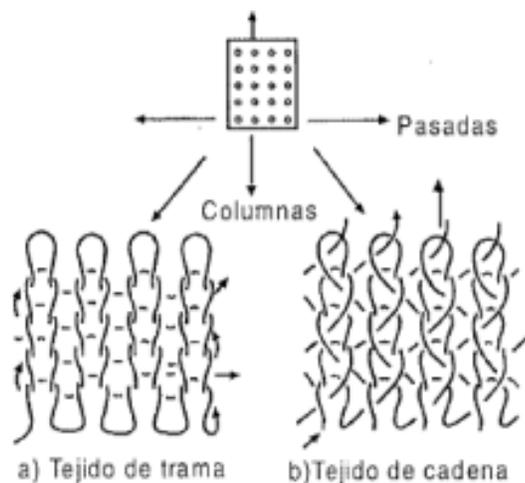
“Los géneros de punto son tejidos obtenidos mediante los hilos, estos pueden obtenerse de forma manual, o con el empleo de máquinas, en todo caso, esta operación recibe el nombre de tricotaje.” (Lockuán , 2012, pág. 65).



**Figura 10:** Vista ampliada del género de punto (Jersey)

**Fuente:** (Lockuán , 2012)

Así como también Ruiz (2013) manifiesta que los tejidos de punto están compuestos por hilos de trama o de urdimbre o ambos a la vez, pero formando siempre unos bucles especiales llamados puntos o mallas. Son muchos los artículos con este tipo de tejidos entre estos se tienen jerseys o sweaters, calcetines, ropa interior, de deporte, accesorios como gorras, bufandas, etc.



**Figura 11:** Tejido de punto por trama y tejido de punto por urdimbre.

**Fuente:** (Ruiz, 2013)

## **2.2.4. Acabados Textiles**

### ***2.2.4.1. Definición***

Lockuán (2012) señala que:

La frase ennoblecimiento textil define una serie de operaciones llevadas a cabo en las telas ya blanqueadas, teñidas o estampadas para mejorar aún más sus propiedades y – posiblemente – añadir algunas nuevas; en suma, es ennoblecir al tejido optimizando alguna de sus características. (pág. 3)

Los acabados textiles deben ser elegidos de acuerdo con las necesidades de cada producto, es decir teniendo en cuenta el uso al que va a ser destinado, los parámetros que influyen en la elección del proceso de acabados más adecuado son la naturaleza de la fibra o tela y la aplicación final del tejido, estos acabados pueden mejorar la apariencia, textura y el desempeño de una tela determinada. Los acabados pueden aplicarse para reducir las características no deseables o para mejorar aquellas apetecibles.

### ***2.2.4.2. Clasificación***

Los procesos de acabados se clasifican en:

- **Acabados Físicos:** Según Lockuán (2012) Los procesos mecánicos de acabado hacen referencia a aquellas operaciones generalmente llevadas a cabo sobre tejido seco, con o sin aplicación de calor, que dan al tejido una buena estabilidad dimensional (encogimiento y retención de forma) y modifican su “mano” mediante alteración de su estructura, al menos la superficie. Algunos acabados físicos se mencionan en la tabla siguiente:

Tabla 3.

*Acabados Físicos.*

<b>ACABADO</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
<b>Calandrado</b>	Por medio de la fricción, presión y calor se puede obtener un aspecto liso, brillante.
<b>Gofrado</b>	Se realiza en una calandra de dos cilindros donde el cilindro metálico es grabado con un diseño que luego es transferido a la tela
<b>Esmerilado</b>	Gracias a este proceso, el tejido tiene un tacto mucho más suave y un aspecto de aislamiento mejorado debido a que los extremos de las fibras son llevados a la superficie de la tela.
<b>Perchado</b>	Los extremos de las fibras son llevados a la superficie de la tela, formando una capa más o menos densa y larga sobre ella.
<b>Tundido</b>	Consiste en rasurar el tejido para lograr una apariencia uniforme de su superficie
<b>Batanado</b>	Con este acabado, mediante la aplicación de humedad combinada con calor, fricción y compresión, se pretende fieltrar los tejidos de lana.

**Fuente:** (Lockuán, 2012)

- **Acabados Químicos:** Lockuán (2012) menciona que: mediante la aplicación de químicos de diferentes orígenes, un tejido puede obtener propiedades que de otra manera serían imposibles de obtener por medios mecánicos. Estos tratamientos permiten la estabilización de los tejidos sometidos a los tratamientos mecánicos de acabados, como el calandrado, así como también dan alguna propiedad a los tejidos (por ejemplo, retardación al fuego o repelencia al agua), que de otro modo estarían ausentes.

Algunos acabados físicos se mencionan en la tabla siguiente:

Tabla 4.

*Acabados Químicos*

---

<b>ACABADO</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
<b>Suavizado</b>	Como regla general, cada fibra tiene un valor de suavidad específico, que depende de su composición química y estructura física. Este acabado se caracteriza por brindar una mayor suavidad cambiando las propiedades del tacto (mano).
<b>Antiarrugas</b>	Este acabado brinda propiedades físicas y químicas nuevas ya que proporciona la característica de lavar y usar, es decir le proporciona un planchado permanente.
<b>Antimicrobiano</b>	Los principios activos que limitan el crecimiento de la población de microorganismos.
<b>Repelencia al agua</b>	Tratamiento que explica porque una superficie textil se humedece, este acabado le proporciona al sustrato textil el no absorber agua.
<b>Anti-inflamabilidad</b>	El término inflamabilidad se refiere a la facilidad de ignición y la velocidad de combustión de los tejidos.

---

**Fuente:** (Lockuán, 2012).

Así como hay diferentes tipos de acabados, también existen diferentes formas de aplicar los productos para dar el acabado químico en la tela, estos pueden ser:

Tabla 5.

*Formas de Aplicación de los Acabados Químicos*

<b>FORMA DE APLICACIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>Foulardado</b>	Es el método más común entre las diferentes técnicas de acabados químicos, y puede ser aplicado en casi todas las operaciones de acabados en húmedo. Un parámetro muy importante para controlar es el pick up del tejido luego se su pase, ya que esto determinará la cantidad de baño absorbido por la tela.
<b>Pulverización (spray)</b>	Se utiliza para llevar a cabo un acabado ligero, se deja en el tejido una pequeña concentración de los productos.
<b>Agotamiento</b>	El tratamiento de hilados o tejidos en baños de agotamiento se recomienda sobre todo cuando productos químicos estables son aplicados sobre el sustrato. Los productos de calcetería y géneros de punto tubular generalmente reciben el producto de acabado mediante esta técnica.

Fuente: (Lockuán, 2012)

**2.2.5. Acabados textiles que contribuyen con la reducción de la formación de pilling.**

Para evitar o minimizar la formación el pilling, los tejidos pueden someterse a una serie de tratamientos previos de preparación, como pueden ser:

- **Descrude y Desencolado:** “La completa eliminación de cera y lubricantes de las fibras y de los hilos, disminuirá la capacidad de formar pilling, al no haber sustancias que favorezcan el deslizamiento de las fibras, por lo tanto, la facilidad de formación de pilling” (Solé, 2014, pág. 47). Al evitar el deslizamiento de fibras también se evita que estas se enreden y por lo tanto disminuye la posibilidad de formación de este efecto no deseado.

- **Tipos de colorantes y procesos utilizados en la tinte:** En general, procesos de tinte largos, y con alta fricción del tejido (procesos en cuerda), tendrán tendencia a una formación de pilling.

Así como también “Los procesos de tinte en forma de tejido plano, jigger y autoclave, así como los procesos de tinte por impregnación (semi-continuos o continuos), tendrán menos tendencia a la posterior formación de pilling.” (Solé, 2014, pág. 48)

- **Termofijado:** Tanto vaporizado como el Termofijado, reducen la tendencia a la formación de pilling, debido a que “fijan” las fibras en una determinada posición, de forma que se impide su facilidad de posterior movimiento o migración a las zonas del hilo o del tejido. Es decir que tejidos termofijados, presentarán menos tendencia a formar pilling, que tejidos no termofinados. (Solé, 2014, pág. 48)



*Figura 12:* Rame de termofijado de tejido.

*Fuente:* (Solé, 2014)

- **Suavizado:** “Los suavizantes, disminuyen los coeficientes de fricción fibra-fibra, con lo que favorecen la tendencia a la formación de pilling.” (Solé, 2014, pág. 48)
- **Productos de apresto “antipilling”:** Según Solé (2014) : Son productos de apresto, en forma de resina, que actúan como elementos de ligadura o fijación de las fibras, impidiendo su migración a la superficie de los hilos y tejidos, y por lo tanto reducen la tendencia a la formación de pilling. (pág. 48)

## 2.2.6. Silicona

Aza (2016) menciona que:

Su nombre se lo debe a Frederick Kipping, que fue un químico pionero en el estudio de los compuestos orgánicos del silicio. La silicona fue descubierta en 1990 donde por primera vez se estudió las diferentes moléculas orgánicas que contenían carbono y silicio. A partir de 1930 se obtiene la silicona industrialmente. Es un polímero inodoro e incoloro formado de silicio. Se transforma en silicona al ser combinado con carbono, hidrógeno y oxígeno. La silicona es inerte y estable a altas temperaturas, siendo utilizado en diferentes actividades humanas, tanto a nivel doméstico, salud, industria, automotriz etc. (pág. 59)

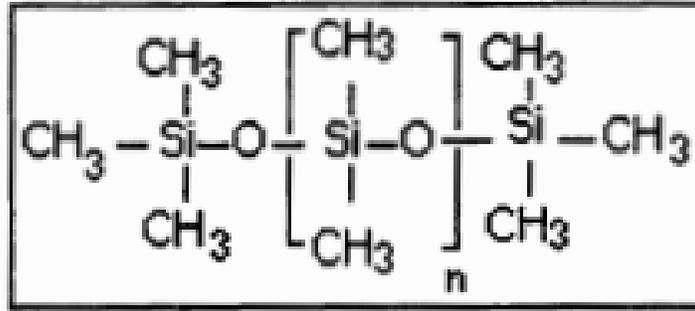
Con la aplicación de la tecnología, la silicona contribuye a ser uno de los materiales esenciales que nos brinda ciertos beneficios de confort y fines médicos para asegurar una vida más larga, saludable y productiva en nuestra sociedad actual. Sus formas pueden ser variadas, según se distribuyan las moléculas que la componen. Así, la silicona puede ser: Sólida, Gel, Polvo, Aceite, etc.

### 2.2.6.1. Estructura química.

La estructura química de la silicona depende de si se trata de una silicona no reactiva o de una silicona reactiva, a continuación, se explica su estructura correspondientemente.

**Siliconas no reactivas:** “Las emulsiones de polidimetil-siloxanos (PDMS) fueron los primeros polisiloxanos que se introdujeron en la industria textil como agentes de acabados.” (Carrión & Serra, 1997, pág. 62)

La estructura química de la PDMS (silicona) no reactiva con el algodón se muestra en la siguiente figura:



**Figura 13:** Estructura química del Polidimetil-siloxano (PDMS)

*Fuente:* (Carrión & Serra, 1997)

Este compuesto de PDMS posee una baja tensión superficial de  $21 \text{ mNm}^{-1}$  con pequeños cambios de temperatura. Así mismo se mantiene estable con la misma, el índice de refracción, densidad, constante dieléctrica y viscosidad. Es un producto inerte (estable a la oxidación) altamente compresible, con flexibilidad de rotación en su macromolécula con energías de enlace superiores al enlace C-C. (Carrión & Serra, 1997)

Los polímeros de polidimetilsiloxano imparten propiedades deseadas a los tejidos, debido a su cadena principal flexible, enlaces estables y fuerzas intermoleculares débiles. Sin embargo, el efecto de suavizado no es duradero al lavado repetido debido a la falta de reactividad de este tipo de polímero.

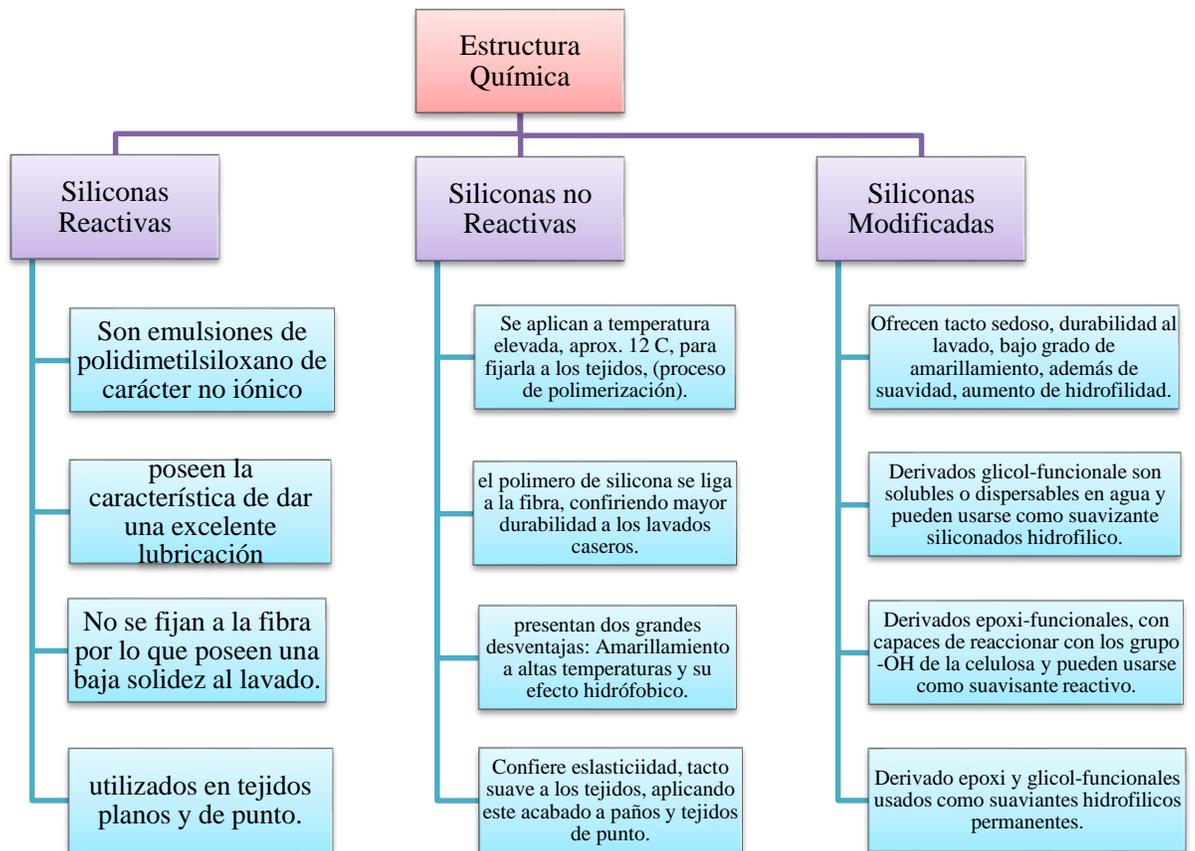
Estos polímeros confieren un tacto específico, suave y liso a la superficie del tejido y presentan una excelente solidez a la sublimación. Se aplican principalmente para el suavizado de artículos de algodón y sus mezclas, debido a que además del tacto característico confieren un aumento de las propiedades antiarrugas y un aumento de la resistencia a la abrasión y al desgarro.

Poseen estos polímeros un tacto ligeramente aceitoso, que no ha sido totalmente aceptado en el campo del acabado de tejidos de lana, para los cuales se prefiere un tacto más natural del artículo. (Carrión & Serra, 1997)

- **Siliconas Reactivas**



En la tabla siguiente se muestran las características más importantes de estos tres tipos de siliconas:



**Figura 16:** Estructura Química de la Silicona

**Fuente:** (Aza, 2016)

### ***2.2.6.2. Características de las siliconas***

La silicona cuenta con diferentes características que le hacen ser muy útil en la utilización en la industria textil, (Chugá, 2011) menciona:

- Excelente resistencia a los cambios climáticos y al envejecimiento
- Estabilidad térmica
- Alta repelencia al agua
- Altas propiedades de adhesión
- Capacidad para soportar la exposición a condiciones atmosféricas por periodos prolongadas de tiempo
- Resistencia a los rayos ultravioletas del sol
- Volatilidad extremadamente baja
- Inerte – no reacciona con la mayoría de los materiales
- Resistencia química
- Elasticidad, maleabilidad y flexibilidad duradera
- Excelentes propiedades de aislamiento eléctrico • Resistencia a la tracción
- Propiedades antiespumantes
- Resistencia microbiana

### ***2.2.6.3. Forma de Presentación***

“La silicona como acabado textil se encuentran básicamente en dos formas: como emulsiones y micro-emulsiones. En ambos casos, la silicona se dispersa en agua, con auxilio de agentes emulsionantes adecuados. La diferencia entre ambas es el tamaño de partícula, (...)”. (Aza, 2016). Esto quiere decir que se puede tener dos presentaciones de silicona todo depende del uso que se le vaya a dar, y en el sustrato textil que se vaya a utilizar para darle el acabado necesario.

#### 2.2.6.3.1. *Emulsión de silicona*

Refiriéndose a las características de la emulsión de silicona Aza (2016) menciona:

- Los polímeros obtenidos mediante polimerización en emulsión se conocen también como látex y son dispersiones coloidales de partículas muy pequeñas de polímero.
- Son solubles al agua, tienen buena estabilidad y resistencia a condiciones extremas.
- Las emulsiones presentan partículas de diámetros de hasta 0.10 mm y aspecto blanco lechoso.
- Los látex se utilizan en un sinnúmero de aplicaciones como: adhesivos, pinturas, pegamentos para telas, tintas de impresión, productos de caucho, etc.

#### 2.2.6.3.2. *Micro emulsión de silicona*

Así como también, acerca de las características de la micro emulsión Aza (2016) expresa:

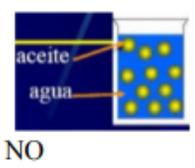
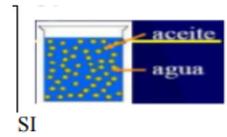
- En la década de los años ochenta se realiza el estudio de la polimerización de la micro emulsión.
- Las micro emulsiones son habitualmente transparentes.
- Las gotas individuales son tan pequeñas que no se aprecian fácilmente bajo luz visible.
- Las micro emulsiones presentan diámetros inferiores a 0.01 mm y de aspecto translúcido.

#### 2.2.6.3.3. *Diferencia entre emulsión y micro emulsión de silicona*

Se expresan las diferencias en la siguiente tabla:

Tabla 6.

*Diferencia Entre Emulsión y Micro emulsión*

CARACTERÍSTICAS	EMULSIÓN	MICRO EMULSIÓN
Aspecto	Opaca	Trasparente
Tamaño de gota (fase dispersa)	> 1	< 0,1
Formación	Homogenización	Espontánea
Estabilidad Termodinámica	 <p>NO</p>	 <p>SI</p>

Fuente: (Aza, 2016)

### 2.2.7. Resina

Según Reascos (2016) menciona que es una emulsión homopolímero, desarrollada con alcoholes polivinílicos y materias primas de alta calidad para uso en trabajos de carpintería, cartones, bricolaje. Cola profesional de uso general y profesional. Ideal para uniones súper fuertes en: carpintería, ebanistería, mueblerías, enchapados y todo tipo de trabajo en madera. También puede usarse en papel, cartón, lienzo, tejidos, artesanías y manualidades en general, con aspecto de líquido espeso y blanco, que se seca en una hora más o menos, pero que no alcanza la máxima fijación hasta al cabo de unas 24 horas, aproximadamente.

Así como también Cegarra (1959) Menciona que: El empleo de las resinas como cuerpos coadyudantes en el mejoramiento de las fibras textiles, se remonta a los principios del acabado textil, ya que la aplicación de las resinas naturales como la colofonia, el copal, la goma laca, etc., ya se venía practicando en la manufacturación de los tejidos de seda natural, en Oriente desde principios de la Edad Media, para ser después adoptados por los pueblos mediterráneos, y difundidos por éstos en épocas posteriores. Es conocido de todos que antes de la aparición de las

resinas sintéticas en el campo del acabado textil, el empleo de la goma arábica y del Senegal se utilizaba para el apresto de artículos de alta calidad, tales como la seda símil y algunos artículos de algodón en los que se deseaba obtener un brillo elevado mediante procedimientos mecánicos.

