

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS



CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL

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

**TEMA: “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 género de
punto elaborados en Confecciones Recreativas Fibran”**

AUTORA:

MIREYA LUZDARY GUERRON PANTOJA

TUTOR:

MsC. MARCELO PUENTE

IBARRA-ECUADOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040154080-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	GUERRON PANTOJA MIREYA LUZDARY		
DIRECCIÓN:	Consejo Provincial calle E y J		
EMAIL:	milyyes88@yahoo.es		
TELÉFONO FIJO:	4505494	TELÉFONO MÓVIL:	09080255542
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“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 género de punto elaborados en Confecciones Recreativas Fibrán”		
AUTOR (ES):	MIREYA LUZDARY GUERRON PANTOJA		
FECHA: AAAAMMDD			
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA TEXTIL		
ASESOR /DIRECTOR:	MsC. MARCELO PUENTE		

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Mireya Luzdary Guerrón Pantoja, con cédula de identidad Nro. 040154080-2, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de Julio de 2017

EL AUTOR:



Mireya Luzdary Guerrón Pantoja



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Mireya Luzdary Guerrón Pantoja, con cédula de identidad Nro. 040154080-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **“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 género de punto elaborados en Confecciones Recreativas Fibrán”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERA TEXTIL, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 31 días del mes de Julio de 2017

Mireya Luzdary Guerrón Pantoja
CI. 040154080-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACION

Certifico que la Sra. Mireya Luzdary Guerrón Pantoja ha trabajado en su totalidad en el desarrollo del proyecto de tesis "Estudio Comparativo de los Ensayos de Pilling entre el RandomTumble Pilling y Martindale en Tejidos de Algodón 100%, Poliéster 100% y Poliéster/Algodón 65/35%de género de punto elaborados en Confecciones Recreativas Fibran", previo a la obtención del título de Ingeniería Textil, trabajo que realizó con interés profesional y responsabilidad, es cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ibarra, Julio del 2017


MsC. Marcelo Puente

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

v

v



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

DECLARACION

Yo, Mireya Luzdary Guerrón Pantoja, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún trabajo de grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo el derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ibarra, Julio del 2017

LA AUTORA:

GUERRON PANTOJA MIREYA LUZDARY

CI. 040154080-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Jehová Dios, por guiarme en mi decisión de culminar esta etapa de mi vida, y por permitirme conocerlo y saber que siempre estará conmigo si hago su voluntad.

A mis padres Carlos y Laura, quienes han sido mi inspiración para poder culminar este reto en mi vida, ya que siempre estuvieron a mi lado brindándome su amor incondicional, sacrificio y sabios consejos, fueron y serán ese ejemplo de lucha y superación, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en una profesional como ha sido su anhelo.

A mi esposo Ricardo y mi querida hija Jamileth, por todo su amor, apoyo, comprensión y palabras de estímulo para no dejar inconclusa esta meta de mi vida.

A mis hermanos, quienes con su comprensión me han apoyado a seguir adelante y a no dejarme vencer por las adversidades.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento al MsC Marcelo Puente, quién con sus conocimientos profesionales supo guiarme durante todo el proyecto de investigación.

Agradezco de manera especial al Ing Juan Carlos Corral Gerente General de la empresa Confecciones Recreativas Fibran, por permitirme realizar esta investigación en su distinguida empresa.

También a la MsC. Paulina Ramos jefe del Departamento de Control de Calidad de la misma empresa, por sus palabras de aliento, colaboración y ayuda en el proyecto de investigación para la culminación de la carrera.

Finalmente agradezco de corazón a todas las personas que sin esperar nada a cambio me brindaron su apoyo incondicional y compartieron sus conocimientos hasta llegar a la culminación exitosa de este trabajo de investigación.

A todos mil gracias.

Mireya Guerrón Pantoja

RESUMEN

La empresa Confecciones Recreativas Fibran se encuentra en una gran competencia con las empresas a nivel mundial por mantener sus productos en el mercado, y ofrecer productos de calidad a bajo costo. La formación de pilling en la superficie de los tejidos es uno de los mayores problemas de calidad, considerado como el primer signo de desgaste de una tela, por lo que la empresa dispone de dos equipos para su detección. Esta investigación tuvo como objetivo realizar un estudio comparativo sobre dos métodos utilizados según la norma ASTM con los equipos el Random Tumble Pilling y el Martindale, para determinar de entre ellos, cuál es el equipo más adecuado desde el punto de vista de la fiabilidad de los resultados, reproducibilidad de los mismos, rapidez, coste, etc. Para este procedimiento se usó 16 tejidos elaborados en la empresa entre Algodón 100%, Poliéster 100% y Poliéster/Algodón 65/35%, se realizó el análisis estadístico comparativo de los resultados obtenidos entre tejidos sin lavar y lavados, entre los equipos Random Tumble Pilling y Martindale, y considerando el gramaje y estructuras de los tejidos. De la aplicación del procedimiento resultó que el equipo Martindale, es el más óptimo desde el punto de vista de fiabilidad, reproducibilidad, rapidez y costo, para la detección de pilling en los tejidos elaborados en la empresa.

ABSTRACT

ABSTRACT

Confecciones Recreativas Fibran Company is in a great competition with other Companies worldwide to maintain their products on the market, and it offers products of quality at low cost. The pilling formation on the surface of fabrics is one of the biggest problems of quality, considered as the first sign of waste of a cloth, for which the company has got two teams for its detection.

This research had as objective to carry out a comparative study on two methods used according to ASTM norm, with the Random Tumble Pilling and Martindale equipment, to determine from among them, which is the most suitable equipment from the point of view of the reliability of the results, reproducibility of the same, speed, cost, etc. For this procedure, 16 fabrics made in the company between Cotton 100%, Polyester 100% and Polyester, Cotton 65/35%, it was carried out the comparative statistical analysis of the obtained results between fabrics without washing and laundries between Random Tumble Pilling and Martindale equipment, and considering the gramage, and structure of the fabrics. From the application of the procedure it turned out that the Martindale equipment is the most optimum from the point of view of reliability, reproducibility, speed and cost, for the detection of pilling in fabrics made in the company.



x

PROBLEMA

La globalización de la economía impone una creciente competencia en los textiles, por lo que las empresas del sector textil del Ecuador han innovado tecnológicamente para mejorar la calidad y el diseño de sus productos, incorporando plataformas tecnológicas, así como el desarrollo de un método estratégico para que la calidad de sus productos estén acorde a la exigencia de sus clientes.

Confecciones Recreativas Fibrán lidera la industria textil del Ecuador, se dedica a la elaboración de tejidos y confección de ropa deportiva para reconocidas y prestigiosas marcas nacionales e internacionales, por lo que sus productos exigen una alta calidad, para ello la empresa ha invertido en equipos de laboratorio de alta tecnología para realizar su control.

La formación de pilling en la superficie de los tejidos es uno de los mayores problemas de calidad, considerado como el primer signo de desgaste de una tela, por lo que la empresa ha adquirido dos equipos para su detección, pero existe la necesidad de determinar, de entre ellos, cuál es el más adecuado desde el punto de vista de la fiabilidad, reproducibilidad, rapidez, costo, etc, y estandarizar los métodos apropiados de ensayo.

OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar un estudio comparativo de los ensayos de pilling en el Random Tumble Pilling y Martindale en Tejidos de Algodón 100%, Poliéster 100% y Poliéster/Algodón 65/35% de género de punto elaborados en Confecciones Recreativas Fibrán.

Objetivos Específicos

- Analizar y establecer una base teórica sobre los actuales procedimientos utilizados en los ensayos de pilling según la ASTM entre los dos equipos, para desarrollar la parte experimental y determinar si existe un sesgo estadístico entre sus resultados.
- Realizar ensayos comparativos entre los dos equipos de ensayo de pilling usando tejidos de Algodón 100%, Poliéster 100% y Poliéster/Algodón 65/35%, para determinar de entre ellos, cuál es el equipo más adecuado desde el punto de vista de la fiabilidad de los resultados, reproducibilidad de los mismos, rapidez, coste, etc.
- Comparar e interpretar los resultados con los estándares aceptables para tomar la decisión, con cual equipo se debe trabajar.
- Establecer y estandarizar el método de ensayo más apropiado, para adaptarlo en la empresa.

ALCANCE

En el presente 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 género de punto elaborados en Fibrán, se establecerá una base teórica sobre los actuales procedimientos según la ASTM y según el catálogo del equipo utilizado para los ensayos de pilling, posteriormente realizar ensayos comparativos entre los dos equipos, para luego comparar e interpretar los resultados con los estándares aceptables. Además se definirá cuál es el equipo más adecuado y finalmente estandarizar el método de ensayo más apropiado, para adaptarlo en la empresa.

JUSTIFICACION

Los productos elaborados en la empresa Confecciones Recreativas Fibran, se encuentran plenamente posesionados tanto en el mercado nacional como internacional, buscando siempre satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, tanto en calidad como en precio.

La empresa dispone de un Laboratorio de Control de Calidad, que se ocupa de realizar diferentes ensayos, para cumplir todas las garantías de calidad de fabricación que se espera del mismo. El producto debe cumplir con los estándares requeridos, solo así éste podrá salir de la fábrica para su venta, por ello este proyecto se enfoca en estudiar particularmente los ensayos de pilling en el Random Tumble Pilling y Martindale en Tejidos de Algodón 100%, Poliéster 100% y Poliéster/Algodón 65/35% de género de punto, pero sólo de los que se elaboran en la empresa, para la estandarización de los ensayos de pilling, y por ende contribuir tanto en la calidad como en el costo del producto, y por ende sirva de referencia para los demás tejidos que se compran.