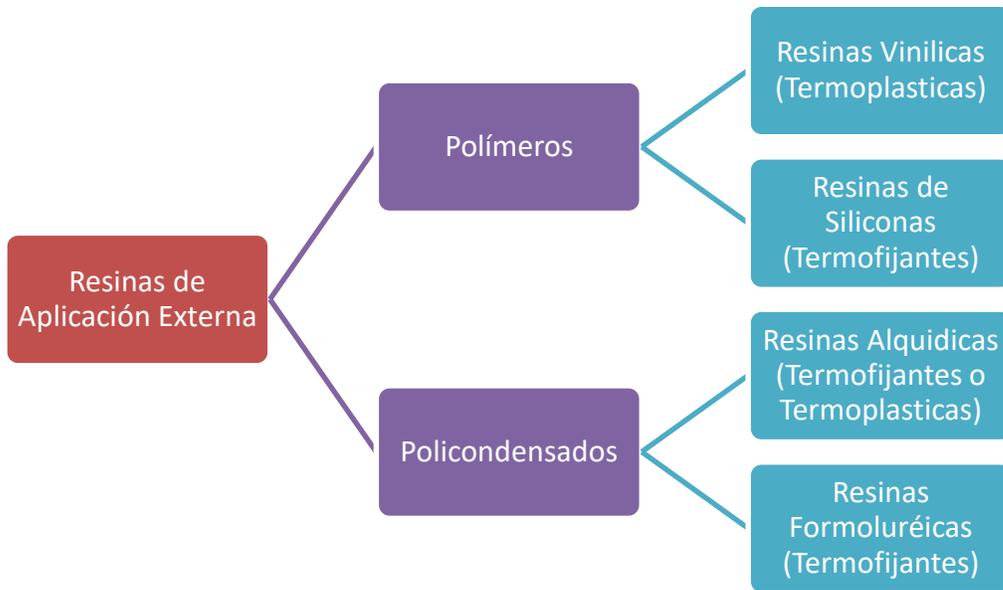
Sin embargo, estas resinas naturales ofrecían un campo de aplicación muy limitado, dada su escasa variedad y porque las propiedades que por su aplicación se podían conferir a los artículos, no ocupaban, un lugar preeminente que las hiciese destacarse sobre las demás clases de aprestos.

#### ***2.2.7.1. Clasificación de las resinas sintéticas de uso textil***

Cegarra (1959) menciona que:

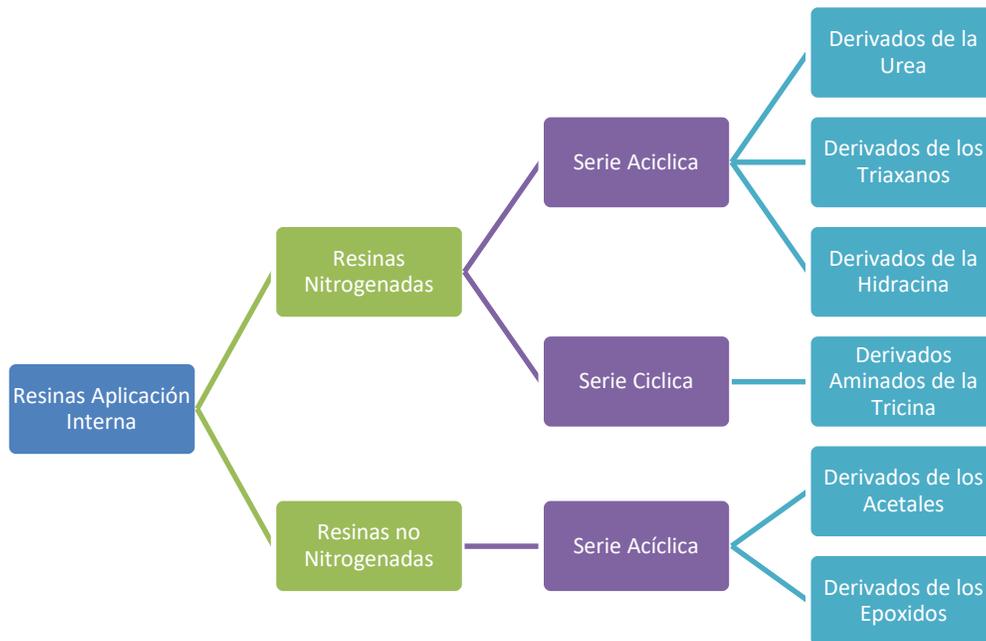
Las resinas pueden aplicarse a las materias textiles de dos formas diferentes, lo cual, si bien establece un principio básico diferenciativo en su manera de actuar y en los tipos de acabados conseguidos, nos obliga por otra parte a establecer una clasificación en donde podamos agruparlas de acuerdo con su estructura química, a fin de permitirnos un estudio de sus propiedades generales. La clasificación que permita conjuntar ambos aspectos, forma de aplicación y estructura es, a nuestro modo de ver, la más completa e interesante desde el punto de vista químico-textil. (pág. 5)

Basándonos en criterios que favorecen a los acabados textiles se expone a continuación la clasificación actual de las resinas empleadas en los aprestos de las fibras textiles.



**Figura 17:** Clasificación de las resinas de clasificación externa

*Fuente:* (Cegarra, 1959)



**Figura 18:** Clasificación de las Resinas de Aplicación Interna

*Fuente:* (Cegarra, 1959)

Como puede apreciarse en la clasificación expuesta, las resinas de aplicación externa están integradas por polímeros y poli-condensados, mientras que las de aplicación interna, son poli-condensados. En los polímeros predominan los tipos de resinas termoplásticas, con la excepción de las siliconas, mientras que los poli-condensados dan resinas termo-fijantes.

### **2.2.8. Látex**

Brasero (2017) menciona:

La palabra látex es originaria de la entrada del latín: látex (laticis), y se usaba para designar cualquier líquido o fluido. Fue en las primeras décadas del siglo XIX, cuando los botánicos de la época usaron el término para denotar ciertos jugos de plantas de aspecto lechoso. Posteriormente, los tecnólogos del caucho utilizaron la palabra látex para referirse específicamente a jugos de plantas de apariencia lechosa, de los cuales, podía obtenerse caucho. Este significado perduró en el mundo científico y tecnológico durante al menos un siglo. (pág. 25)

La palabra látex antiguamente se empleaba para nombrar a cualquier líquido, no solo era utilizada para nombrar al caucho, pero posteriormente se acogió el término para denominar a líquido lechoso de las plantas de las cuales se puede obtener caucho.

#### ***2.2.8.1. Clasificación del Látex***

Beliczky y Fajen (s.f.) refiere que en la industria del látex se utilizan dos tipos: el natural y el sintético.

##### ***2.2.8.1.1. Látex Natural***

Beliczky y Fajen (s.f.) afirma que es un producto vegetal procesado que se obtiene de la savia de varios centenares de especies de árboles y plantas existentes en distintas partes del mundo, en especial en el África ecuatorial, el sudeste asiático y Sudamérica. La savia de aspecto lechoso o látex que se obtiene del árbol *Hevea brasiliensis* cubre más del 99% del consumo mundial de caucho natural.



**Figura 19:** Látex Natural

*Fuente:* (Brasero, 2017)

De igual manera Brasero (2017) da conocer la composición del látex “fresco” de caucho natural.

Tabla 7.

*Composición Media del Látex*

<b>Contenido total de Sólido</b>	<b>1.5%</b>
<b>Contenido de caucho seco</b>	6.0%
<b>Aminoácidos y bases nitrogenadas</b>	.30%
<b>Lípidos Neutros</b>	.0%
<b>Proteínas</b>	.60%
<b>Fosfolípidos</b>	.60%
<b>Carbohidratos</b>	.5%
<b>Sales (de K, P y Mg)</b>	0.50%
<b>Agua</b>	8.5%

Fuete: (Brasero, 2017)

### 2.2.8.1.2. *Látex Sintético*

Según Beliczky y Fajen (s.f.) el látex sintético se obtiene a través de diferentes polímeros, sirve para la fabricación de una gran variedad de productos, este caucho se produce en su mayoría de países industrializados como Estados Unidos, Japón, Europa Occidental y Europa Oriental, Brasil es el único país en desarrollo que posee una industria importante de caucho sintético.

### 2.2.8.2. *Diferencias entre látex Natural y Látex Sintético*

Se conocen algunas características que diferencian al látex natural del látex sintético las cuales Ortiz (2018) menciona a continuación:

Tabla 8.

*Diferencias entre Látex Natural y Látex Sintético*

	<b>NATURAL</b>	<b>SINTÉTICO</b>
<b>PROCEDENCIA</b>	Resina de árbol del caucho	Del petróleo
<b>NATURALEZA</b>	Orgánico 100%	Químico 100%
<b>ADAPTABILIDAD</b>	Muy buena	Buena
<b>FIRMEZA</b>	Se puede conseguir igual firmeza en ambos	Se puede conseguir igual firmeza en ambos
<b>TACTO</b>	Suave	gomoso
<b>OLOR</b>	Suave	Fuerte

Fuente: (Ortiz, 2018)

### 2.2.8.3. *Aplicaciones*

Los látex tanto natural como sintético se utilizan en un sinnúmero de aplicaciones entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Adhesivos

- Pinturas
- Recubrimiento de papel
- Alfombras
- Pegamentos para telas
- Tintas de impresión
- Productos de caucho
- Reforzamiento de cemento

### **2.3. Equipo y Norma**

#### **2.3.1. Equipo**

##### 2.3.1.1. Autoclave

Según Solé (2016) Las autoclaves son conocidas como maquinarias de alta temperatura HT. Trabajan en sistema cerrado, sometido a presión. Se utilizan fundamentalmente, en las tinturas de poliéster, que requieren temperaturas del orden de 130°C y sus principales características son las que se describen a continuación:

- Trabajar en circuito cerrado para evitar cavitación de la bomba.
- La bomba debe tener caudal y presiones suficientes para todo tipo de empaquetados. 30 - Deben poder cambiar el sentido de circulación de baño, sin que se creen golpes de ariete que puedan deformar el empaquetado.
- Deben disponer de un sistema de presión, que asegure una presión estática suficiente.
- Disponer de dispositivos para la toma de muestras y adición de productos, a altas temperaturas.
- Ser capaces de controlar tanto las subidas como las bajadas de temperatura de tintura, que imponga el correspondiente proceso.
- Porta materias perforado adecuadamente, que permita la circulación homogénea del baño de tintura a través del empaquetado.



**Figura 20:** Autoclave de laboratorio, Modelo RHS-24

**Fuente:** (Vega, 2018)

#### 2.3.1.2.Martindale

Según Utstesters (s.f) El equipo Martindale está diseñado para pruebas de abrasión y pilling múltiple, que es aplicable para diversas estructuras textiles, incluyen tejidos no tejidos, calcetines, guantes, alfombras, cuero, etc.

Así como también Testex (s.f.) menciona que la resistencia a la abrasión se refiere a la resistencia de la tela a otros materiales en el proceso de fricción repetida con otros materiales. La resistencia al pilling es un índice de calidad importante del producto textil, que afecta directamente la durabilidad y el efecto de aplicación del producto.

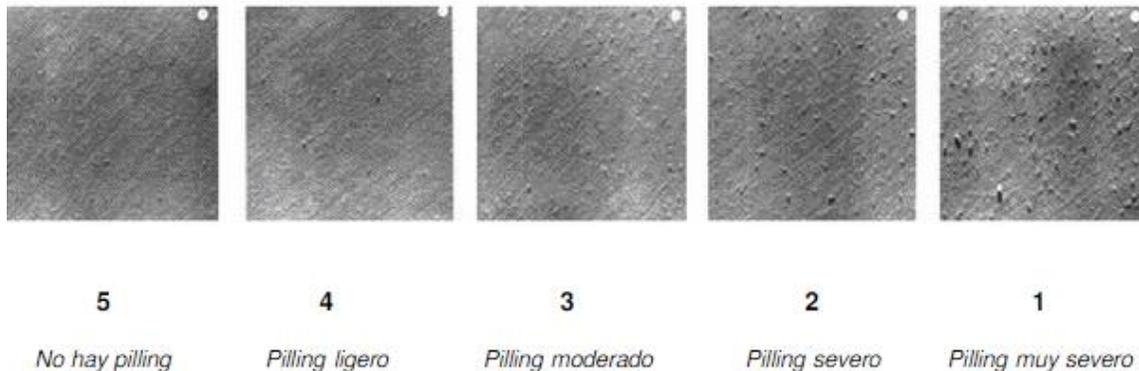


**Figura 21:** Martindale

**Fuente:** (Testex, s.f.)

Según Labotex (s.f.) acerca del análisis de pilling en el equipo Martindale menciona que la prueba de pilling evalúa la resistencia del tejido a la formación del pilling. Para la realización de este examen la muestra de tela es ingresada en el equipo, y está rota con unos movimientos aplicándole presión en el área superficial de la muestra analizada. Esto sucede a intervalos de 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 y 7000 frotamientos se observan y evalúa el pilling por medio de una escala de pilling que va de 1 a 5.

Luego de realizar la prueba las muestras son comparadas con patrones en los que tiene un rango de 1 a 5, en 1 indica cambio severo y 5 que la muestra no sufrió cambio. La peor calificación es la muestra se toman como resultado. Esta escala se la puede observar en la siguiente figura.



**Figura 22:** Escala de valoración de la formación de pilling

**Fuente:** (Carrasco, 2019)

Refiriéndose a la prueba de pilling Carrasco (2019) menciona que la prueba establece la tendencia de una tela a la formación de pilling por medio de abrasión en el equipo Martindale.

### **2.3.2. Norma ISO 12945-2**

A continuación, se revisará un extracto de la norma que se utilizó como medio para elaborar las pruebas de pilling sobre el tejido de lana 100%.

## DETERMINACIÓN DE LA PROPENSIÓN DEL TEJIDO A LA SUPERFICIE Y AL PILLING.

### 2.3.2.1. Alcance

- **Alcance**

Esta parte de la norma 12945 especifica un método para determinar la resistencia al pilling y al cambio de superficie de la tela textil utilizando un método modificado de Martindale.

- **Referencias Normativas**

Los siguientes documentos normativos contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de esta parte de ISO 12945. Para las referencias de fechas, las enmiendas posteriores o las revisiones de cualquiera de estas publicaciones no se aplican, sin embargo, se alienta a las partes de los acuerdos basados en esta parte de ISO 12945 a investigar la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de los documentos normativos que se indican a continuación, para referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento normativo mencionado. Los miembros de ISO e IEC mantienen registros de las normas internacionales actualmente vigentes.

### 2.3.2.2. Principio

Se pasa un espécimen de prueba circular sobre una superficie de fricción que comprende el mismo tejido o, cuando sea relevante, un tejido abrasivo de lana, con una fuerza definida en forma de una figura de Lissajous, con el espécimen de prueba capaz de desplazarse fácilmente alrededor de un eje a través de su centro, perpendicular al plano de la muestra de prueba. El empañamiento y el pilling se evalúan visualmente después de etapas definidas de la prueba de frotación.

### 2.3.2.3. Aparatos

#### **Unidad y accesorios de placa base**

- **Manejar.** - El movimiento de la placa guía del soporte de muestras que transporta los soportes y rodamientos de los soportes de muestras y, en consecuencia, los mismos soportes de muestras se realizan mediante las siguientes unidades:

- a) Dos unidades de accionamiento sincronizadas exteriores con la distancia del eje de las unidades de accionamiento desde su eje central de  $(12\pm 0,25)$  mm;
- b) unidad de accionamiento central, con la distancia de la unidad de accionamiento desde su eje central de  $(12\pm 0,25)$  mm;

La carrera máxima de la placa de guía del soporte de la muestra tanto en la dirección transversal como en la longitud es  $(24\pm 0,5)$  mm

- **Contador.** - Para contar los frotamientos y medidas de pilling con una precisión de 1 frotamiento
- **Tablas de relleno.** - Cada una de las cuales consta de los siguientes elementos
  - a) Mesa de pilling (ver figura 21)
  - b) Anillo de llenado (ver figura 22)
  - c) Mecanismo de sujeción para sujetar el anillo de sujeción
- **Placa guía de soporte de muestras.** - que comprende una placa de metal en la que la guía se acopla a las unidades de accionamiento, estas interactúan para garantizar un movimiento uniforme, suave y de baja vibración de la placa de guía del soporte de muestras.

Los husillos de guía del porta-muestras se encuentran en alojamientos de rodamientos asegurados a la placa de guía, en el centro de cada mesa de apilamiento. Cada caja de cojinetes lleva dos cojinetes. Los husillos de guía deben moverse libremente y sin juego en los rodamientos.

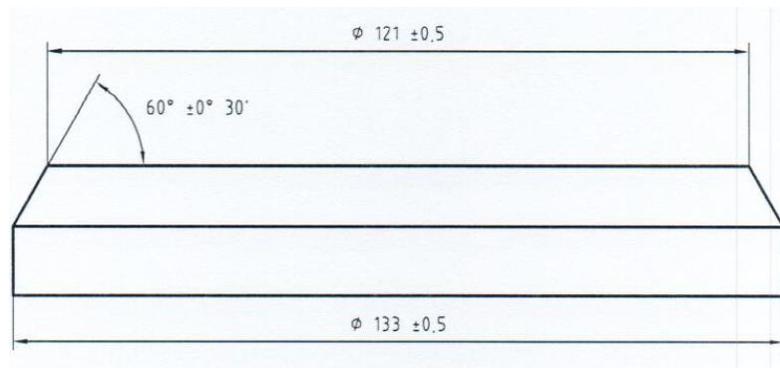
- **Titular de la muestra.** - para cada estación de trabajo, que comprende los siguientes componentes:
  - a) Porta-muestras (ver figura 23);
  - b) Anillo porta-muestras;
  - c) husillo guía de soporte de muestra;

El portaobjetos completo con husillo guía y anillo portaobjetos debe tener una masa de  $(155\pm 1)$  g.

- **Cargando piezas.** - Que comprende una pieza de carga adicional en la parte de una máquina de acero inoxidable (ver figura 24). La masa del disco es  $(260 \pm 1)$  g.

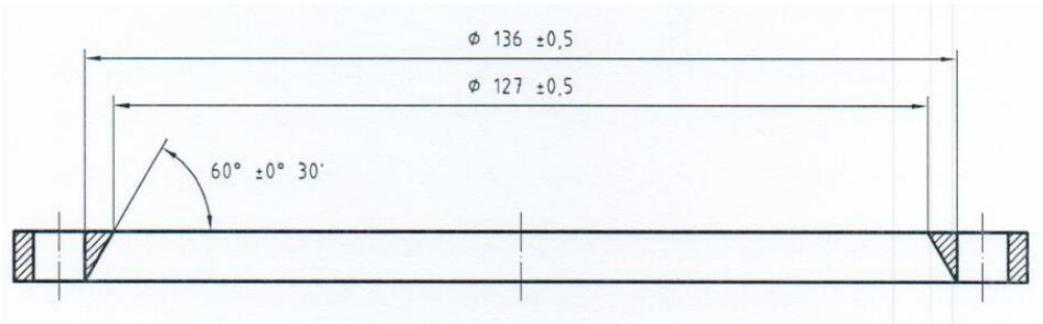
La masa del portaobjetos completo y el disco de acero inoxidable  $(415 \pm 2)$  g.

- **Dispositivo auxiliar para montaje de muestras.** - requerido para montar la muestra de prueba sin pliegues en el soporte de la muestra (ver figura 25).
- **Peso de montaje de la muestra de la mesa de llenado.** - completo con mango, requerido para montar la muestra de prueba o abrasivo sin pliegues ni arrugas o la mesa de llenado. La masa de peso de montaje en  $(2,5 \pm 0,5)$  kg y el diámetro  $(120 \pm 10)$  mm.
- **Gabinete de visualización.** - Iluminado por un tubo o bombilla fluorescente blanca para proporcionar una iluminación uniforme sobre el ancho de la muestra(s) y aplastado de tal manera que el observador no se dirija directamente a la luz. El iluminante se colocará en un ángulo entre 5 y 15 grados con respecto al plano de la muestra. La distancia entre el ojo y el espécimen debe estar entre 30 cm y 50 cm para una visión corregida normal.