También este proyecto puede servir de guía para los empresarios que quieren adquirir un equipo de control de calidad para el pilling, y puedan escoger el más apropiado considerando su presupuesto y la funcionalidad.

CONTEXTO

En lo que se refiere a estudios comparativos sobre los ensayos de pilling entre el Random Tumble Pilling y Martindale en Tejidos de Algodón 100%, Poliéster 100% y Poliéster/Algodón 65/35% de género de punto, no existe un documento que avale este enunciado, pero existe una serie de documentos que se refieren específicamente al concepto del Pilling, causas del problema, equipos para sus detección, normas o procedimientos del ensayo, además de proyectos de tesis de estudio de Factibilidad e Implementación de un Laboratorio de Control de Calidad.

Además, con lo referente a proyectos de tesis en la Universidad Técnica del Norte, que analicen equipos de Laboratorio se destaca:

Diseño, construcción y puesta en marcha de una máquina de pruebas de Pilling utilizando el método Random Tumble, Meza G. 2016

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
PROBLEMA.....	XI
OBJETIVOS	XII
Objetivo General.....	XII
Objetivos Específicos.....	XII
ALCANCE.....	XIII
JUSTIFICACION	XIV
CONTEXTO.....	XV
TABLA DE CONTENIDOS	XVI
INDICE DE IMAGENES	XIX
INDICE DE TABLAS	XXI
CAPÍTULO I	1
1. TEJIDOS DE PUNTO.....	1
1.1. Estructuras.....	2
1.2. Ligamentos.....	3
1.3. Tejidos a Analizar	6
1.3.1. Algodón 100%	6
1.3.2. Poliéster 100%	7
1.3.3. Poliéster/Algodón 65/35%.....	8
CAPITULO II.....	9
2. CONTROL DE CALIDAD.....	9
2.1. Concepto.....	9
2.2. Normas de Control de Calidad.....	9
2.2.1. Niveles de Normas.....	10
2.3. Control de Calidad de Telas Terminadas	11

2.3.2.	Inspección Visual del Tejido Acabado.	12
2.3.3.	Ensayos de Laboratorio.....	13
CAPITULO III.....		26
3.	EL PILLING EN LOS TEXTILES	26
3.1	El Pilling.....	26
3.1.1	Definición.	26
3.1.2	Secuencia del Crecimiento del Pilling	27
3.1.3	Parámetros que Influyen a la Formación	28
3.2	Equipos de Pruebas	38
3.2.1	Generalidades.....	38
3.2.2.	Random Tumble Pilling.....	39
3.2.3.	Martindale	44
CAPITULO IV.....		50
4.	PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS	50
4.1.	Norma Técnica ASTM D3512	50
4.1.1.	Generalidades.....	50
4.1.2.	Equipos y materiales	54
4.1.3.	Procedimiento	57
4.1.4.	Evaluación.....	59
4.2.	Norma Técnica ASTM D4970	60
4.2.1.	Generalidades.....	60
4.2.2.	Aparatos y Materiales	64
4.2.3.	Procedimiento	66
4.2.4.	Evaluación.....	67
CAPÍTULO V.....		68
5.	ENSAYOS DE PILLING.....	68
5.1.	Selección de Muestras	68
5.1.1.	Tipo de Tejido.....	68
5.1.2.	Condiciones del tejido.....	69
5.2	Ensayos en el Random Tumble Pilling	70
5.2.1	Descripción General del Procedimiento Realizado.	70

5.3	Ensayos en el Martindale	73
5.3.1	Selección del tipo de abrasivo y ciclos de ensayo para el Método de Martindale..	73
5.3.2	Descripción general del Procedimiento	74
5.4	Evaluación de resultados	77
5.4.1	Ensayos de Tejido de Algodón 100%	79
5.4.2	Ensayos de Tejido de Poliéster 100%	84
5.4.3	Ensayos de Tejido de Poliéster/Algodón	92
CAPITULO VI.....		95
6.	ANALISIS Y EVALUACION DE RESULTADOS.....	95
6.1.	Análisis de Resultados	95
6.1.1.	Tabulación de resultados.....	95
6.1.2.	Análisis de resultados de los Tejidos de Algodón 100%.....	97
6.1.3.	Análisis de resultados de los Tejidos de Poliéster 100%.....	102
6.1.4.	Análisis de resultados de los Tejidos de Poliéster /Algodón.	107
6.2	Análisis de Tiempos y Costos de cada Ensayo	111
6.2.1	Análisis de tiempo requerido del Procedimiento con Random Tumble Pilling....	111
6.2.2	Análisis del tiempo requerido del Procedimiento con Martindale.....	112
6.2.3	Análisis comparativo de Tiempo invertido en los ensayos.....	112
6.2.4	Análisis del Costo del método con el RTP	114
6.2.5	Análisis del Costo del método con el Martindale	115
6.3	Estandarización del Proceso Optimo.....	117
6.4.	Flujo del ProcedimientoPropuesto	118
CAPITULO VII		119
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
7.1.	Conclusiones	119
7.2.	Recomendaciones.....	120
Bibliografía		121
Anexos		122

INDICE DE IMAGENES

Figura 1. Tejido de Punto Por trama (izquierda) Por urdimbre (derecha)	2
Figura 2. Estructura de Mallas	2
Figura 3. Tejido Jersey.....	3
Figura 4. Tejido Rib o Punto Liso	4
Figura 5. Tejido Interlock	4
Figura 6. Tejido Piqué.....	5
Figura 7. Franela sin perchar (izquierda) y perchada(derecha)	5
Figura 8. Tipos de Hilos de Algodón.....	6
Figura 9. Tejido Pes/Co Jaspeado.....	8
Figura 10. Niveles de Normas	10
Figura 11. Herramienta para Medir el ancho (cinta métrica).....	14
Figura 12. Herramientas para el control del Peso (Cutter: izquierda y Balanza: derecha).....	15
Figura 13. Equipos para Ensayar el Pilling (Izq: Random Tumble Pilling. Cen: Martindale. Der: ICI).....	16
Figura 14. Equipo para determinar la Abrasión (Martindale).....	17
Figura 15. Herramientas para Contar los Hilos	17
Figura 16. Equipo para el ensayo de solidez a la luz (Weather ometer).....	18
Figura 17. Equipo para determinar la resistencia al desgarró (Helma Tear)	19
Figura 18. Equipo para la Resistencia a la rotura (Dinamómetro)	20
Figura 19. Probador de Pliegue.....	20
Figura 20. Probador de Arrugas.....	21
Figura 21. Launder-Ometer	22
Figura 22. Equipo para la solidez al frote (Crock meter)	23
Figura 23. Equipo para la solidez a la transpiración (Perspiro meter).....	23
Figura 24. Equipos para la Estabilidad Dimensional (Lavadora y Secadora)	24
Figura 25. Spray de Repelencia y patrones de referencia estándar.....	25
Figura 26. Tejidos con Pilling.....	26
Figura 27. Secuencia de la formación del pilling	28
Figura 28. Fibras en forma de floca	29
Figura 29. Fibra vista al microscopio	30
Figura 30. Rizado de fibras en floca	30
Figura 31. Sección transversal de una fibra sintética.....	31
Figura 32. Diagrama de longitud de fibras de Algodón.....	31
Figura 33. Curva carga alargamiento.....	32
Figura 34. Estructura de un hilo convencional y uno open-end	33
Figura 35. Hilo con torsión Z.....	33
Figura 36. Hilo con fibras mezcladas	34
Figura 37. Tren de descolado	36
Figura 38. Overflow de tintura en cuerda	36