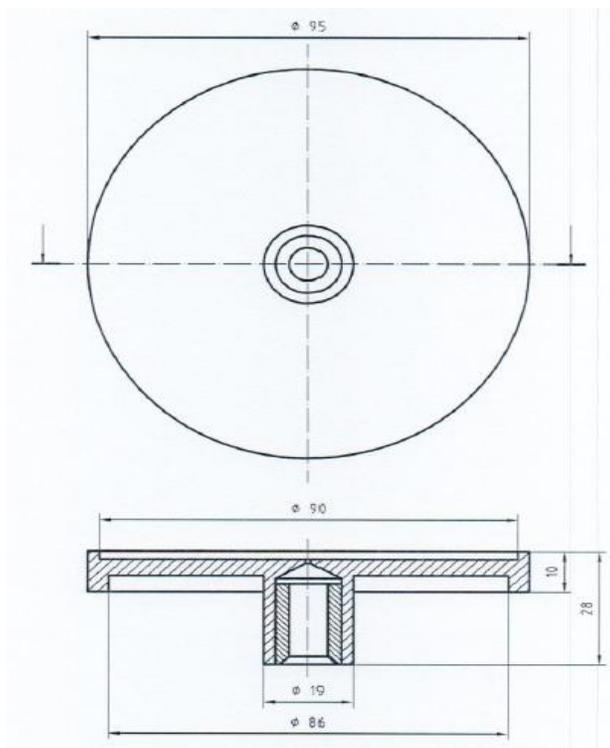
**Figura 23:** Mesa de Pilling.

**Fuente:** Norma ISO



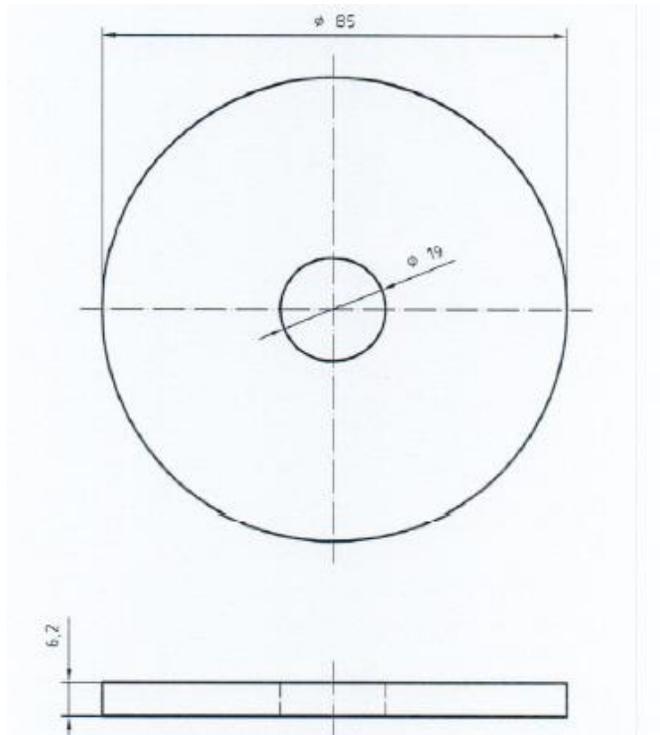
**Figura 24:** Anillo de Relleno.

**Fuente:** Norma ISO



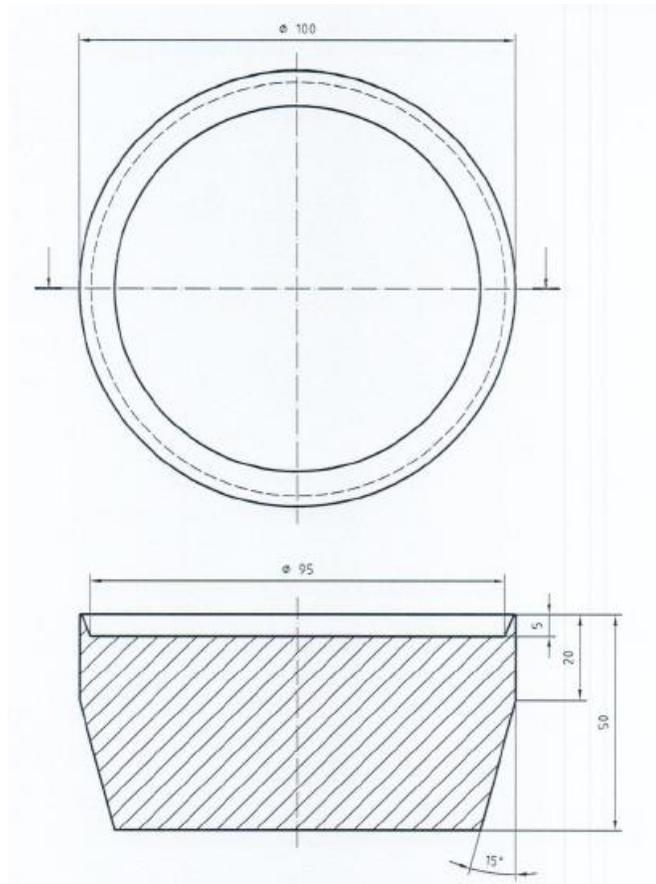
**Figura 25:** Porta Muestras.

**Fuente:** Norma ISO



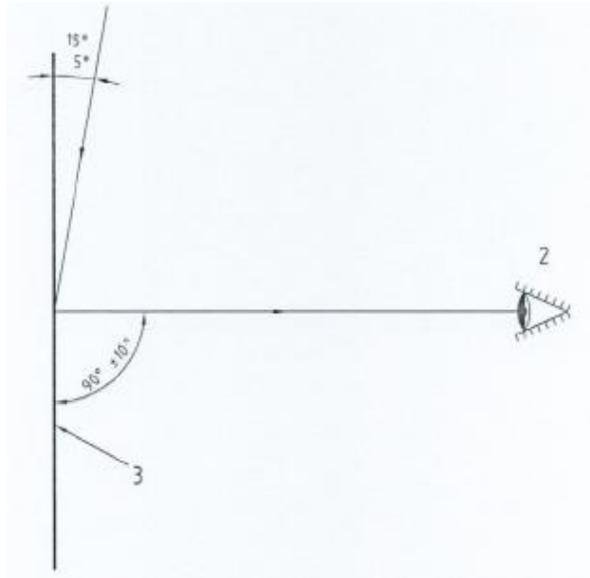
**Figura 26:** Peso de Carga Adicional.

**Fuente:** Norma ISO



**Figura 27:** Dispositivo Auxiliar para Manejo de Muestra.

**Fuente:** Norma ISO



**Figura 28:** Gabinete de visualización.

**Fuente:** Norma ISO

#### 2.3.2.4. Materiales Auxiliares

- **Fieltro.** - en forma de círculo como se especifica en ISO 12947-1, que sirve como material de soporte para las dos muestras. Tienen las siguientes dimensiones:
  - a) Parte superior (porta-muestras de prueba):  $(90 \pm 1)$  mm de diámetro;
  - b) Fondo (mesa de pilling):  $(140)$  mm de diámetro.
- **Abradante.**- Contra el cual se raspa la muestra de prueba, normalmente la misma que la tela bajo prueba. Bajo ciertas circunstancias, tejidos de tapicería, se utiliza el tejido abrasivo de lana especificado en ISO 12947-1. La elección del abrasivo se indicará en el informe del ensayo.

El círculo de la tela abrasiva que mide  $(140)$  mm de diámetro o  $(150 \pm 2)$  mm de largo y ancho está montado en cada mesa de abrasión.

#### 2.3.2.5. Preparación de las muestras de Prueba

- **Pretratamiento**

A menos que se acuerde lo contrario, lave o limpie en seco la muestra utilizando un método acordado por las partes interesadas.

- **Número de muestras de prueba**

Se requieren al menos tres juegos de muestras donde un juego completo comprende una muestra de prueba para el porta-muestras y una para la mesa de llenado. Cuando la tela abrasiva de lana se utiliza en la mesa de pilling, se requieren al menos tres muestras de la tela bajo prueba para los portadores de muestras. Si se analizan más de tres muestras, se utilizará un número impar de muestras. Es necesario un nuevo corte de muestra para la evaluación comparativa contra la muestra analizada.

- **Marcado de las muestras de prueba**

Antes del muestreo, marque cada muestra de prueba, en el mismo punto, en la parte posterior de la tela a evaluar. Esto asegura que las muestras de prueba estén alineadas en la misma dirección que la evaluación. La marca no debe influir en la prueba de ninguna manera.

#### 2.3.2.6. Procedimiento

- **General**

Verifique que la máquina de prueba de abrasión martindale sea correcta de acuerdo con ISO 12947-1. Evaluar los materiales de soporte de la muestra después de cada prueba de llenado y reemplazar en caso de suciedad o desgaste.

- **Montaje de las muestras de prueba**

Con tejidos de punto livianos, se debe tener especial cuidado de que las muestras de ensayo no se extiendan visiblemente.

- Montaje de la muestra de prueba en el porta-muestras
- montaje de la muestra de prueba en la mesa de pilling

- **Prueba de Pilling**

Ejecute la prueba hasta llegar al final de la primera etapa de frotación. Lleve a cabo la primera evaluación de acuerdo con la cláusula 10 sin quitar la muestra de prueba del soporte de la muestra y sin limpiar partes de la superficie de evaluación.

Después de la evaluación, reemplace los soportes de muestras en la posición de prueba en la que fueron tomadas. Según sea necesario, continúe la prueba, evaluando en cada etapa de frotación hasta llegar al final de la etapa de frotación final.

#### 2.3.2.7. Evaluación de borrosidad y / o pilling

El gabinete de visualización estará situado en una habitación oscura

Coloque el espécimen descansado y una pieza de la muestra original (con o sin tratamiento previo) en el centro del atril en el gabinete de visualización con la dirección de la longitud vertical. Si es necesario, use un trozo de cinta de PVC autoadhesiva para garantizar la colocación correcta. La muestra analizada se debe montar a la izquierda y la muestra original a la derecha.

Vea cada muestra desde afuera del gabinete de visualización (para evitar el deslumbramiento de la fuente de luz) y directamente en frente de la muestra.

Califique cada espécimen de acuerdo con la calificación dada en la tabla 9. Si la calificación aparece entre dos grados, informe la calificación de "medio" como, por ejemplo, 3-4.

El resultado de la prueba para cada observador individual es el promedio de los grados de muestra utilizados. El resultado de la prueba para la muestra de laboratorio es el promedio de las calificaciones de los observadores.

Nota. Debido a la naturaleza subjetiva de la evaluación, se recomienda que más de un observador evalúe las muestras.

#### 2.3.2.8.Resultados

Registre la calificación para cada uno y calcule el resultado promedio para todas las evaluaciones realizadas. Si el resultado promedio no es un número entero, redondee el resultado a la media calificación más cercana. La variación en el resultado basada en la media de las muestras de prueba no debe ser más de la mitad de un grado. Si esta variación es más de medio grado, se informará la calificación de cada muestra.

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de Investigación.**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó el método experimental, ya que se realizó la aplicación y análisis del uso de látex, resina y silicona en tejidos de lana 100% como un acabado anti-pilling. Las referencias tomadas fueron de estudios realizados sobre la aplicación de productos químicos antipilling en otro tipo de fibras o sus mezclas como poliéster/algodón; sin embargo, no se encontró estudios referentes a la aplicación de este tipo de productos como un acabados antipilling en 100% lana. Lo que se hizo en este trabajo es la aplicación de tres productos diferentes, como látex, silicona y resina en muestras de tejido 100% lana peinada, color crudo, la aplicación del acabado se dio mediante un proceso de agotamiento con cinco diferentes concentraciones para cada producto. El testeó se lo hizo en el equipo de laboratorio Martindale, en el cual se analizaron las 16 muestras de tejido.

Tabla 9 .

*Muestras utilizadas para el acabado antipilling*

<b>Numero De Muestras</b>	<b>Observación</b>
<b>M1</b>	Acabado con silicona al 10%
<b>M2</b>	Acabado con silicona al 20%
<b>M3</b>	Acabado con silicona al 30%
<b>M4</b>	Acabado con silicona al 40%
<b>M5</b>	Acabado con silicona al 50%
<b>M6</b>	Acabado con resina al 10%
<b>M7</b>	Acabado con resina al 20%
<b>M8</b>	Acabado con resina al 30%
<b>M9</b>	Acabado con resina al 40%
<b>M10</b>	Acabado con resina al 50%
<b>M11</b>	Acabado con látex al 10%
<b>M12</b>	Acabado con látex al 20%
<b>M13</b>	Acabado con látex al 30%
<b>M14</b>	Acabado con látex al 40%
<b>M15</b>	Acabado con látex al 50%
<b>M16</b>	Muestra sin ningún tipo de acabado

Fuente: Propia

En la tabla anterior se especifica el número de muestras empleadas con su respectivo acabado.

La investigación se realizó en tres fases: en la primera fase se obtuvo hilo 100% lana en la empresa IMBATEX, con el que ese procedió a elaborar muestras de tejido de punto, mismas que fueron utilizadas para la aplicación del acabado, las muestras se realizaron tejiendo a mano con un mismo número de agujones, tratando de obtener las mismas características en todas las muestras. Continuamente se hizo la aplicación del acabado antipilling, dicho acabado se lo

realizó haciendo uso de los tres productos anteriormente mencionados, para lo cual se tomó cinco muestras de tejido para cada producto con diferentes concentraciones cada uno, dando un total de 15 muestras.

En la segunda fase se analizó los 15 especímenes que contenían el acabado y también una muestra de las mismas características, pero sin ningún tipo de acabado para poder realizar la comparación respectiva. Esto se hizo en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Textil, para hacer los ensayos de resistencia al pilling, se utilizó el mismo equipo que se utiliza para la abrasión, método de pruebas Martindale, en este se hizo el análisis utilizando la norma ISO 12945-2.

Finalmente, en la tercera fase, se evaluó los resultados conseguidos mediante técnicas estadísticas, y se efectuó el análisis comparativo para determinar el producto y la concentración óptima de entre los tres productos utilizados. En la figura siguiente se resumen las tres fases realizadas en esta investigación.



**Figura 29:** Metodología seguida en la Investigación.

*Fuente: Propia.*

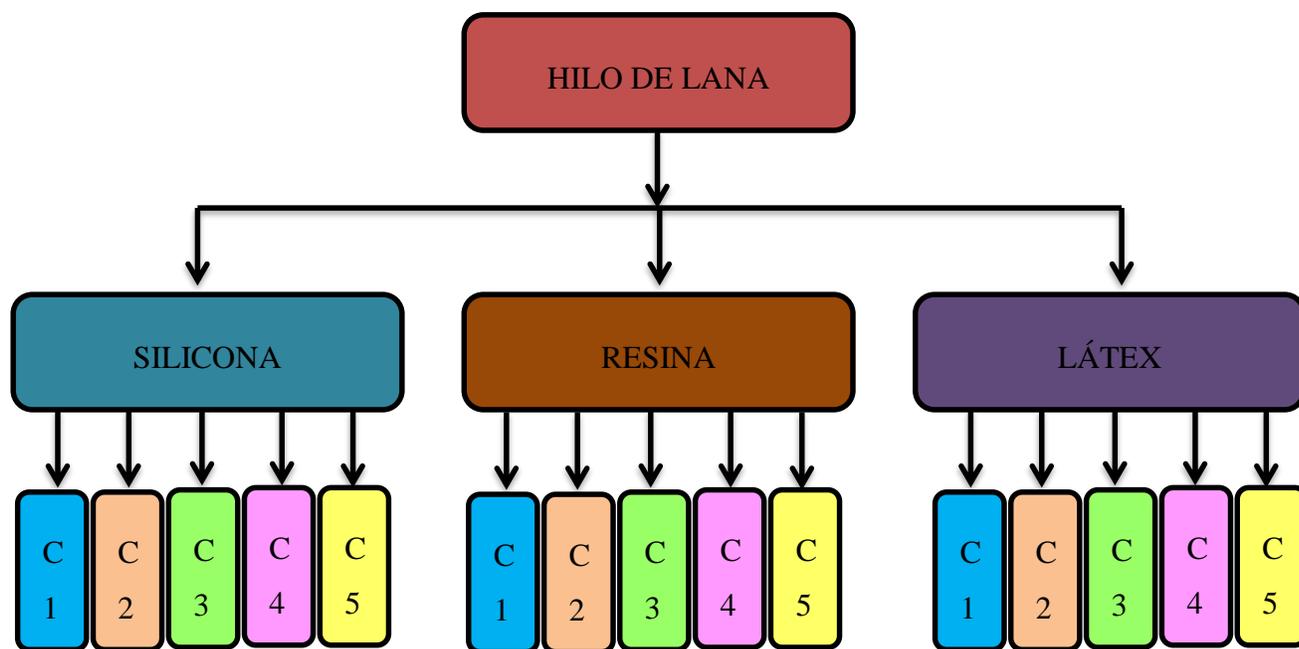
### 3.2. Recopilación de la información

La información requerida para el desarrollo de este trabajo se obtuvo a través de estudios realizados sobre la fibra de lana, formación de pilling, parámetros que influyen en la formación del pilling, normas de pilling, acabados antipilling realizados en otros sustratos textiles y otros temas relacionados a esta investigación.

### 3.3. Diseño Muestral

Esta investigación se enfocó en la aplicación de un acabado antipilling en hilo de lana con tres productos diferentes como lo son látex, resina y silicona, utilizando un mismo tipo de lana, con un mismo título para todas las muestras, y variando únicamente los productos antipilling y las concentraciones.

Para la aplicación del acabado se realizó el proceso por agotamiento en el cual se utilizó la misma curva de aplicación para los tres productos manteniendo igual relación de baño, iguales tiempos y mismas variaciones de concentraciones para los tres productos utilizados.



*Figura 30:* Diseño de productos y concentraciones.

*Fuente:* Propia.

En la figura 30 se representa los productos utilizados para dar el acabado antipilling en donde se tiene para cada producto cinco concentraciones las cuales se repiten en los otros dos productos, cada concentración está representada por la letra C.

### **3.3.1. Muestras**

La selección del número de muestras a darse el acabado se realiza en base al número de productos antipilling a utilizar. En el caso de los productos se seleccionó látex silicona y resina por motivo de su fácil acceso y su bajo costo en el mercado.

Para el proceso de la aplicación del acabado se eligió hilo de lana peinado de un solo título y con las mismas características, se escogió este tipo de hilo por su capacidad de enfieltrarse y su mayor posibilidad de formar pilling. Posteriormente se procedió a elaborar muestras de tejido de punto a mano con ayuda de agujones, dichas muestras son de color crudo, con dimensiones de 20 x 20 cm, y cada una con su identificación respectiva para no confundirse entre ellas en la prueba de pilling y continuamente se procedió a dar el acabado.

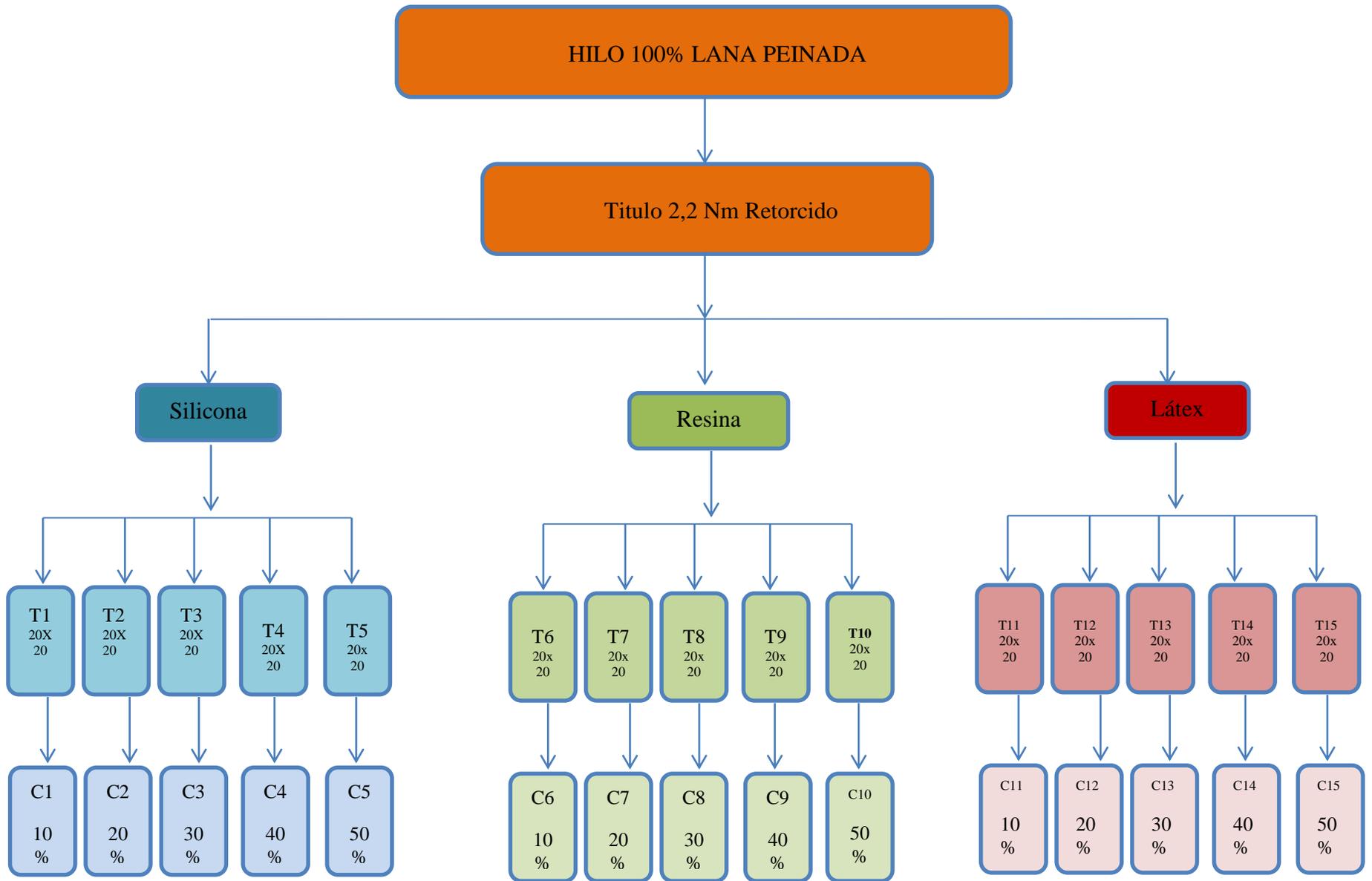
En la figura siguiente se puede observar las muestras tejidas a mano color crudo.