Figura 39. Rama de termofijado de tejido	37
Figura 40. Esquema de aplicación de un apresto antipilling en Rama	37
Figura 41. Partes del Random Tumble Pilling.....	40
Figura 42. Panel de Control	41
Figura 43. Tipo de Impulsores	42
Figura 44. Configuración para los Tipos de Movimientos	45
Figura 45. Partes Principales del Martindale	46
Figura 46. Ubicación de muestras sobre la mesa de abrasión.....	48
Figura 47. Ubicación de muestras sobre los porta-muestras.....	48
Figura 48. Curva Lissajous	49
Figura 49. Esquema de Resultados	78
Figura 50. Análisis de tejidos sin Lavar y Lavados	98
Figura 51. Análisis entre Equipos.....	99
Figura 52. Análisis de gramajes.....	100
Figura 53. Análisis de estructuras.....	101
Figura 54. Análisis de tejidos sin Lavar y Lavados	102
Figura 55. Análisis entre Equipos.....	104
Figura 56. Análisis de gramajes.....	105
Figura 57. Análisis de estructuras	106
Figura 58. Análisis de tejidos sin Lavar y Lavados	107
Figura 59. Análisis entre Equipos.....	108
Figura 60. Análisis de gramajes.....	109
Figura 61. Tiempos requeridos en los ensayo de cada Equipo	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Procesos previos para evitar el pilling	35
Tabla 2. Características de los tejidos a ensayar.....	69
Tabla 3. Procedimiento realizado según la Norma ASTM D3512	70
Tabla 4. Procedimiento realizado con Random Tumble Pilling.....	73
Tabla 5. Categorías de prueba de pilling	74
Tabla 6. Procedimiento realizado según la Norma ASTM D3512	74
Tabla 7. Procedimiento Realizado con Martindale.....	77
.Tabla 8. Escala de Valoración	77
Tabla 9. Resultados del grado de Pilling obtenidos en el Random Tumble Pilling.....	95
Tabla 10. Resultados del grado de Pilling obtenidos en el Martindale.....	96
Tabla 11. Resultados de los Tejidos de Algodón lavados y sin lavar.....	98
Tabla 12. Resultados de los Equipos	99
Tabla 13. Resultados de los gramajes	100
Tabla 14. Resultados de los Tejidos de Algodón lavados y sin lavar.....	103
Tabla 15. Resultados de los gramajes	104
Tabla 16. Resultados de las estructuras de los tejidos de poliéster.....	106
Tabla 17. Resultados de los Tejidos de Algodón lavados y sin lavar.....	107
Tabla 18. Resultados de los Equipos	108
Tabla 19. Resultados de los gramajes	109
Tabla 20. Resultados de las estructuras de los tejidos de Poliéster /algodón	110
Tabla 21. Tiempos en el Random Tumble Pilling	111
Tabla 22. Tiempos en el Martindale	112
Tabla 23. Resultados de tiempo en horas.....	113
Tabla 24. Costo con RTP	115
Tabla 25. Costo con Martindale.....	116
Tabla 26. Análisis Comparativo del Estudio	117

CAPÍTULO I

1. TEJIDOS DE PUNTO

Es un proceso de fabricación de telas en que se utilizan agujas para formar una serie de mallas entrelazadas a partir de uno o más hilos, o bien, de un conjunto de hilos(Sanginés, 2002). Algunas de las características principales de los tejidos de punto son:

- Es un tejido móvil y elástico, que se adapta fácilmente al movimiento del cuerpo y tiene facilidad de perder las arrugas.
- Su apariencia porosa, menos opaca y con más espacios abiertos entre los hilos dejan penetrar el aire.
- Su inconveniente principal es que son tejidos menos estables en el uso y conservación, ya que muchos se encogen más del 5% a menos que hayan sido termofijadas.
- Son tejidos muy versátiles, ya que las telas varían desde muy livianas a pesadas, con tejidos lisos hasta de fantasía, utilizándolos en una gran variedad de usos.
- Con respecto a la economía, los patrones de diseño pueden cambiar rápidamente de acuerdo a las necesidades de la moda, el proceso de elaboración es menos costoso, pero se ve afectado por el alto costo de la materia prima(Sanginés, 2002).

Y según la técnica o método que se use para tejer, se divide en (Gavilan, 2015):

- Por Trama.- Las mallas se forman horizontalmente, uniéndose una al lado de otra en la misma pasada, y es un tejido que se puede destejer fácilmente.
- Por Urdimbre.- Las mallas se forman verticalmente, uniéndose entre sí en pasadas adyacentes y es un tejido difícil de destejer.

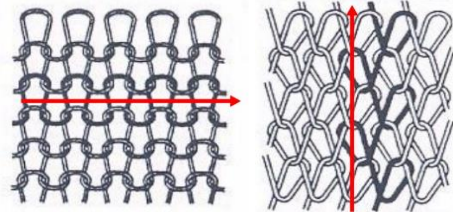


Figura 1.Tejido de Punto Por trama (izquierda) Por urdimbre (derecha)

Fuente.(Gavilan, 2015)

En esta investigación nos referiremos exclusivamente, a la técnica por trama ya que es la que se emplea en Confecciones Recreativas Fibran en la mayoría de su producción.

1.1. Estructuras

Dependiendo de la forma en que se construyen las mallas, las estructuras pueden recibir los siguientes nombres (Sanginés, 2002):

- Malla Tejida.- El gancho de la aguja agarra el hilo, y lo suelta en cada pasada.
- Malla Cargada o Recogida.- El gancho de la aguja recibe un nuevo hilo, pero no suelta la malla anterior y los hilos acumulados se tejen en la siguiente pasada.
- Malla no tejida o Basta.- Se produce cuando la aguja no trabaja, es decir no agarra el hilo, y éste pasa por las agujas que realizan el tejido.