***Figura 31:*** Muestra de lana tejida a mano.

***Fuente:*** Propia.

En la siguiente figura se aprecia las muestras seleccionadas tanto para la realización del acabado como para su evaluación.



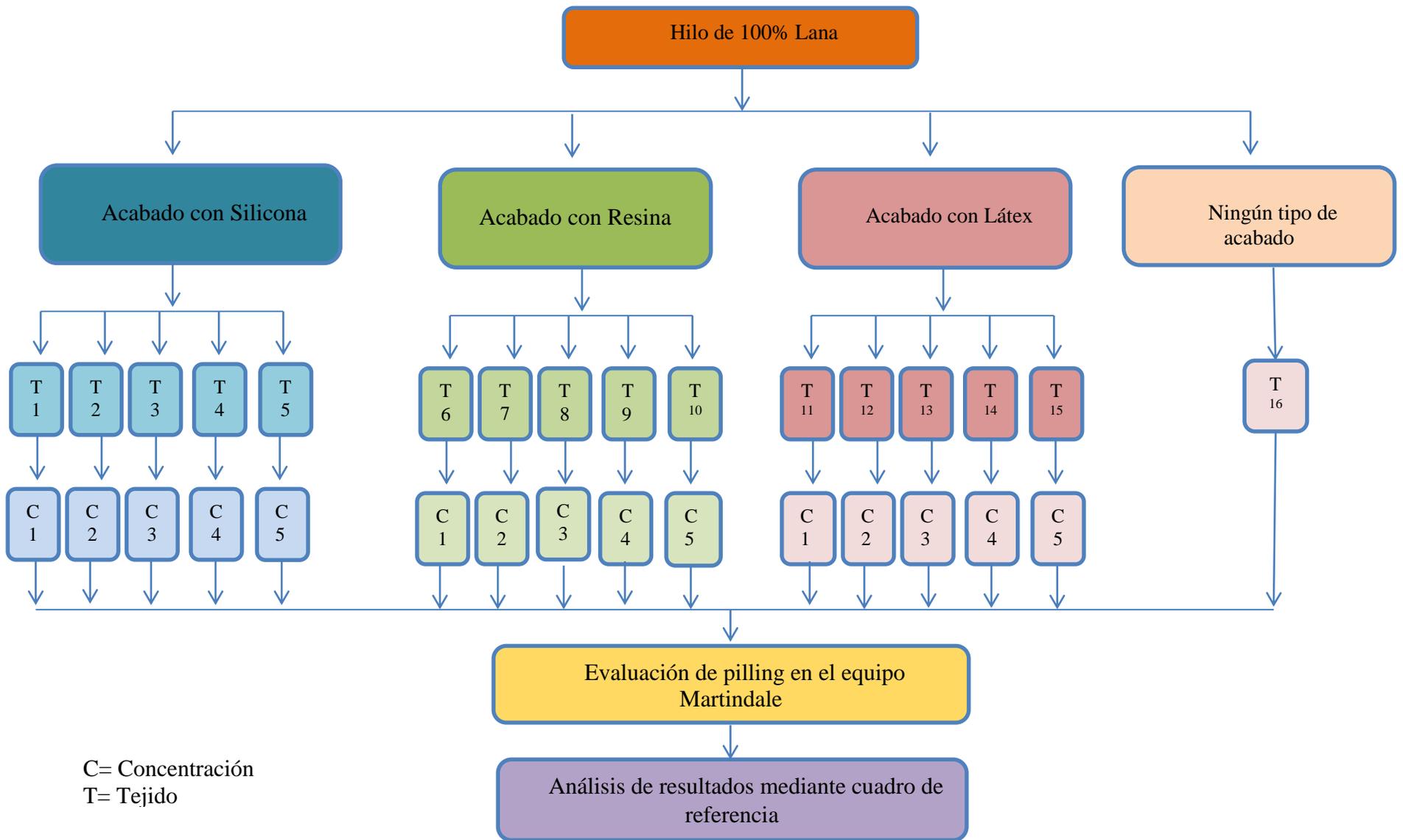
**Figura 32:** Selección de la Muestra.

*Fuente: Propia.*

### **3.4. Metodología de Campo**

Adquirido los materiales y productos para la realización del acabado antipilling, como lo son las muestras del hilo de 100% lana peinada color crudo, y los productos utilizados para dar dicho acabado, primeramente se procede a realizar 16 muestras de tejido a mano con iguales características, para posteriormente tomar 15 para dar el acabado y 1 para realizar las comparaciones finales, de las 15 se tomó 5 para cada producto antipilling y se procede a realizar el acabado utilizando el método de agotamiento, este acabado se realizará en la maquina denominada autoclave la cual mantendrá la misma curva de procesos para las quince muestras, seguidamente se procede a ejecutar el análisis en el equipo Martindale y así poder hacer la comparación con la muestra que no contiene ningún acabado y establecer los resultados obtenidos.

En la siguiente figura se presenta el procedimiento seguido de la investigación de campo, se observa las pruebas de acabado que se realizaron con la misma materia prima de lana y los productos utilizados para este procedimiento (látex, silicona y resina), también se observa el análisis realizado en el equipo Martindale.



**Figura 33:** Estructura del Proceso de Investigación de Campo.

*Fuente: Propia.*

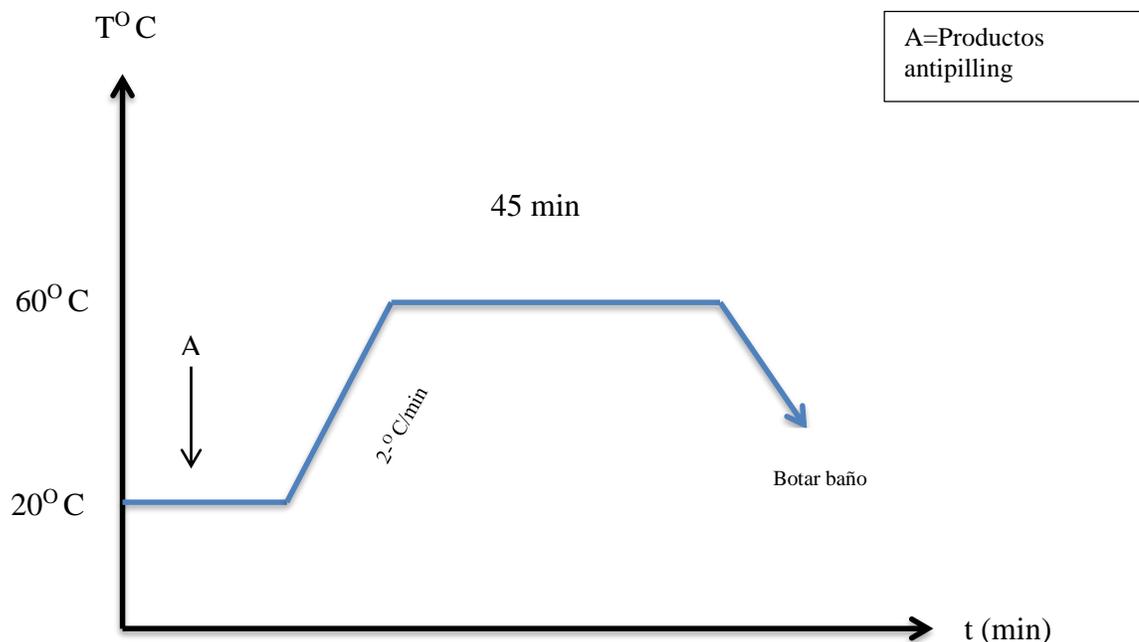
### 3.4.1. Proceso de Acabado

Las pruebas de acabados en tejido de lana 100% se realizó en la máquina de laboratorio autoclave. Para el caso de estudio se realizó 5 ensayos con diferentes concentraciones para cada producto utilizado como agente antipilling, los 3 productos son adquiridos en la casa comercial Seikin.

Para la aplicación del acabado se utilizó la misma curva de proceso para todas las pruebas al igual que la relación de baño que es 1:10.

Por otro lado, por parte de los productos antipilling se realizó 5 ensayos con cada producto en los cuales varia la concentración, estas concentraciones son: 10%, 20% ,30% ,40% y 50% con relación al peso de cada muestra de lana, las mismas que son utilizadas para los 3 productos de igual manera.

A continuación, se muestra la curva de procesos utilizada para la prueba de acabado, esta curva es utilizada para las 15 muestras a dar el acabado.



**Figura 35:** Curva de Proceso para acabado antipilling

*Fuente: Propia.*

Como se puede observar en la curva de proceso del acabado los productos antipilling fueron colocados al inicio del proceso. Una vez preparado la receta se elevó la temperatura con una gradiente de  $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$  hasta llegar a una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$ , donde el proceso se mantuvo por 45 min, finalmente se botó el baño.

Las pruebas realizadas tuvieron una igualdad de condiciones debido a que la autoclave de laboratorio es digital y automática, donde se permitió ingresar las curva con la cual se dio la aplicación del acabado, siguiendo así un proceso igual para todas las muestras.

### **3.4.2. Exprimido y secado de las muestras**

Finalmente, una vez obtenidas las muestras que contenían el acabado se procedió a botar el baño y exprimir el exceso de agua de las muestras, y posteriormente se procedió a secar las muestras a temperatura ambiente.

### **3.4.3. Evaluación de Formación de Pilling en el Equipo Martindale**

Después de haber aplicado el acabado, se somete a las muestras a un análisis de formación de pilling en el equipo Martindale. El análisis se realiza introduciendo al equipo las 5 muestras con las diferentes concentraciones y una muestra que no contenga el acabado, así para cada uno de los ensayos realizados con los tres tipos de productos antipilling, este análisis se realiza siguiendo los parámetros de la norma ISO 12945-2.

Las muestras que se obtuvieron fueron comparadas con parámetros de una escala de 1 a 5, en donde 5 indica que las muestras evaluadas no sufrieron cambios y 1 indica cambio severo.

En la tabla que se muestra a continuación se especifica la valoración de la escala de pilling.

Tabla 10.

*Valoración de la Escala de Pilling*

<b>ESCALA DE PILLING</b>	
<b>VALOR</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
<b>5</b>	NO SE PRODUCE PILLING. EXCELENTE RESISTENCIA
<b>4</b>	APARECE VELLOCIDAD. BUENA RESISTENCIA
<b>3</b>	FORMACIÓN DE PILLING
<b>2</b>	BASTANTE PILLING
<b>1</b>	PILLING EN ABUNDANCIA

Fuente: (Carrasco, 2019)

### **3.5. Métodos y Técnicas Estadísticas Utilizadas**

En el desarrollo de la investigación se utilizó el método experimental y comparativo. Mediante el método experimental, se realiza la elección de los productos utilizados como agentes antipilling sin saber si es o no factible utilizarlos en 100% lana y si se va a obtener los resultados deseados. Y mediante el método comparativo se evalúan los resultados obtenidos con los tres productos utilizados y se establece la fórmula que mejor resultado presento.

### **3.6. Procesamiento de Datos**

Las herramientas que se utilizó para el procesamiento de información fue Microsoft, haciendo uso de los programas de Word y Excel. Con estos programas se redactó la información obtenida, se realizó tablas para registros y cálculos de datos, se sacaron las medidas estadísticas y se realizaron gráficos con la finalidad de mejorar la visualización y comprensión de los resultados y evaluaciones realizadas para tener un mejor entendimiento.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Resultados

En el siguiente capítulo se describen las hojas de cálculos de cada proceso realizado para la aplicación del acabado y los resultados obtenidos de acuerdo con las normativas utilizadas en las pruebas de formación de pilling. De igual manera se detalla el análisis de cada uno de los resultados obtenidos representado en gráficos y tablas estadísticas

##### 4.1.1. Muestras

Para la obtención de las muestras se realizó un tejido a mano con agujones número 2, haciendo uso de hilo de lana color crudo, esto para que el proceso de tintura y los colorantes no influyan en los resultados.

Los tejidos fueron elaborados con una dimensión de 20cm x 20cm, consiguiendo un área total de 400cm<sup>2</sup>, área suficiente para poder conseguir el área útil de análisis en el equipo Martindale. Las 16 muestras de tejido tienen una misma área, pero diferente peso debido a que al ser tejidas a mano no cuentan con una tensión constante, es decir que al ejercer una mayor tensión al tejido la densidad del mismo es mayor es decir que utilizó más metro de hilo para obtener el área de 20 cm x 20 cm y al tejer con una menor tensión el tejido resulta menos denso y se utilizó menos metros de hilo para obtener el área deseada. En la siguiente figura se puede observar una muestra elaborada con lana 100% lana.

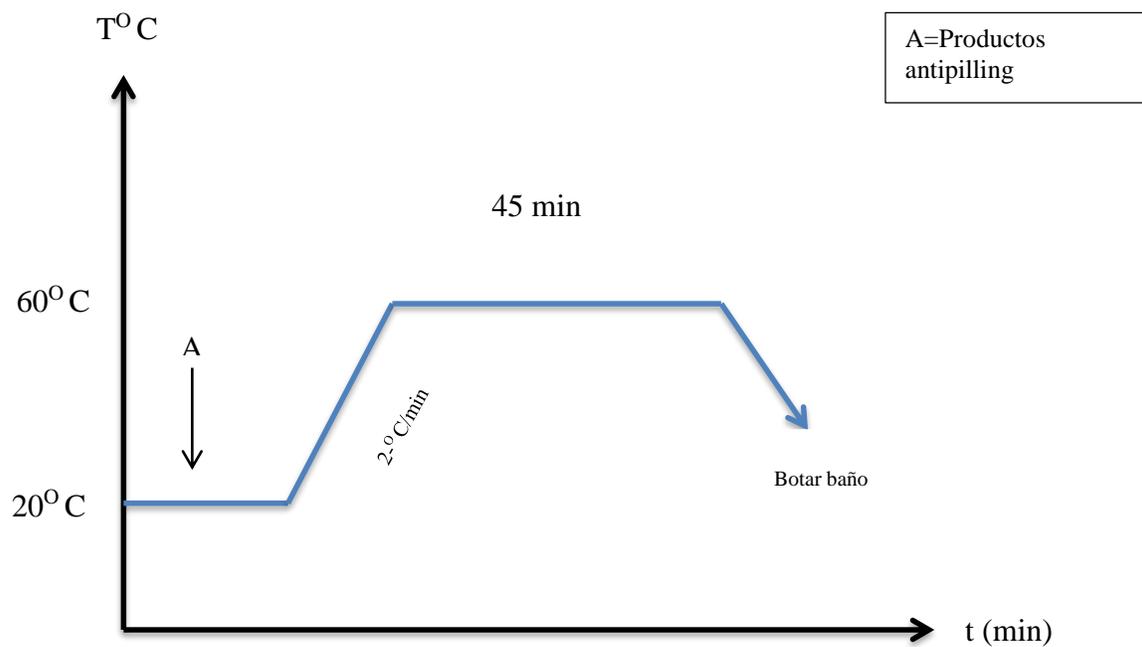


**Figura 36:** Muestra de tejido a mano color crudo.

*Fuente: Propia.*

Teniendo en cuenta que para la aplicación del acabado con los 3 productos utilizados como agente antipilling se utilizó la misma curva de procesos, se la presenta a continuación:

### CURVA DE PROCESOS



**Figura 37:** Curva utilizada para el proceso de acabado.

*Fuente: Propia.*

#### 4.1.2. Proceso de Aplicación de acabado antipilling.

##### 4.1.2.1. Datos de muestra de acabado con Silicona

Tabla 11.

*Datos de la aplicación de acabado con un 10% de concentración de silicona*

PRUEBA N°1				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Silicona			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
<b>PRODUCTO</b>	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>	<b>VOL. TOTAL</b>	<b>PESO REACTIVO</b>
<b>Silicona</b>	19,50 gr	10	195 ml	1,95

Fuente: Propia.

Tabla 12

*Datos de la aplicación de acabado con un 20% de concentración de silicona*

PRUEBA N°2				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Silicona			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
<b>PRODUCTO</b>	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>	<b>VOL. TOTAL</b>	<b>PESO REACTIVO</b>
<b>Silicona</b>	21,5 gr	20	215 ml	4,3gr

Fuente: Propia.

Tabla 13.

*Datos de la aplicación de acabado con un 30% de concentración de silicona*

PRUEBA N°3				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Silicona			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60°C			
<b>PRODUCTO</b>	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>	<b>VOL. TOTAL</b>	<b>PESO REACTIVO</b>
<b>Silicona</b>	20,90gr	30	209 ml	6,27 gr

Fuente: Propia.

Tabla 14.

*Datos de la aplicación de acabado con un 40% de concentración de silicona*

PRUEBA N°4				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Silicona			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60°C			
<b>PRODUCTO</b>	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>	<b>VOL. TOTAL</b>	<b>PESO REACTIVO</b>
<b>Silicona</b>	18,95gr	40	1899,5 ml	7,58 gr

Fuente: Propia.

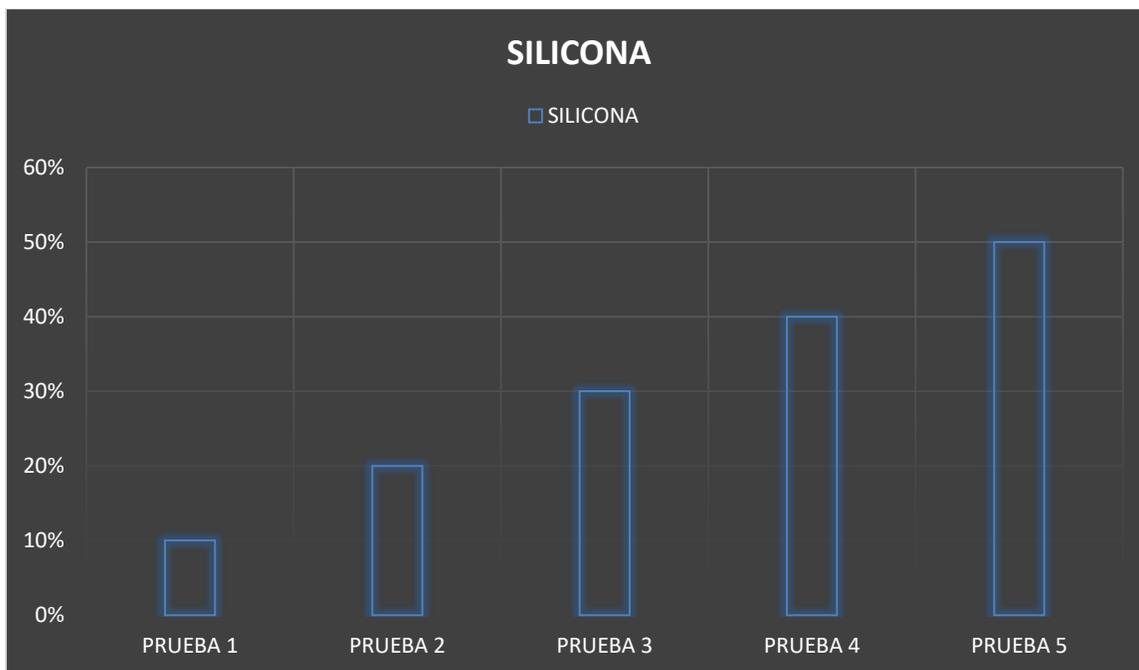
Tabla 15.

*Datos de la aplicación de acabado con un 50% de concentración de silicona*

PRUEBA N°5				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Silicona			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60°C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
<b>Silicona</b>	22,44gr	50	224,4 ml	11,22 gr

Fuente: Propia.

A continuación, se muestra una tabla resumen de las diferentes concentraciones utilizadas para el acabado con silicona



**Figura 38:** Porcentajes utilizados para acabado con silicona.

**Fuente:** Propia

#### 4.1.2.2. Datos de muestra de acabado con Resina

Tabla 16.

*Datos de la aplicación de acabado con un 10% de concentración de Resina*

PRUEBA N°1				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Resina			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
<b>Resina</b>	20 gr	10	200ml	2 gr

Fuente: Propia.

Tabla 17.

*Datos de la aplicación de acabado con un 20% de concentración de Resina*

PRUEBA N°2				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Resina			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
<b>Resina</b>	22gr	20	220ml	4,4 gr

Fuente: Propia.

Tabla 18.

*Datos de la aplicación de acabado con un 30% de concentración de Resina*

PRUEBA N°3				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Resina			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
<b>Resina</b>	24,80 gr	30	248ml	7,44 gr

Fuente: Propia.

Tabla 19.

*Datos de la aplicación de acabado con un 40% de concentración de Resina*

PRUEBA N°4				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Resina			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
<b>Resina</b>	24,38 gr	40	243,8ml	9,75 gr

Fuente: Propia.

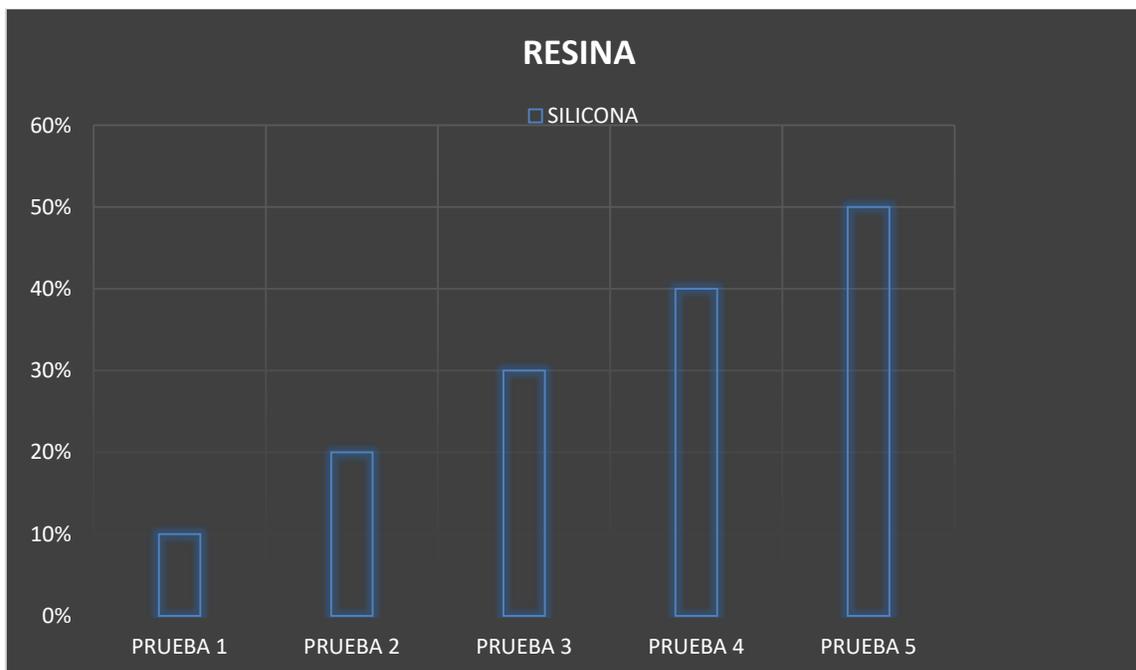
Tabla 20.

*Datos de la aplicación de acabado con un 50% de concentración de Resina*

PRUEBA N°5				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Resina			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60°C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
<b>Resina</b>	22,09 gr	50	220,9ml	11,05 gr

Fuente: Propia.

A continuación, se muestra una tabla resumen de las diferentes concentraciones utilizadas para el acabado con Resina



*Figura 39: Porcentajes utilizados para acabado con Resina.*

*Fuente: Propia*

#### 4.1.2.3. Datos de muestra de acabado con Látex

Tabla 21.

*Datos de la aplicación de acabado con un 10% de concentración de Látex*

PRUEBA N°1				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Látex			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
Látex	20 gr	10	200ml	2 gr

Fuente: Propia.

Tabla 22.

*Datos de la aplicación de acabado con un 20% de concentración de Látex*

PRUEBA N°2				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Látex			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
Látex	21 gr	20	210ml	4,2 gr

Fuente: Propia.

Tabla 23.

*Datos de la aplicación de acabado con un 30% de concentración de Látex*

PRUEBA N°3				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Látex			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
Látex	23,87 gr	30	238,7ml	7,16 gr

Fuente: Propia.

Tabla 24.

*Datos de la aplicación de acabado con un 40% de concentración de Látex*

PRUEBA N°4				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Látex			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60° C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
Látex	21,05 gr	40	210,5ml	8,42 gr

Fuente: Propia.

Tabla 25.

*Datos de la aplicación de acabado con un 50% de concentración de Látex*

PRUEBA N°5				
<b>Tipo:</b>	Acabado antipilling con Látex			
<b>Material:</b>	Tela 100% Lana (crudo)			
<b>Equipo:</b>	Autoclave			
<b>Numero de muestra:</b>	2			
<b>R/B:</b>	1/10			
<b>Temperatura:</b>	60°C			
PRODUCTO	PESO DE LA MUESTRA	%	VOL. TOTAL	PESO REACTIVO
<b>Látex</b>	22,54 gr	50	225,4ml	11,27 gr

Fuente: Propia.

A continuación, se muestra una tabla resumen de las diferentes concentraciones utilizadas para el acabado con Látex.



**Figura 40:** Porcentajes utilizados para acabado con Látex.

Fuente: Propia

### 4.1.3. Testeo de muestra en el Equipo Martindale

Para el Testeo de las muestras en el equipo martindale lo primero que se hizo fue identificar las muestras mediante una numeración que va del 1 al 16 para luego proceder a cortar los especímenes. Posteriormente las muestras se colocan en el equipo teniendo en cuenta la identificación, esto para no confundir las muestras.

De acuerdo con lo especificado en metodología, se procede con las pruebas de frotación en intervalos de 500, 1000, 2000, 5000 y 7000 frotaciones, en el cambio de cada intervalo se proceden a comparar las cinco muestras con el grafico que contiene los niveles de formación de pilling y se determina el valor de pilling producido.



**Figura 41:** Equipo Martindale, laboratorio Carrera de Ingeniería Textil.

*Fuente: Propia.*

Los resultados obtenidos se indican en las tablas 26, 27, 28 y 29, en donde en cada una de ellas se muestran los datos de los resultados obtenidos tanto en la muestra que no contiene ningún acabado, como los resultados de las 5 concentraciones que se aplicó con cada producto, Así como también a continuación de cada tabla se tiene unas figuras que contienen los datos de las tablas, en las que se puede observar mejor los niveles de formación de pilling que se obtuvo.

En la siguiente tabla se muestra la relación que tiene los grados alcanzados en el análisis, con la formación de pilling de acuerdo con la Norma.

Tabla 26.

*Evaluación de los grados de pilling*

<b>GRADO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>5</b>	Ningún Cambio
<b>4</b>	Superficie ligeramente borrosa y pilling parcialmente formado
<b>3</b>	Superficial con borrosidad moderado y pilling moderado. bolas de diferente tamaño y densidad que cubren parcialmente la superficie de la muestra
<b>2</b>	Superficie borrosa distinta y pilling distinto. bolas de diferente tamaño y densidad que cubren una gran proporción de la superficie de la muestra.
<b>1</b>	Borrosidad densa y pilling severo. Bolas de diferente tamaño y densidad que cubren toda la superficie de la muestra.

*Fuente: Norma ISO*

Tabla 27.

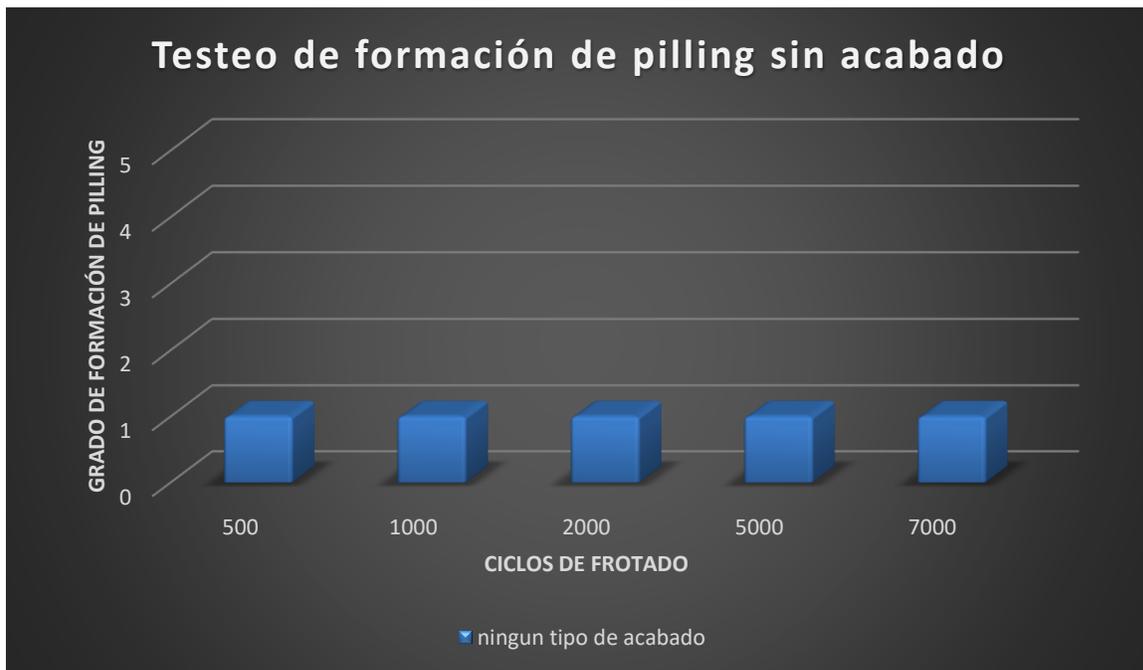
*Resultado del testeo de frotación en muestra sin acabado*

<b>TESTEO DE PILLING EN MUESTRA SIN ACABADO</b>	
<b>Ciclo De Frotación</b>	<b>Tela sin ningún tipo de acabado</b>
<b>500</b>	1
<b>1000</b>	1
<b>2000</b>	1
<b>5000</b>	1
<b>7000</b>	1

Fuente: Propia.

En la tabla 26 se puede apreciar los valores de los grados de pilling obtenidos en la muestra de tejido que no contiene ningún tipo de acabado.

Así como también en la figura que se muestra a continuación se puede observar con más claridad los valores obtenidos en los 5 ciclos de frotación.



**Figura 42:** Grados de pilling en muestra sin acabado.

**Fuente:** Propia.

Como se puede apreciar en la figura 42 las barras expresan que desde las primeras 500 frotaciones la muestra alcanza un grado 1, que significa que el tejido muestra una formación de pilling en abundancia.

En la tabla 27 se presentan los valores obtenidos en el testeo de formación de pilling en los 5 ciclo de frotado de las muestras que contienen el acabado con silicona y sus 5 concentraciones diferentes.

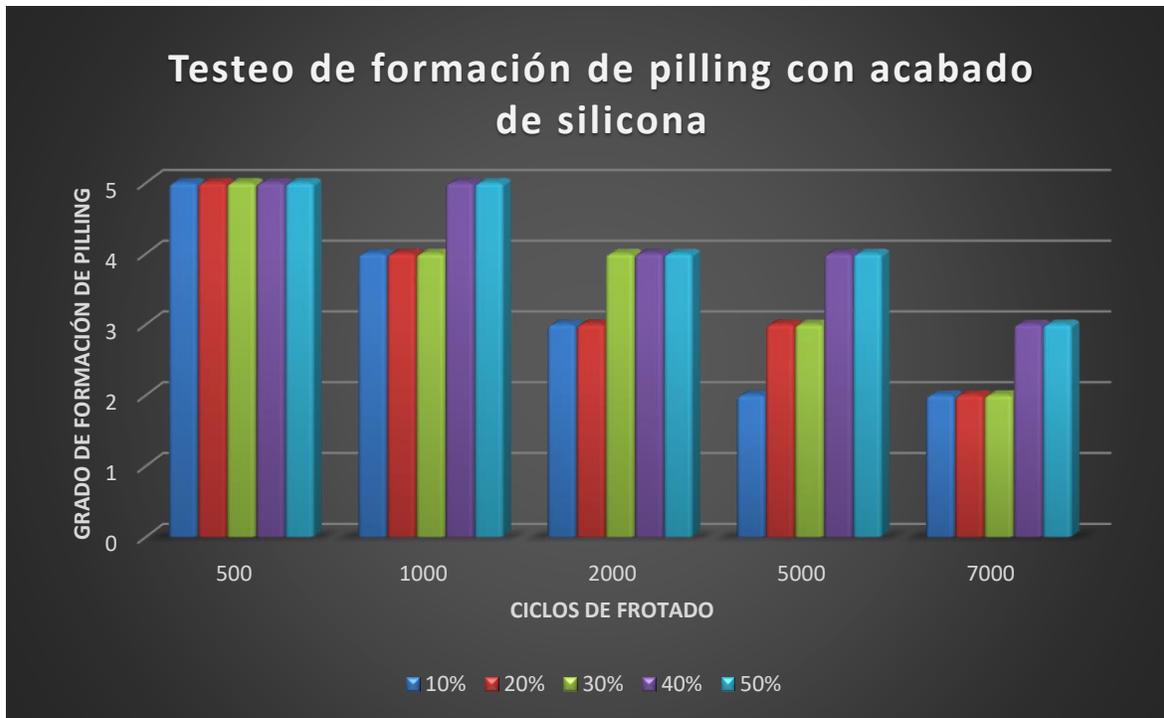
Tabla 28.

*Resultado del testeo de frotación con silicona*

GRADO DE PILLING CON ACABADO DE SILICONA					
Ciclo de Frotación	Concentración 1	Concentración 2	Concentración 3	Concentración 4	Concentración 5
	10%	20%	30%	40%	50%
500	5	5	5	5	5
1000	4	4	4	5	5
2000	3	3	4	4	5
5000	2	3	3	4	4
7000	2	2	2	3	3

Fuente: Propia.

En la figura 43 se puede apreciar los datos obtenidos en el testeo con todos los ciclos de frotación de las diferentes concentraciones realizadas con silicona.



**Figura 43:** Grado de pilling de muestras con acabado de silicona a diferentes concentraciones.

*Fuente: Propia.*

Pudiendo identificar claramente en la gráfica anterior que se obtuvo mejores resultados con concentraciones del 40% y 50% ya que en los últimos ciclos de frotación alcanzan un grado 3, lo que quiere decir que se produce una leve formación de pilling.

En la tabla 28 se presentan los valores obtenidos en el testeo de formación de pilling en los 5 ciclo de frotado de las muestras que contienen el acabado con Resina y sus 5 concentraciones diferentes.

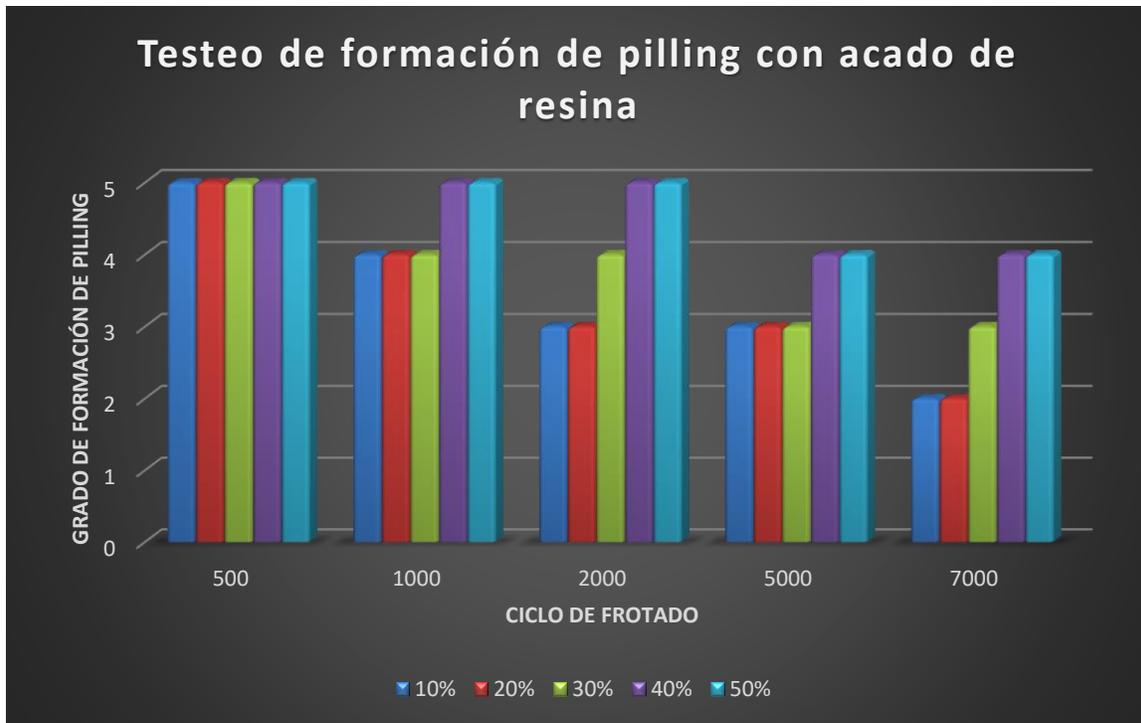
Tabla 29.

*Resultado del testeo de frotación con Resina*

GRADO DE PILLING CON ACABADO DE RESINA					
Ciclo de Frotación	Concentración 1	Concentración 2	Concentración 3	Concentración 4	Concentración 5
	10%	20%	30%	40%	50%
500	5	5	5	5	5
1000	4	4	4	5	5
2000	3	3	4	5	5
5000	3	3	3	4	4
7000	2	2	3	4	4

Fuente: Propia.

En la figura 44 se presenta los datos obtenidos en el testeo con todos los ciclos de frotación de las diferentes concentraciones realizadas con Resina.



**Figura 44:** Grado de pilling de muestras con acabado de Resina a diferentes concentraciones.

*Fuente: Propia.*

En la gráfica anterior se puede observar que se obtuvo mejores resultados con concentraciones del 40% y 50%, ya que en los últimos ciclos de frotación alcanzan un grado 4, lo que quiere decir que no se produce pilling y solamente se observa la aparición de vellosidad en el tejido.

En la tabla 29 se presentan los valores obtenidos en el testeo de formación de pilling en los 5 ciclo de frotado de las muestras que contienen el acabado con Látex y sus 5 concentraciones diferentes.

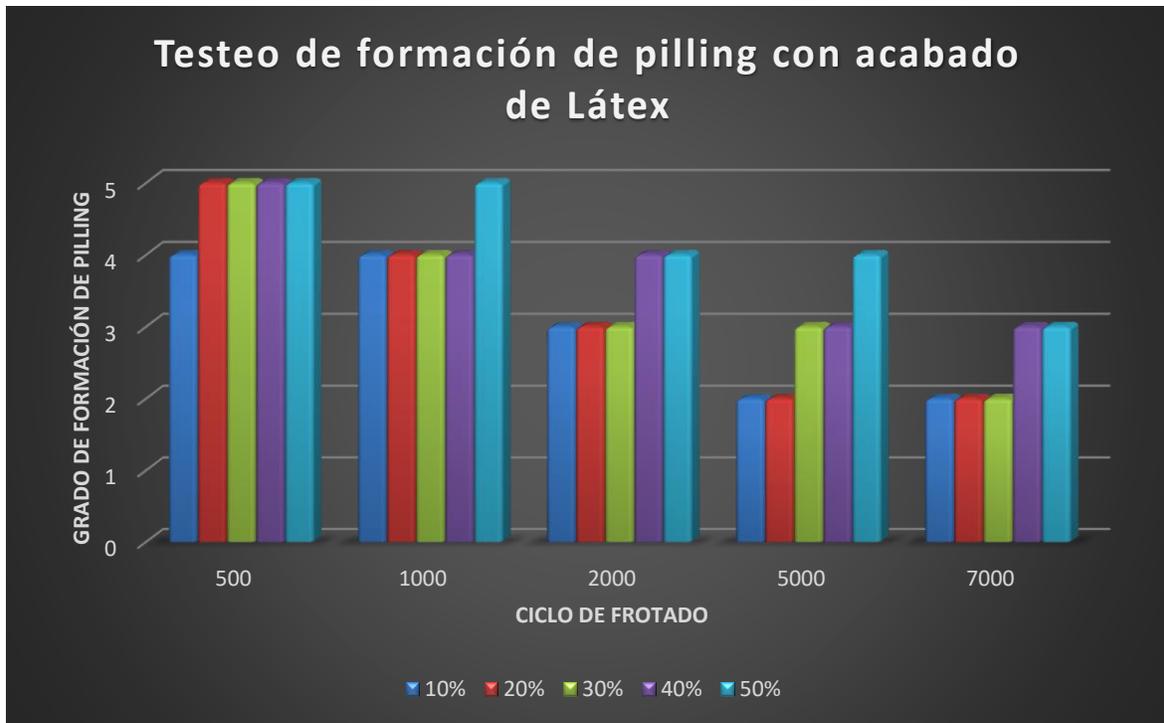
Tabla 30.