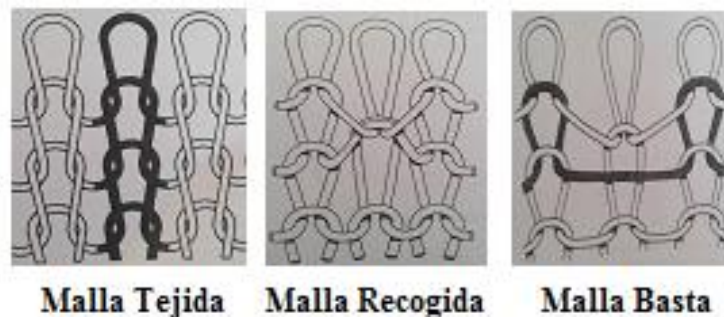


Figura 2. Estructura de Mallas

Fuente. (Sanginés, 2002)

1.2. Ligamentos

Es la manera de entrecruzarse los hilos para formar un tejido determinado, es decir, un dibujo de mallas y columnas. A continuación se detalla los principales ligamentos realizados en Confecciones Recreativas Fibras:

- **Jersey.** Se lo considera el ligamento clásico, el más sencillo y la base para la mayoría de los tejidos de punto de una sola cara, por el derecho tiene una apariencia liza y por el revés tiene una apariencia granulada, “purl” es el nombre designado para llamar el tipo de tejido que se encuentra por el revés de la tela.



Figura 3. Tejido Jersey

Fuente.(Mejía, 2015)

- **Rib o Punto Liso.** El canal se hace con un punto por derecho y un punto por revés en la misma pasada, obteniendo la misma apariencia por ambos lados. Este tejido estira el doble que el jersey sencillo a lo ancho esto permite tener una buena elasticidad y una mejor recuperación transversal, y pueden elaborarse en varias combinaciones (1x1, 2x1, 2x2, 2x3, 3x3, principalmente) (Mejía, 2015).

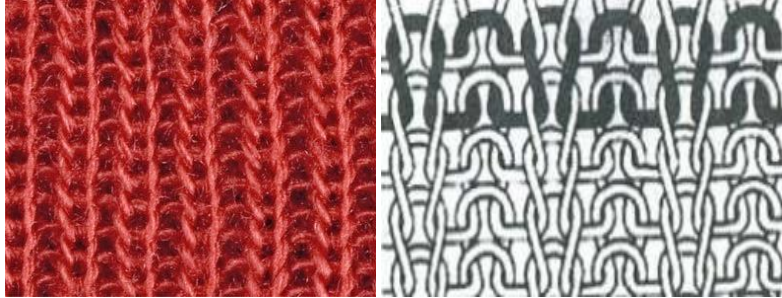


Figura 4. Tejido Rib o Punto Liso

Fuente. (Mejía, 2015)

- **Interlock.** La estructura del tejido tiene mallas tanto por el derecho como por el revés por lo que posee la misma apariencia en las dos caras, yes más gruesa que una de punto sencillo, pues una tela de doble punto se puede considerar como dos telas de punto sencillo colocadas una sobre otra, además resulta más estable y firme que el tejido jersey, solo se pueden destejer por la última pasada tejida y no se enroscan en los orillos y tienen la misma elasticidad en ambos sentidos (Mejía, 2015).

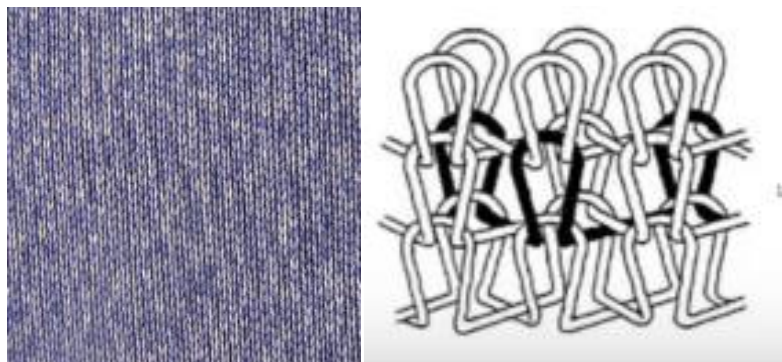


Figura 5. Tejido Interlock

Fuente. (Mejía, 2015)

- **Piqué.** Generalmente por el derecho de la tela se observa un panal, nido de abejas o rombos. Son tejidos lisos que corresponden a variaciones del interlock, es decir, se combinan mallas simples con mallas cargadas, formando relieves (Mejía, 2015).



Figura 6. Tejido Piqué

Fuente. (Carrera, 2015)

- **Franela.** Es un tejido de punto pesado se utiliza generalmente en invierno en prendas deportivas, sweters. El derecho tiene la apariencia de un jersey y el revés tiene un rizo que puede ser sin perchar o perchado (Mejía, 2015).
 - ✓ Franela sin perchar: También se le conoce con el nombre de “french terry” tiene una apariencia más liviana que la franela perchada. No tiene pelusa por el revés sino hilos frontales. La franela se usa generalmente para ropa deportiva, buzos.
 - ✓ Franela perchada: Por el derecho parece un jersey y por el revés tiene un aspecto liso y suave con pelusa como la piel de melocotón.