*Resultado del testeo de frotación con Látex*

TESTEO DE PILLING CON ACABADO DE LÁTEX					
Ciclo de Frotación	Concentración 1	Concentración 2	Concentración 3	Concentración 4	Concentración 5
	10%	20%	30%	40%	50%
500	4	5	5	5	5
1000	4	4	4	4	5
2000	3	3	3	4	4
5000	2	2	3	3	4
7000	2	2	2	3	3

Fuente: Propia.

En la figura 45 se presenta los datos obtenidos en el testeo con todos los ciclos de frotación de las diferentes concentraciones realizadas con Látex.



**Figura 45:** Grado de pilling de muestras con acabado de Látex a diferentes concentraciones.

*Fuente: Propia.*

En la figura 45 se puede apreciar claramente que obtuvo mejores resultados con concentraciones del 50%, ya que en los últimos ciclos de frotación alcanzan un grado 3, lo que quiere decir que se produce una leve formación de pilling.

#### **4.1.4. Evaluación de suavidad al tacto de las muestras con acabado.**

Para la determinación del nivel de suavidad de los tejidos que contienen el acabado, se determinó una escala que va del 1 al 5, siendo 1 un tejido muy áspero y 5 un tejido suave, todo esto se evalúa haciendo uso del sentido del tacto.

De acuerdo con este análisis se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 31.

*Valoración de suavidad al tacto de las muestras que contiene el acabado*

Tejidos con acabado	Valoración
Tejido con acabado de silicona	5
Tejido con acabado de resina	5
Tejido con acabado de látex	3

Fuente: Propia

Como podemos apreciar en la tabla anterior, los niveles de suavidad tanto de la silicona como de la resina tiene el valor más alto de la escala determinada, expresando esto que los tejidos que fueron tratados con silicona y resina tienen una buena suavidad al tacto, por otro lado, las muestras que contenían el acabado con látex se tornaron un poco ásperas, es por eso por lo que se les dio una valoración de 3.

## **4.2. Evaluación de Resultados**

El análisis de los valores obtenidos se realizó mediante la estadística descriptiva, a través de un análisis comparativo entre los valores obtenidos para cada una de las concentraciones utilizadas con cada producto. Al final se relaciona los valores obtenidos con los diferentes productos utilizados y las diferentes concentraciones, para determinar cuál es el producto más idóneo y la concentración con la que se obtuvo mejores resultados.

### **4.2.1. Normalidad de los Datos**

Antes de proceder al análisis estadístico, se realizó el análisis de normalidad con los datos obtenidos para determinar la confiabilidad de estos, y así poder determinar que el acabado es adecuado para la formación de pilling.

A continuación, en las tablas se indica los datos obtenidos en el test de normalidad realizados a los datos de formación de pilling en las muestras con acabado antipilling con Silicona, Resina y Látex respectivamente.

Tabla 32.

*Normalidad de los grados de pilling de acabado con Silicona.*

TEST DE NORMALIDAD DE MUESTRAS CON ACABADO DE SILICONA					
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>
	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>
<b>N</b>	5	5	5	5	5
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,902	0,9609	0,9609	0,881	0,881
<b>p(normal)</b>	0,4211	0,814	0,814	0,314	0,314
<b>Anderson-Darling A</b>	0,2886	0,2318	0,2318	0,3644	0,3644
<b>p(normal)</b>	0,4537	0,6205	0,6205	0,2732	0,2732
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,5133	0,7271	0,7329	0,3098	0,314
<b>Lilliefors L</b>	0,2213	0,2371	0,2371	0,2305	0,2305
<b>p(normal)</b>	0,585	0,4731	0,4731	0,5192	0,5192
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,5967	0,4579	0,4765	0,5292	0,5166
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,5021	0,2887	0,2887	0,3754	0,3754
<b>p(normal)</b>	0,778	0,8656	0,8656	0,8289	0,8289
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,551	0,8578	0,8558	0,7531	0,7556

Fuente: Propia.

En la tabla 32 se observa que ningún valor es inferior a 0,05 lo que significa que todos los datos superan el nivel de confianza mínimo y pueden ser sometidos a tratamientos estadísticos.

Tabla 33.

*Normalidad de los grados de pilling de acabado con Resina.*

TEST DE NORMALIDAD DE MUESTRAS CON ACABADO DE RESINA					
	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	<b>M9</b>	<b>M10</b>
	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>
<b>N</b>	5	5	5	5	5
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,9609	0,9609	0,881	0,684	0,684
<b>p(normal)</b>	0,814	0,814	0,314	0,00647	0,00647
<b>Anderson-Darling A</b>	0,2318	0,2318	0,3644	0,7995	0,7995
<b>p(normal)</b>	0,6205	0,6205	0,2732	0,01293	0,01293
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,725	0,7271	0,3177	0,0104	0,0101
<b>Lilliefors L</b>	0,2371	0,2371	0,2305	0,3674	0,3674
<b>p(normal)</b>	0,4731	0,4731	0,5192	0,02718	0,02718
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,4776	0,4579	0,5242	0,0265	0,026
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,2887	0,2887	0,3754	0,8391	0,8391
<b>p(normal)</b>	0,8656	0,8656	0,8289	0,6573	0,6573

Fuente: Propia.

En la tabla 33 se observa valores señalado de color rosado, los cuales significa que son valores inferiores a 0,05 en los primeros autores, pero con la diferencia que en los valores obtenidos con el autor Jarque-Bere JB son valores superiores a 0,05, indicando esto que los datos si pueden ser sometidos a tratamientos estadísticos.

Tabla 34.

*Normalidad de los grados de pilling de acabado con Látex.*

TEST DE NORMALIDAD DE MUESTRAS CON ACABADO DE LÁTEX					
	<b>M11</b>	<b>M12</b>	<b>M13</b>	<b>M14</b>	<b>M15</b>
	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>
<b>N</b>	5	5	5	5	5
<b>Shapiro-Wilk W</b>	0,8208	0,902	0,9609	0,881	0,881
<b>p(normal)</b>	0,1185	0,4211	0,814	0,314	0,314
<b>Anderson-Darling A</b>	0,4376	0,2886	0,2318	0,3644	0,3644
<b>p(normal)</b>	0,1636	0,4537	0,6205	0,2732	0,2732
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,1861	0,5224	0,7333	0,3105	0,312
<b>Lilliefors L</b>	0,2413	0,2213	0,2371	0,2305	0,2305
<b>p(normal)</b>	0,4447	0,585	0,4731	0,5192	0,5192
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,4362	0,5959	0,4736	0,5169	0,523
<b>Jarque-Bera JB</b>	0,638	0,5021	0,2887	0,3754	0,3754
<b>p(normal)</b>	0,7269	0,778	0,8656	0,8289	0,8289
<b>p(Monte Carlo)</b>	0,3175	0,5473	0,8615	0,7529	0,7605

Fuente: Propia.

Así mismo, en la tabla 34 el nivel de confianza de los datos nos da que si pueden ser tratados estadísticamente.

Recopilando todo, lo que indica en las tablas 32, 33 y 34 es que existe normalidad en todos los datos y estos pueden ser sometidos a tratamientos estadísticos.

#### **4.2.2. Análisis de resultados mediante estadística descriptiva.**

Análisis realizado con los datos de los grados de pilling obtenidos en el equipo Martindale, grados que se obtienen de la comparación de las muestras que contienen el acabado antipilling y que han sido sometidas a un ciclo de frotación con la escala de pilling de la norma utilizada.

Para describir los valores obtenidos se utiliza la estadística descriptiva, en donde se utiliza principalmente la media y el coeficiente de variación expresado en porcentaje.

En las siguientes tablas se indican los datos estadísticos obtenidos para todas las muestras, con su respectiva concentración según los diferentes productos utilizados como agentes antipilling.

Los valores obtenidos en las tablas 33, 34 y 35 representan:

- N= número de ciclos que ha alcanzado la muestra;
- Min= grado mínimo que alcanza la muestra;
- Máx= grado máximo al que llega la muestra,
- Mean= media de los grados para cada muestra, media del grado calculada de acuerdo a todos los ciclos al que se ha sometido la muestra;
- Coeff.var= coeficiente de variación de todos los grados de las muestras.

Tabla 35.

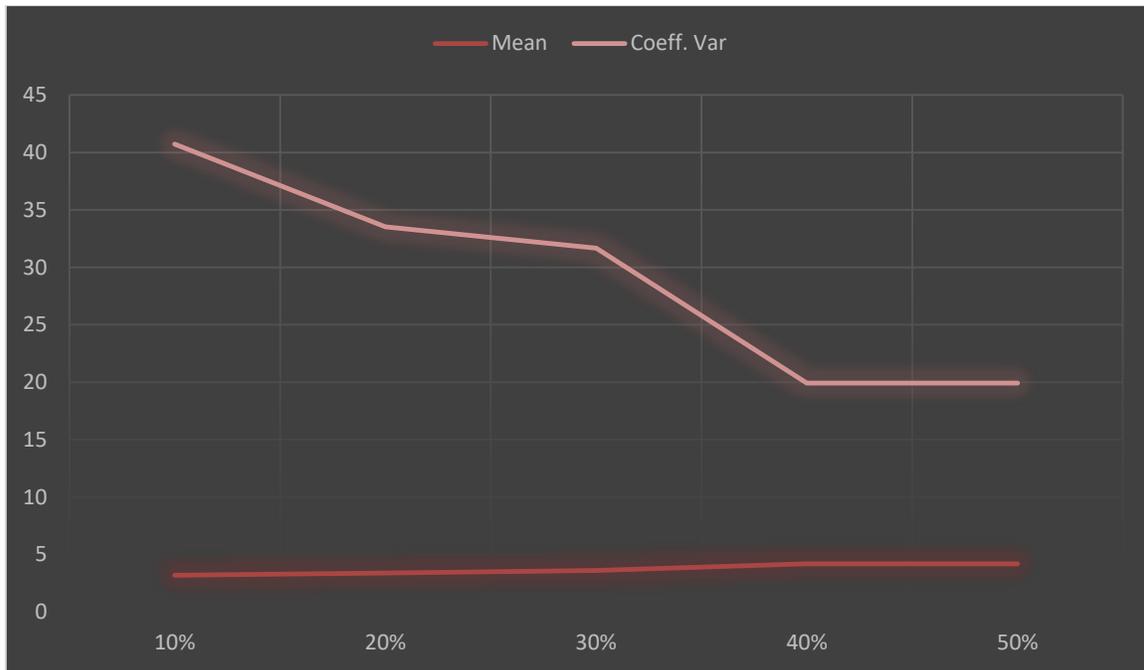
*Resumen estadístico de grado de pilling obtenido en muestras con acabado de silicona*

VALORES	<b>M1 10%</b>	<b>M2 20%</b>	<b>M3 30%</b>	<b>M4 40%</b>	<b>M5 50%</b>
<b>N</b>	5	5	5	5	5
<b>Min</b>	2	2	2	3	3
<b>Max</b>	5	5	5	5	5
<b>Sum</b>	16	17	18	21	21
<b>Mean</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,6</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>
<b>Std. error</b>	0,5830952	0,509902	0,509902	0,3741657	0,3741657
<b>Variance</b>	1,7	1,3	1,3	0,7	0,7
<b>Stand. dev</b>	1,30384	1,140175	1,140175	0,83666	0,83666
<b>Median</b>	3	3	4	4	4
<b>Coeff. var</b>	40,74502	33,53457	31,67154	19,92048	19,92048

Fuente: Propia.

En la tabla 35 se puede observar que el número de ciclos que se realizaron fueron 5 para cada muestra que contenía el acabado de silicona con diferentes concentraciones, también se muestra que el valor mínimo de grado de pilling obtenido con el 10%, 20% y 30% es 2, con el 40% y 50% es 3, así como también el valor máximo en todas las concentraciones es 5, de igual manera se puede apreciar que a medida que el porcentaje de concentración aumenta, la media también; es decir que a mayor concentración se obtiene un mejor grado de formación de pilling, y con mayor porcentaje de concentración, el coeficiente de variación disminuye, indicando esto que se obtiene una mejor estabilidad en los análisis.

A continuación se presenta una gráfica en la que se puede observar de mejor manera como la media aumenta y el coeficiente de variación disminuye.



**Figura 46:** Gráfico comparativo de la media y el coeficiente de variación de las muestras con acabado de silicona.

**Fuente:** Propia.

Como se observa en la figura 46 el ascenso de la media es directamente proporcional con el porcentaje de concentración de silicona, mientras que la curva de coeficiente de variación desciende, esto implica mayor resistencia a la formación de pilling en el tejido.

Tabla 36.

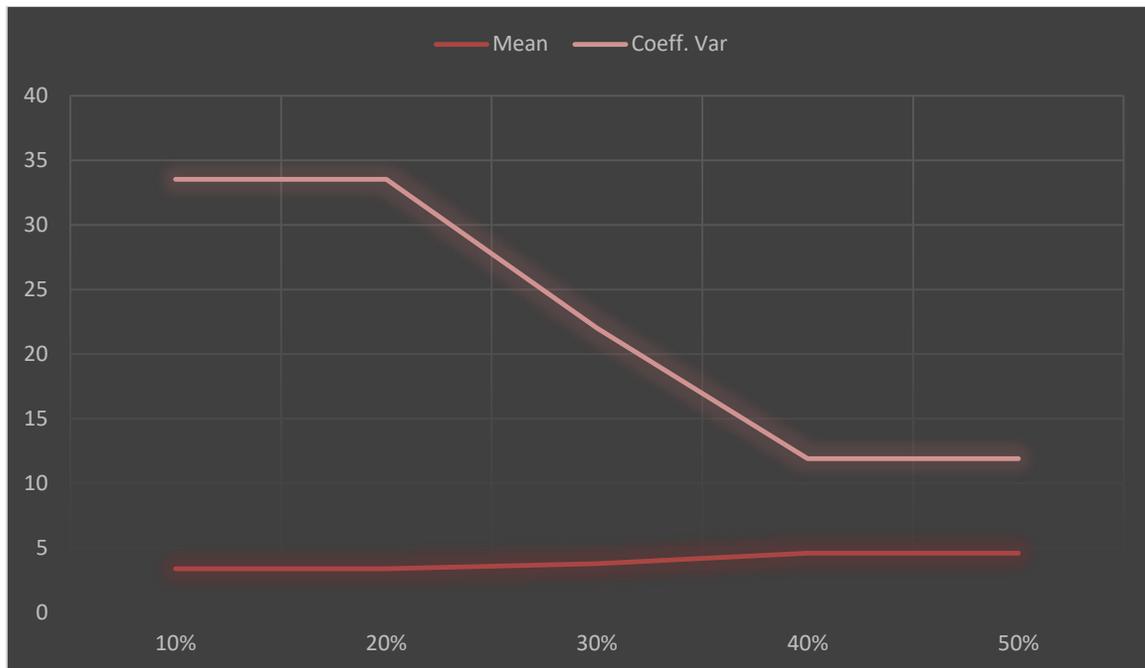
*Resumen estadístico de grado de pilling obtenido en muestras con acabado de Resina*

VALORES	<b>M6</b> <b>10%</b>	<b>M7</b> <b>20%</b>	<b>M8</b> <b>30%</b>	<b>M9</b> <b>40%</b>	<b>M10</b> <b>50%</b>
<b>N</b>	5	5	5	5	5
<b>Min</b>	2	2	3	4	4
<b>Max</b>	5	5	5	5	5
<b>Sum</b>	17	17	19	23	23
<b>Mean</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>	<b>3,8</b>	<b>4,6</b>	<b>4,6</b>
<b>Std. error</b>	0,509902	0,509902	0,3741657	0,244949	0,244949
<b>Variance</b>	1,3	1,3	0,7	0,3	0,3
<b>Stand. dev</b>	1,140175	1,140175	0,83666	0,5477226	0,5477226
<b>Median</b>	3	3	4	5	5
<b>Coeff. var</b>	33,53457	33,53457	22,01737	11,90701	11,90701

Fuente: Propia.

En la tabla 36 se puede observar que el número de ciclos que se realizaron fueron 5 para cada muestra que contenía el acabado de resina con diferentes concentraciones, también se muestra que el valor mínimo de grado de pilling obtenido con el 10% y 20% es 2, con el 30% es 3 y con el 40% y 50% es 4, así como también el valor máximo en todas las concentraciones es 5, de igual manera se puede apreciar que a medida que el porcentaje de concentración aumenta, la media también; es decir que a mayor concentración se obtiene un mejor grado de formación de pilling, y con mayor porcentaje de concentración, el coeficiente de variación disminuye, indicando esto que se obtiene una mejor estabilidad en los análisis.

A continuación se presenta una gráfica en la que se puede observar de mejor manera como la media aumenta y el coeficiente de variación disminuye.



**Figura 47:** Gráfico comparativo de la media y el coeficiente de variación de las muestras con acabado de resina.

*Fuente: Propia.*

En la figura 44 se puede observar el ascenso de la media es directamente proporcional con el porcentaje de concentración de silicona, mientras que la curva de coeficiente de variación descende, esto implica mayor resistencia a la formación de pilling en el tejido

Tabla 37.

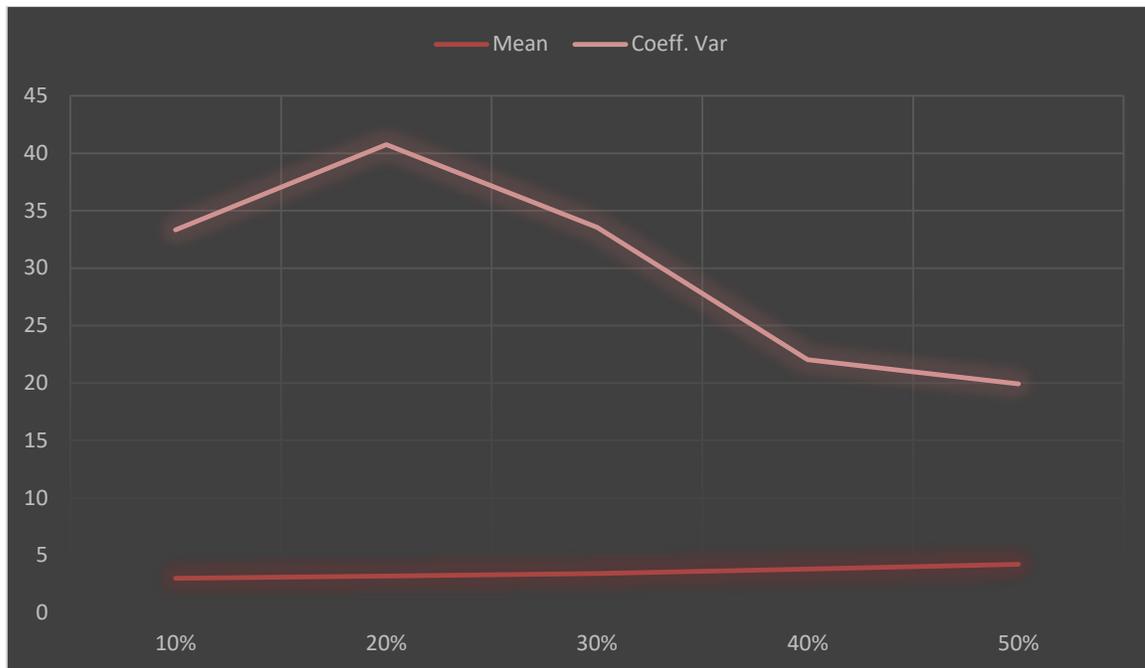
*Resumen estadístico de grado de pilling obtenido en muestras con acabado de Látex*

VALORES	<b>M11</b> <b>10%</b>	<b>M12</b> <b>20%</b>	<b>M13</b> <b>30%</b>	<b>M14</b> <b>40%</b>	<b>M15</b> <b>50%</b>
<b>N</b>	5	5	5	5	5
<b>Min</b>	2	2	2	3	3
<b>Max</b>	4	5	5	5	5
<b>Sum</b>	15	16	17	19	21
<b>Mean</b>	<b>3</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,8</b>	<b>4,2</b>
<b>Std. error</b>	0,4472136	0,5830952	0,509902	0,3741657	0,3741657
<b>Variance</b>	1	1,7	1,3	0,7	0,7
<b>Stand. dev</b>	1	1,30384	1,140175	0,83666	0,83666
<b>Median</b>	3	3	3	4	4
<b>Coeff. var</b>	33,33333	40,74502	33,53457	22,01737	19,92048

Fuente: Propia.

En la tabla 37 se puede apreciar que el número de ciclos que se realizaron fueron 5 para cada muestra que contenía el acabado de látex con diferentes concentraciones, también se muestra que el valor mínimo de grado de pilling obtenido con el 10%, 20% y 30% es 2 y con el 40% y 50% es 3, así como también el valor máximo alcanzado con un 10% es 4 y en las demás concentraciones como lo son el 20%, 30%, 40%, 50% es 5, de igual manera se puede apreciar que a medida que el porcentaje de concentración aumenta, la media también; es decir que a mayor concentración se obtiene un mejor grado de formación de pilling, y con mayor porcentaje de concentración, el coeficiente de variación disminuye, indicando esto que se obtiene una mejor estabilidad en los análisis.

A continuación se presenta una gráfica en la que se puede observar de mejor manera como la media aumenta y el coeficiente de variación disminuye.



**Figura 48:** Gráfico comparativo de la media y el coeficiente de variación de las muestras con acabado de látex.

*Fuente: Propia.*

Como se visualiza en la figura 48 el ascenso de la media es directamente proporcional con el porcentaje de concentración de silicona, mientras que la curva de coeficiente de variación desciende, esto implica mayor resistencia a la formación de pilling en el tejido.

#### **4.2.2.1. Grados de pilling con relación a los productos utilizados**

Para este análisis se toma en cuenta la media total de grado de pilling, mismas que se obtienen del promedio de los datos obtenidos en las evaluaciones anteriores de los tres productos utilizados. En la siguiente tabla se plasma los faros de este análisis.

Tabla 38.

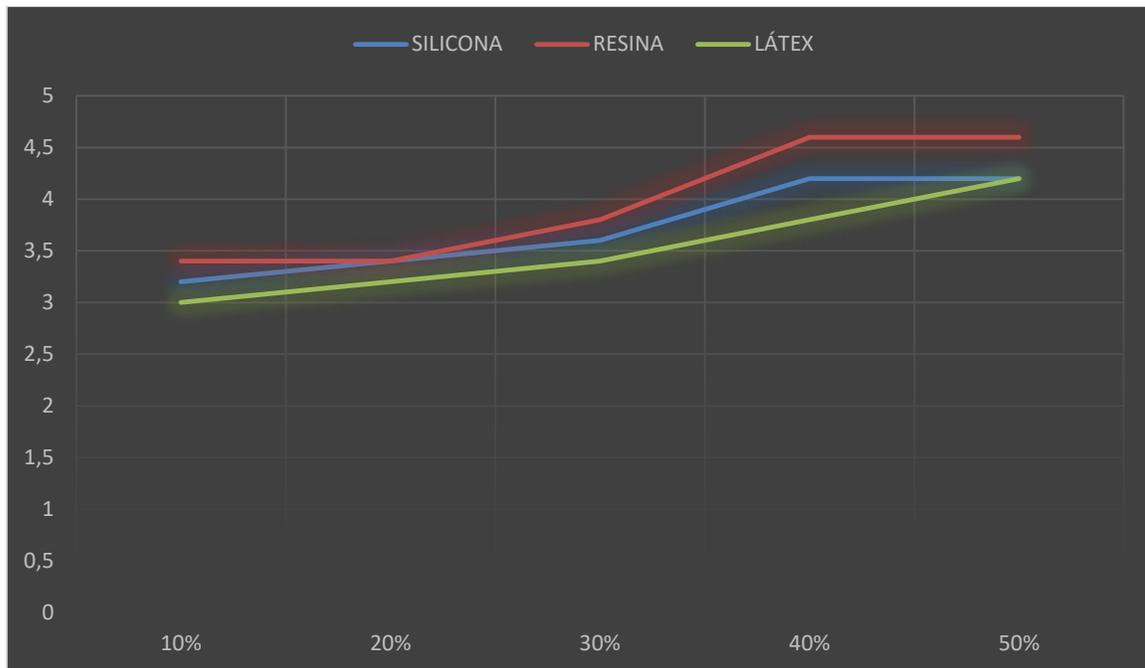
*Media total y coeficiente de variación de grado de pilling*

		PILLING EN RELACIÓN CON LOS PRODUCTOS UTILIZADOS						
PRODUCTOS		10%	20%	30%	40%	50%	MEDIA TOTAL	COEFF.VAR TOTAL
<b>SILICONA</b>	Mean	3,2	3,4	3,6	4,2	4,2	3,72	
	Coeff. var	40,74502	33,53457	31,67154	19,92048	19,92048		29,158418
<b>RESINA</b>	Mean	3,4	3,4	3,8	4,6	4,6	3,96	
	Coeff. var	33,53457	33,53457	22,01737	11,90701	11,90701		22,580106
<b>LÁTEX</b>	Mean	3	3,2	3,4	3,8	4,2	3,52	
	Coeff. var	33,33333	40,74502	33,53457	22,01737	19,92048		29,910154

Fuente: Propia.

La tabla nos indica las medias y los coeficientes de variación totales de los grados de pilling para cada producto utilizado como agente antipilling, en los cuales se puede observar que en la media total de la resina se obtiene un número mayor y en el coeficiente de variación un valor menor al de los demás productos, indicándonos así que con dicho producto se obtuvo mejores resultados.

En la siguiente figura se puede tener una mejor visualización de lo mencionado anteriormente.

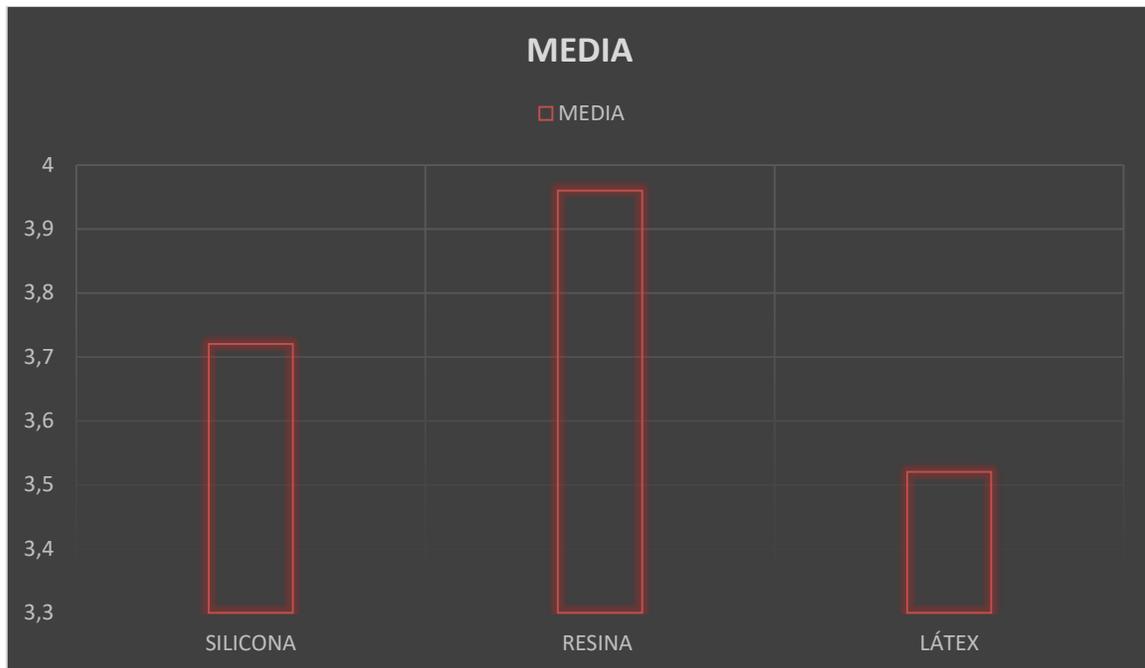


**Figura 49:** Gráfico comparativo entre las medias de los tres productos utilizado como agente anti-pill

**Fuente:** Propia.

Como se puede apreciar en la figura 49, en la comparación de las medias de los tres productos utilizado como agente anti-pill, la media con el valor más alto es de la resina representada con la curva roja expresando esto que es el producto con mejores resultados obtenidos.

A continuación, se muestra una gráfica de barras de las medias totales para una mejor apreciación de los resultados.

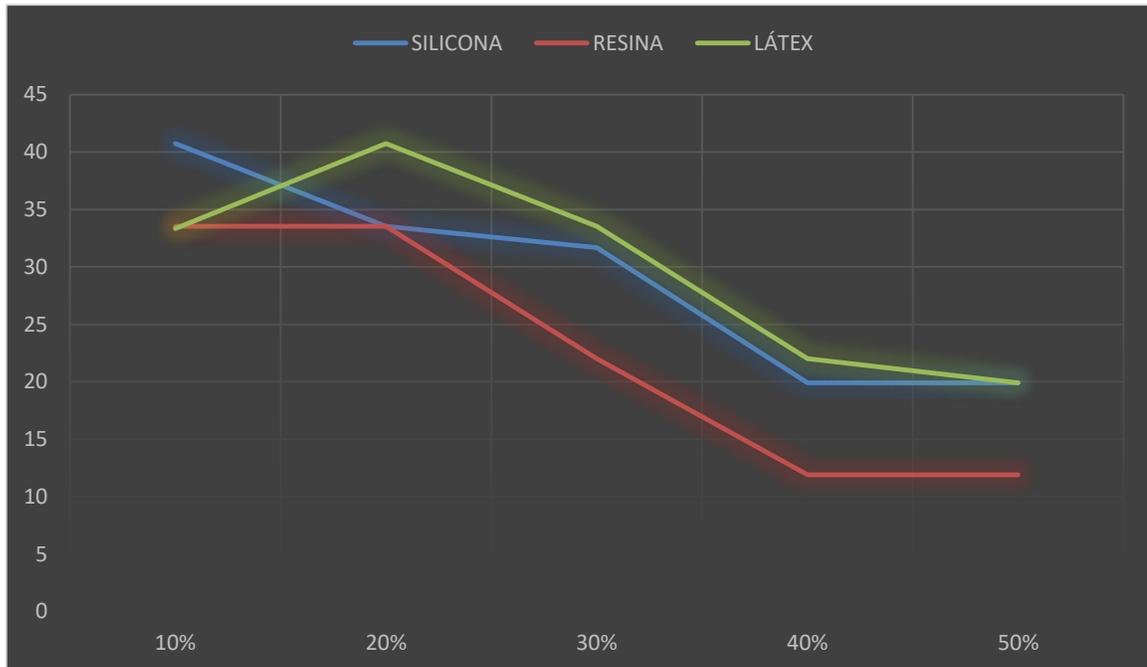


**Figura 50:** Medias promedio de Silicona, Resina y Látex.

**Fuente:** Propia

En la gráfica de barras se encuentran representado las medias promedio, en la cual claramente se observa que la que mayor media tiene es la resina, expresándonos esto que este es producto con el que mejores resultados se obtuvo.

En la figura que se muestra a continuación se representa los coeficientes de variación totales de los tres productos utilizados como agentes antipilling.

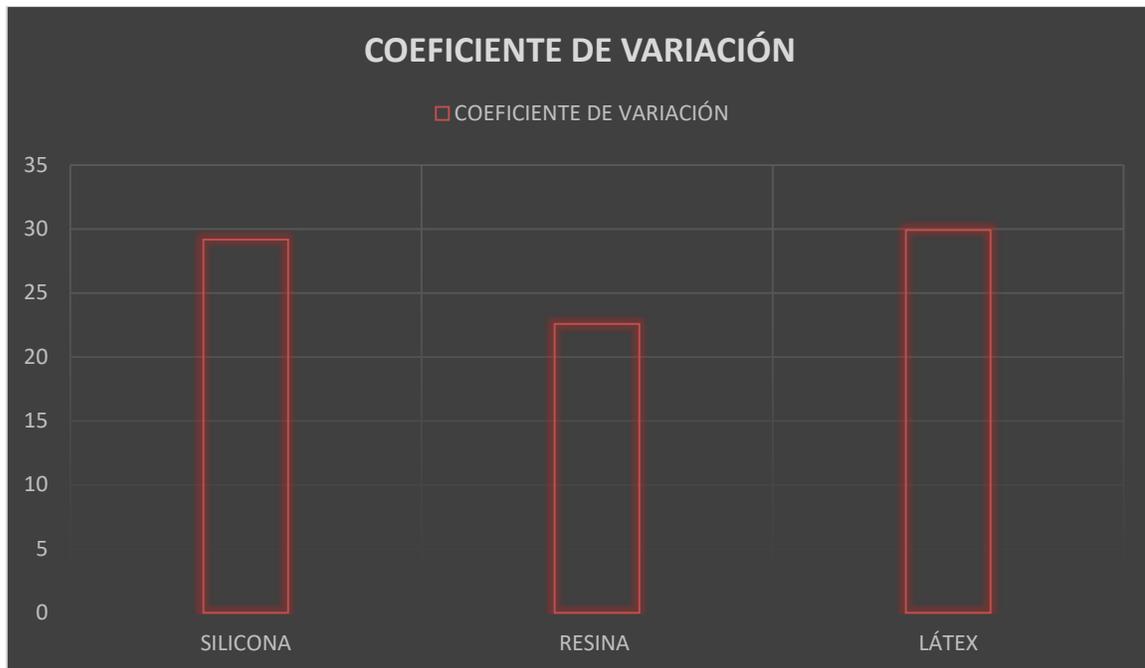


**Figura 51:** Gráfico comparativo de los coeficientes de variación de los productos utilizados como agente antipilling.

*Fuente: Propia*

En la figura 51, se puede apreciar la comparación de los coeficientes de variación de los tres productos utilizado como agente antipilling, en donde el valor más bajo es de la resina representada con la curva roja expresando esto que es el producto con mejores resultados obtenidos ya que la relación existente entre el porcentaje y el coeficiente de variación es inversamente proporcional.

A continuación, se muestra una gráfica de barras de los coeficientes de variación totales para una mejor apreciación de los resultados.



**Figura 52:** Coeficientes de Variación Totales.

**Fuente:** Propia

En la gráfica de barras se encuentran representado los coeficientes de variación, en la cual claramente se observa que la que menor coeficiente de variación tiene es la resina, expresándonos esto que este es producto con el que mejores resultados se obtuvo.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

De acuerdo en las condiciones en las que se realizó este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- La aplicación y análisis del acabado antipilling en lana 100%, con productos como: resina, silicona y látex, fue una investigación reveladora, debido que el pilling es un efecto que resta valor al tejido, se encontró una alternativa para la industria textil, disminuyendo este efecto y logrando dar una apariencia incluso mejorada. Los grados de pilling que se utilizó van de 1 a 5, los valores que se utilizó están de acuerdo con la escala de formación de pilling de la norma ISO 12945-2 que fue utilizada para las pruebas.
- Con el desarrollo de este trabajo se logró comprobar exitosamente que los productos como la silicona, resina y látex contribuyen de forma positiva a la disminución de pilling en los tejidos de lana 100%, esta afirmación se obtuvo luego de las pruebas realizadas en el equipo Martindale, el cual arrojó datos favorables para todas las muestras aplicadas el acabado antipilling, los valores de pilling fluctúan entre 2 y 5 dependiendo del producto y su concentración.
- La aplicación del acabado generó un cambio de textura al tacto en los tejidos de lana, estas variaciones fueron positivas para las muestras que tuvieron el acabado con silicona y resina pues se obtuvo tejidos con mejor suavidad, y por el contrario en los tejidos con acabado de látex su textura se tornó un poco áspera.
- Con los resultados de las pruebas de pilling se realizó el test de normalidad para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos, en los mismos que se estableció que los valores superan las pruebas de acuerdo a los siguientes autores: Shapiro – Wilk W, Anderson-Darling A, Lilliefors L y Jarque-bera JB; lo que muestra que existió normalidad en los datos y que los valores pueden ser tratados estadísticamente.

- En el análisis de medias y coeficientes de variación de los tres productos utilizados se pudo observar que los porcentajes de concentraciones son directamente proporcionales con la media es decir que a mayor concentración se obtiene un mejor grado de formación de pilling, e inversamente proporcional con el coeficiente de variación, implicando esto mayor resistencia a la formación de pilling en el tejido, figura 48.
- De acuerdo con los datos obtenidos en el análisis de los tejidos tomando en cuenta las medias de los tres productos utilizados como agentes antipilling, el orden de efectividad fue el siguiente: el producto con mejores resultados conseguidos fue la Resina con una media de 3,92; seguido de la silicona con un valor de 3,72; y finalmente el Látex con 3,52.
- Tomando en cuenta las medias y los coeficientes de variación totales, se obtuvo los mejores resultados tanto en apariencia como en bajo porcentaje de variación en la RESINA, obteniendo los siguientes datos: media 3,96 y coeficiente de variación 22,580106, determinando esto que con la resina en un 50% es el producto más idóneo para este acabado
- Tomando en cuenta los porcentajes de concentración y los grados de formación de pilling, la resina fue el producto con mejores resultados, arrojando los siguientes datos: con el 10% y 20% se logró un grado 2, con el 30% grado 3 y con el 40% y 50% se alcanzó grado 4, determinando esto que desde un 40% de concentración se obtuvo resultados favorables en este tipo de acabado.

## **RECOMENDACIONES**

- Con los resultados de esta investigación se podría generar nuevos temas de exploración, por ejemplo, se podría añadir auxiliares como suavizantes en el acabado con Látex para

mejor su textura y así poder observar si los resultados se conservan o varían de acuerdo con la mezcla.

- La aplicación del acabado antipilling y su análisis se lo realizó en muestras de tejidos de punto, sería recomendable se realice este tipo de acabado en tela de tejido plano para determinar si es igualmente efectivo o no en dicho tejido.
- También se recomienda impulsar el uso de estos productos como agentes antipilling en tejidos de punto de lana 100%, ya que son de fácil acceso en el mercado y tienen un precio económico.
- Se recomienda el uso de Resina para acabados antipilling en prendas de lana ya que este producto no modifica la suavidad del tejido y fue el producto con el que mejores resultados se obtuvieron.
- Es aconsejable realizar una investigación acerca del efecto que puede producir los desechos obtenidos al finalizar la aplicación del acabado si estos son eliminados por caño.
- Finalmente, se recomienda el uso adecuado de los implementos de seguridad personal al momento de realizar las pruebas de laboratorio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso , J. V. (s.f.). Manual Control de Calidad en Productos Textiles y Afines. *Trabajo de Grado*. Madrid, España.
- Amenós, F. M. (1997). *Proycción de hilos* . Barcelona.
- Aza, A. P. (Enero de 2016). Trabajo de Grado Previo a la obtención de Título de Ingeniero Textil. *Aplicación de un acabado antivacteriano e impermeabilizante en ropa de trabajo para los agricultores de San Gabriel utilizando sulfato de cobre y microemulsión de silicona*. Ibarra, Imbabura, Ecuador .
- Beliczky, L., & Fajen, J. (s.f.). *Industria del Caucho* .
- Brasero, J. (2017). Tesis Doctoral. *Desarrollo de nuevas formulaciones de látex de caucho natural libre de n-nitrosaminas, hipoalergenic y ecológicas y su caracterización por RMN de campo bajo*. Madrid, España.
- Carrasco, T. (2019). *Tapicería Carrasco*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2019, de Tapicería Carrasco: <http://www.tapiceriacarrasco.com/2015/07/pruebas-de-calidad-de-los-tejidos-i.html>
- Carrión , F. J., & Serra, M. (1997). Estructura y propiedades de los suavizantes textiles de organosoloxano (silicona). *Boletín Intexter (U.P.C)*, 62.
- Cegarra, J. (1959). Fundamento, posibilidades y aplicaciones de los acabados con resina sobre las fibras textiles. *Article*, 3.
- Chugá, V. V. (5 de Diciembre de 2011). Tesis de Grado Previo a la Obtención de Título de Ingeniero Textil . *Acabado a base de microemulsión de silicona como retardante de fuego en las prendas de vestir* . Ibarra, Imbabura, Ecuador .
- EL UNIVERSAL . (12 de Agosto de 2014). Recuperado el 03 de Diciembre de 2019, de El UNIVERSAL : <https://archivo.eluniversal.com.mx/ciencia/2014/latex-material-prometedor-92826.html>
- Esparza, D. (2009). *Hilatura Lanera* . Ibarra .
- Fernández , J., & Rondina , J. C. (2006). *Historia Argentina* . Santa Fe. Argentina: UNL.
- Garcés, J., & López, M. (2007). Obtención de Antelana Mediante Blanqueo Químico y Óptico en Lana de Pielas Ovinas Curtidas al Cromo y al Aluminio. *Trabajo de Grado Previo a la Obtención de Título* . Ibarra , Imbabura , Ecuador .
- Guerron, M. L. (31 de Julio de 2017). Trabajo de grado previo a la obtención de título de ingeniería textil. *Estudio Comparativo de los ensayos de pilling entre el Random tumble pilling y Martindale en tejidos de algodón 100% ,poliéster 100% y poliéster algodón 65/35 de*

*genero de punto elaborados en confecciones recreativas Fibran*. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Industrial, A. E. (30 de Julio de 2013). *Wordpress Asolengin*. Recuperado el 29 de Mayo de 2019, de Wordpress Asolengin: <https://asolengin.files.wordpress.com/2013/07/pilling-en-tejidos-teor3ada-y-prc3a1ctica.pdf>

Jasinska. (2009). Evaluación de la superficie de la tela . *Semanticscholar*.