Figura 7. Franela sin perchar (izquierda) y perchada (derecha)

Fuente. (emaze.com)

1.3. Tejidos a Analizar

La variable a tener en cuenta en un tejido es el peso o gramaje, que afecta a lo calurosa o fresca que será la prenda final pero que en ningún caso tiene que ver con la calidad del tejido.

1.3.1. Algodón 100%

Según (Ambrona, 2015), dentro de los tejidos 100% algodón, podemos distinguir tres tipos de hilos y varias técnicas de tejerlos, que le aportan mayor o menor calidad. Los más utilizados son los siguientes:

- **Algodón Cardado:** Se forma con fibras largas y cortas de tamaños y diámetros muy diferentes, dando como resultado un hilo grueso y basto con muchas fibras sueltas que entorpecen y privan de definición al sistema de impresión.

- **Algodón Semi-Peinado:** Este se compone de fibras largas pero que siguen presentando ciertas irregularidades, el hilo se somete a un proceso de limpieza que elimina algunas de las fibras sueltas. El resultado es un hilo fino y suave pero que todavía contiene fibras sueltas, aunque ofrece una buena superficie de impresión.

- **Algodón Peinado:** Es el hilo de mejor calidad que se puede obtener del algodón. Para su fabricación sólo se utilizan fibras cortas muy regulares, obteniendo un hilo fino, suave y muy resistente que apenas contiene fibras sueltas, ofreciendo prestaciones muy buenas tanto de resistencia, comodidad e impresión.



Figura 8. Tipos de Hilos de Algodón

Fuente. (Ambrona, 2015)

Sus principales características son (Monterrubbio, 2014):

1. Absorción de la humedad
2. Transpirabilidad
3. Confort
4. No genera electricidad estática
5. Aislante
6. Lavable a 30 y 40° en la lavadora
7. Encoge a temperatura mayor de 40° (a no ser que lleve un tratamiento de pre-encogido)
8. Admite tinte, pero si no es reactivo suele perderse con la exposición al sol y los lavados
9. Se arruga con el lavado, pero se plancha fácilmente
10. El tejido admite el uso de lejía, pero el color no

1.3.2 Poliéster 100%

Tejido obtenido del petróleo, de uso muy extendido para la confección de ropa técnica deportiva. Dependiendo del hilo y la técnica de tejer, se obtienen desde tejidos bastos, incluso desagradables, hasta tejidos muy suaves y agradables con cualidades elásticas, de rápido secado y resistentes al desgaste y la decoloración (Ambrona, 2015), sus principales características son:

*Suelen ser tejidos económicos

*Poco peso y resistentes

* Sensación de sequedad al tocarla

*Baja transpirabilidad

*Admite tintes y productos químicos

*Repele las manchas, en especial de aceites y grasas

*No se deforma, ni se estira ni se encoge

*Fácil de lavar y admite secadora

*No se arruga

*Resiste a la decoloración

*Tendencia al pilling (hace bolitas) fácilmente

*Apariencia brillante

*Puede producir alergias o irritaciones en la piel

*Adquiere electricidad estática

1.3.3 Poliéster/Algodón 65/35%

Añadir poliéster al algodón, dota al tejido de mayor resistencia al desgaste y decoloración, y aporta suavidad, brillo y elasticidad. También se disminuye la tendencia del algodón a arrugarse fácilmente y es la manera más sencilla de conseguir tejidos de apariencia jaspeada. Esta mezcla tiene el inconveniente de fibrilar formando bolitas si el algodón utilizado en la mezcla no es de buena calidad. Disponible en gramajes ligeros y medios (150-180 grs./m²), es un tejido a tener en cuenta para ropa laboral (Ambrona, 2015).

En la mayoría de las prendas, se utiliza una mezcla de poliéster-algodón para conseguir las ventajas de ambas fibras. Habitualmente, en porcentajes de 65-35 ó 70-30. Casi toda la ropa de trabajo se realiza en mezcla de poliéster-algodón: pantalones multibolsillos, camisas, chalecos, etc. (Monterrubio, 2014).

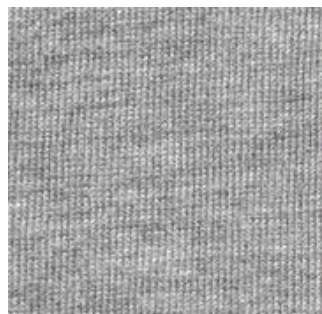


Figura 9. Tejido Pes/Co Jaspeado

Fuente. (Ambrona, 2015)

CAPITULO II

2. CONTROL DE CALIDAD

2.1. Concepto

Son las técnicas y actividades de operación que se usan para cumplir los requisitos de calidad, una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo de la calidad y satisfacción de los clientes externos e internos mediante el desarrollo permanente de la calidad del producto y sus servicios (Fernandez, 2009), cuyas ventajas son:

- ✓ Es alcanzable si existe la decisión del más alto nivel.
- ✓ Mejora la relación del recurso humano con la dirección.
- ✓ Reduce los costos aumentando la productividad.