Labotex. (s.f.). *Labotex*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2019, de Labotex: <https://labotex.com/certification/>

Laporta, M., & Naik, A. (1976). Contribución al estudio del "Pilling". *Investigación Textil*, 39-42.

Lockuán , F. E. (2012). *La industri textil y su control de calidad. Hilandería*.

Lockuán , F. E. (2012). *La industria textil y su control de calidad. Tejeduría* .

Lockuán , F. E. (2012). *La Industria Textil y su Control e Calidad. Tintorería*.

Lockuán, F. E. (2012). *La industria textil y su control de calidad. Ennoblecimiento Textil* .

Lockuán, F. E. (2013). *La Industria Textil y su Control de Calidad. Fibras Textiles*.

López , F., & Naik, A. (1984). Propención al pildeo de los tejidos de mezcla de fibras . *Article* , 28.

Mantexman. (2019). *SER*. Recuperado el 27 de Nobiembre de 2019, de SER: [https://cadenaser.com/emisora/2017/11/18/ser\\_cuenca/1510998573\\_133614.html](https://cadenaser.com/emisora/2017/11/18/ser_cuenca/1510998573_133614.html)

Ortiz, L. D. (2018). *StuDocu*. Recuperado el 2019, de StuDocu: <https://www.studocu.com/es/document/universidad-nacional-de-colombia/geologia/informe/latex-natural-y-sintetico/1425472/view>

Perinat, M. (2007). *Tecnología de la Confección Textil*. España .

Pesok, J. (2004). *Introducción a la Tecnología Textil*.

Reascos, K. V. (Abril de 2016). Trabajo de grado previo a la obtención del título de ingeniera en diseño textil y modas . *Trtamiento en tejido 100% algodón como repelente de los mosquitos aedes aegypti*. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Ruiz, C. P. (Febrero de 2013). Tesis previa a la obtención del título de ingeniero textil. *Guía Técnica sobre la Elaboración de Tejido de Punto en Máquinas Rectilineas*. Ibarra, Imbabura, Ecuador.

Solé , A. (2016). Máquinas de tinte por Agotamiento. *ASC*, 1.

Solé, A. (2014). El Pilling en los Artículos Textiles. *3CIENCIAS*, 35-51.

Testex. (s.f.). *Testex*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2019, de Testex:  
<https://www.testertextile.com/es/prueba-de-abrasion-martindale/>

Tusief, M., Mahomood, N., & Muhammad, S. (2011). Efecto de diferentes agentes antipilling para reducir el pilling en tejido de poliester/Algodón. *J. Chem.Soc. Pak*, 53.

Utstesters. (s.f.). *Utstesters*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2019, de Utstesters:  
[https://es.utstesters.com/blog/cu-l-es-la-prueba-de-abrasi-n-martindale-y-c-mo-realizarla\\_b4](https://es.utstesters.com/blog/cu-l-es-la-prueba-de-abrasi-n-martindale-y-c-mo-realizarla_b4)

## ANEXOS

*Anexo 1: Preparación de la solución*



**Fuente:** Propia

*Anexo 2: Muestra sumergida en la solución*



**Fuente:** Propia

*Anexo 3: Capsulas con muestras*



**Fuente:** Propia

*Anexo 4: Corte de muestra*



**Fuente:** Propia

*Anexo 5: Residuos de las muestras preparadas para el análisis*



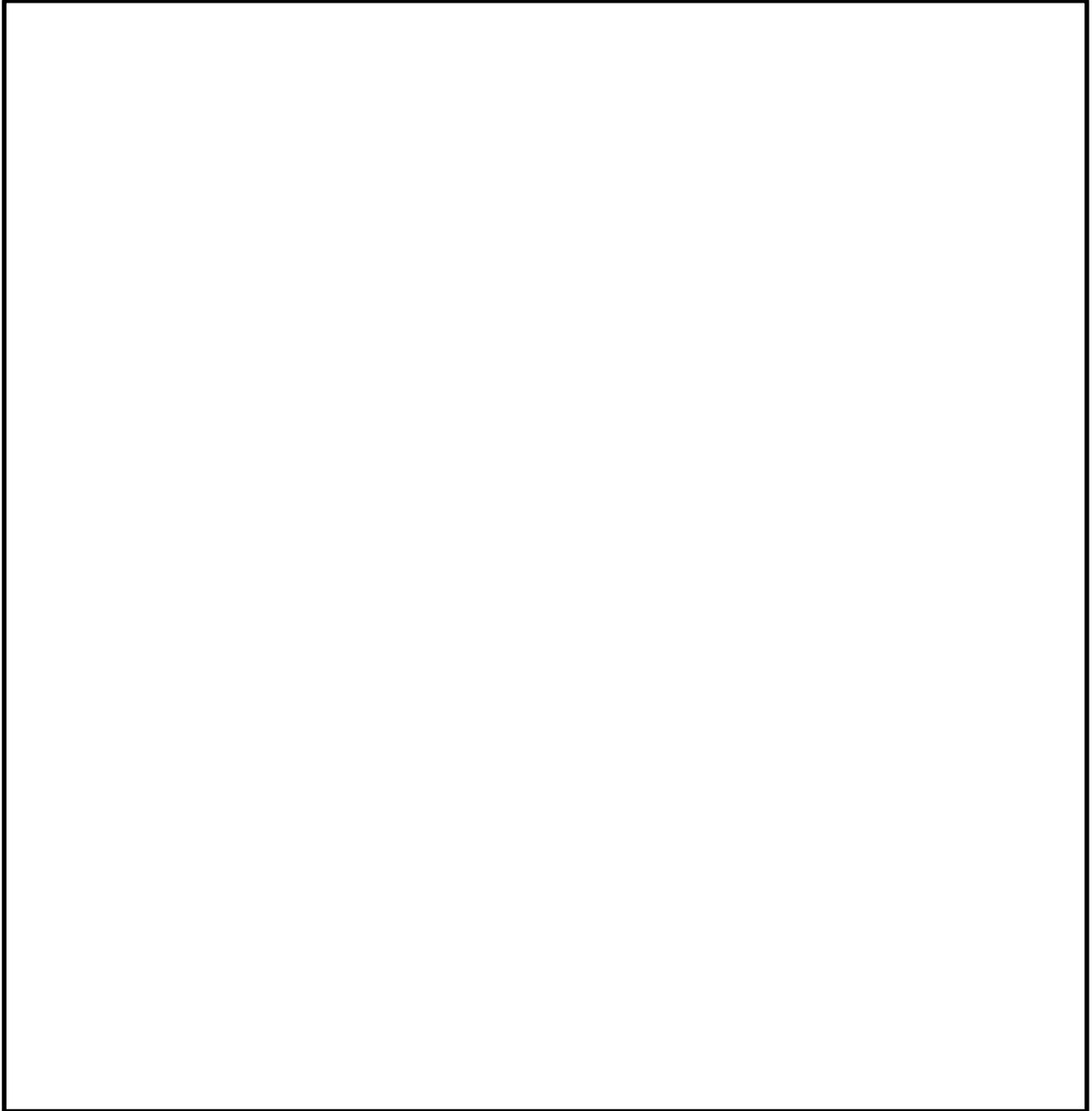
**Fuente:** Propia

*Anexo 6: Muestra colocada en el equipo Martindale*



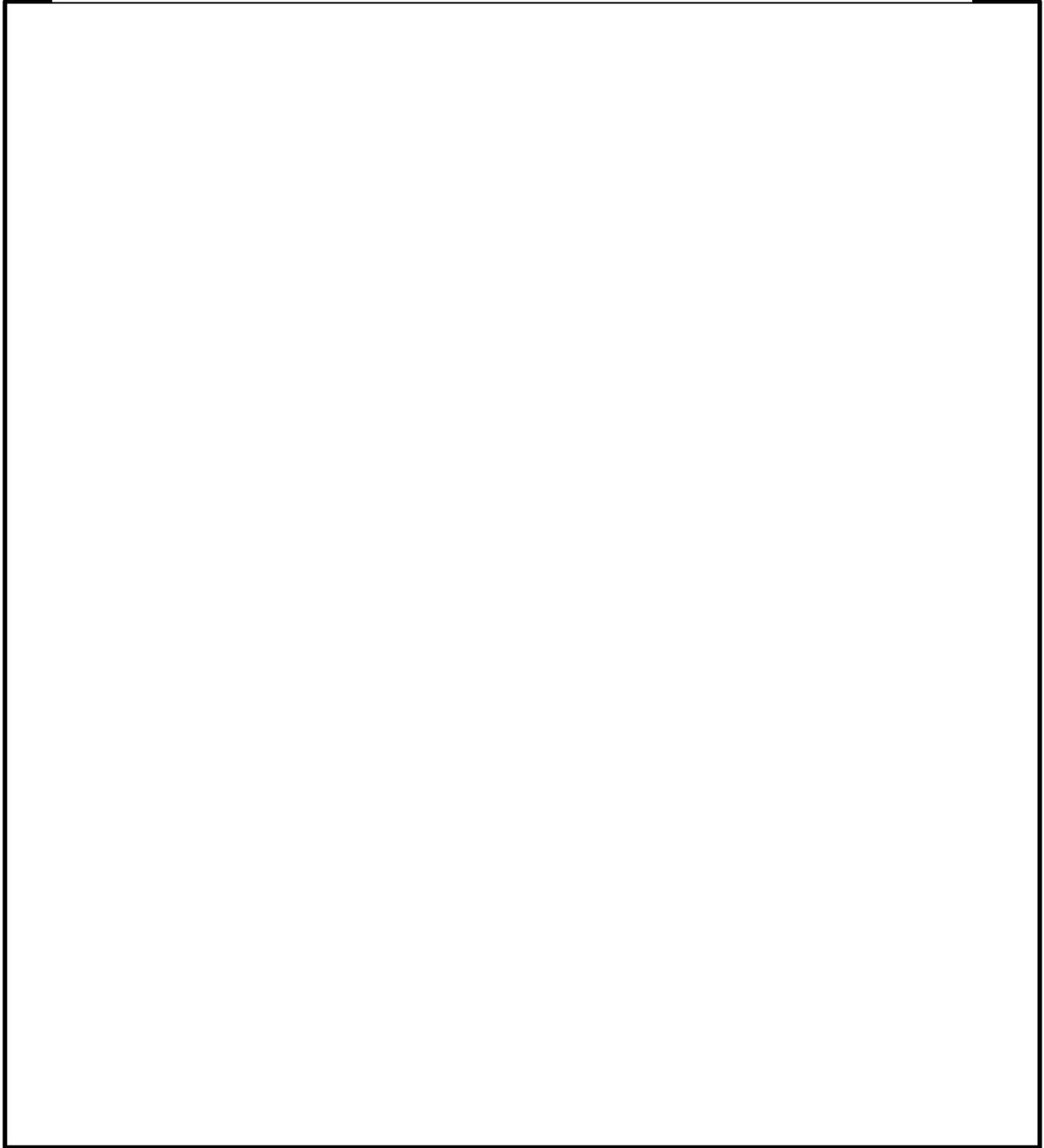
**Fuente:** Propia

*Anexo 7: Muestra Física de tejido sin acabado*



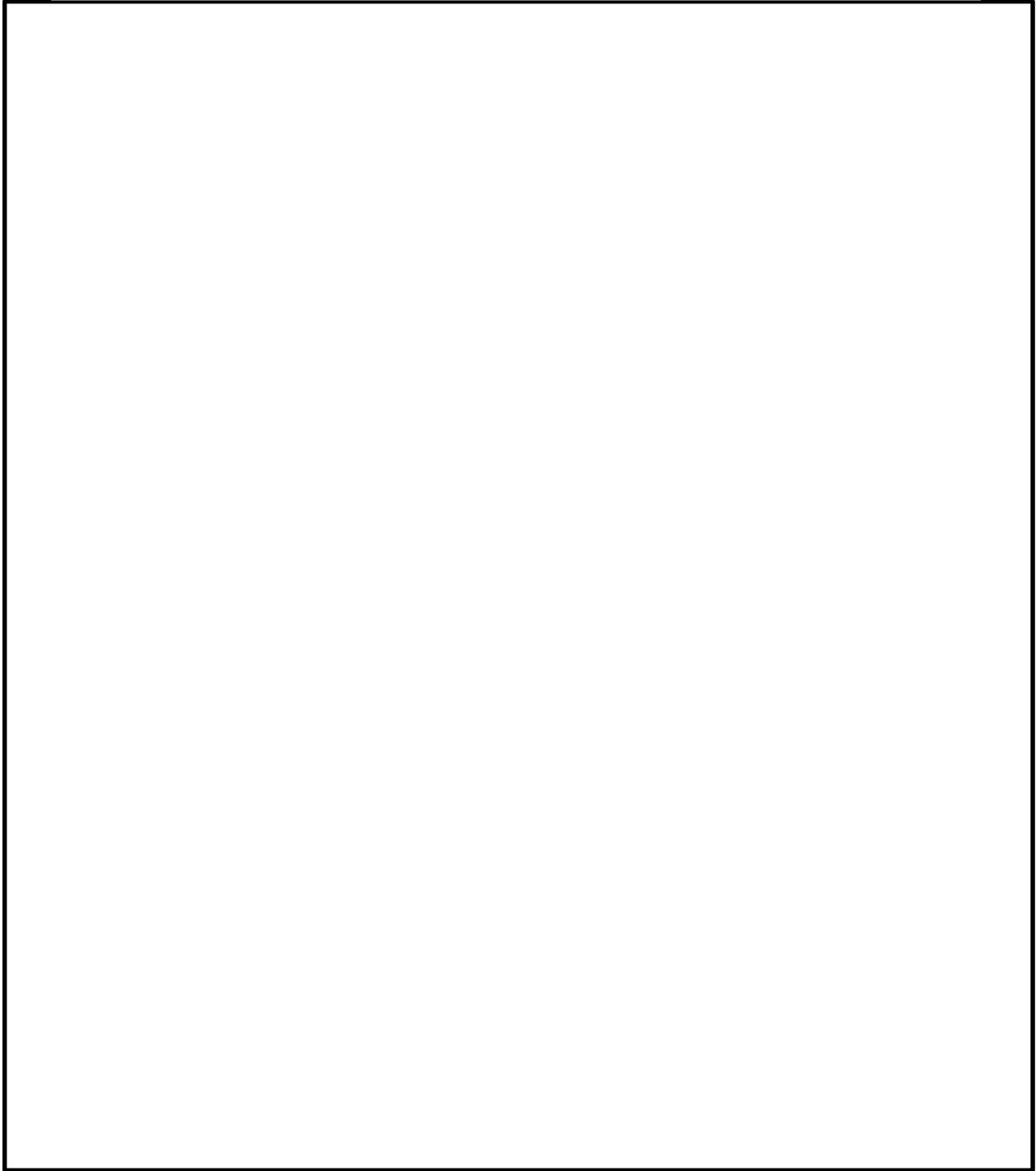
Fuente: Propia

*Anexo 8: Muestra Física de tejido con acabado de silicona al 50%*



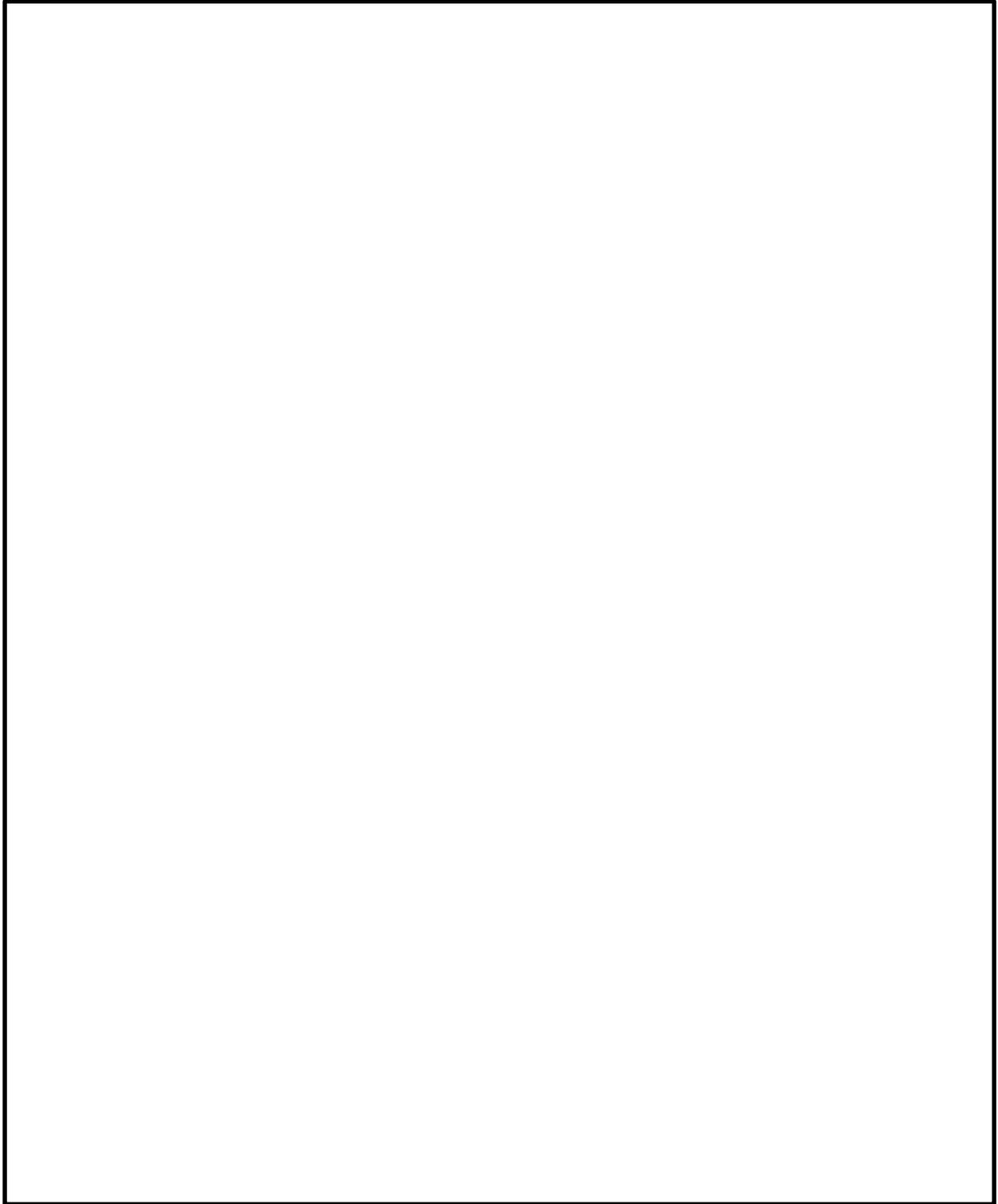
Fuente: Propia

*Anexo 9: Muestra Física de tejido con acabado de resina al 50%*



Fuente: Propia

*Anexo 10: Muestra Física de tejido con acabado de látex al 50%*



Fuente: Propia