Es muy importante la calidad, ya que la empresa desea alcanzar el éxito, para ello debe cimentarse en su concepto, y funcionará solo si existe un complemento entre, los trabajadores, los proveedores y los clientes (Fernandez, 2009).

2.2. Normas de Control de Calidad

La normalización son las técnicas y actividades de operación que se usan para cumplir los requisitos de calidad, y que según (Fernandez, 2009):

- ✓ Aporta soluciones para problemas repetitivos, plasmadas en un documento, norma o estándar, resultado de un consenso y aprobado por un organismo nacional o internacional.
- ✓ Provee medios para evaluar un sistema complementario y, de esta manera, llegar a un producto de mejor calidad.
- ✓ Ayuda a la comunicación con suministradores y clientes de otros países.

Y Según (Placencia, 2015):

- ✓ Unifica criterios de calidad para ser aplicados como un modelo único.
- ✓ Van dirigidas mayormente a la documentación de procesos e informes de control
- ✓ Busca que las empresas compitan en un mundo globalizado.

2.2.1. Niveles de Normas

Las normas, proporcionan el conocimiento de métodos diseñados específicamente para las pruebas que se pueden hacer sobre todo tipo de material industrial existente, por esa razón cuentan con distintos apartados especialmente diseñados para cada material, según sea el oficio y la labor de cada industria (Moscoso, 2013).

En la industria Textil, las pruebas dependen del tipo de tela y de las exigencias de calidad de cada país, por ejemplo, se pueden realizar análisis microscópicos de la construcción de los tejidos, análisis químicos del nivel alérgico, análisis de colorimetría con Espectrofotómetro y muchos más.

El laboratorio de Control de Calidad textil, debe tener la capacidad de realizar una gran variedad de pruebas y estudios sobre sus telas (Moscoso, 2013). Para ello pueden regirse por alguna o algunas de las siguientes normas:

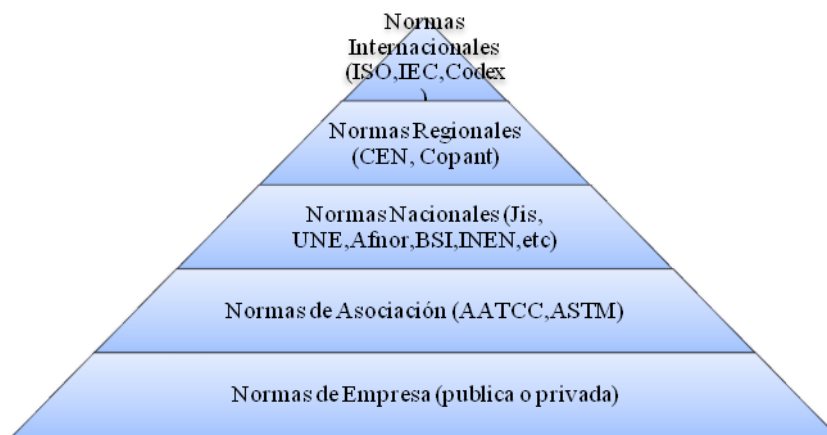


Figura 10. Niveles de Normas

Fuente. (Fernandez, 2009)

ISO: International Organization for Standardization

IEC: International Electrotechnical Commission

CEN: Comité Europeo de Normalización

COPANT: Comisión Panamericana de Normas Técnicas

BSI: British Standards Institution

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización

ASTM: American Society for Testing and Materials

AATCC: American Association of Textile Chemists and colorists

DIN: Deutsche Industrie Normen

JIS: Japan Industry Standard

MTL: Merchandise Testing Laboratories

NFG: Association Francaise de Normalisation

SANS: South African Bureau of Standards

GB/T: Chinese Standard.

EN: AEN/CTN 40 - Industrias Textiles

2.3. Control de Calidad de Telas Terminadas

Es la última etapa en la producción de las telas, si sólo se controla las variables más importantes en la materia de entrada y en el proceso, muchas de las propiedades del artículo terminado quedan automáticamente dentro de los límites de control normal.

Según (Fernandez, 2009), entre uno de los requisitos del sistema de calidad ISO, se encuentra la Inspección y Ensayos:

- De recepción.- Los productos recibidos no deberán ser usados o procesados antes de que se haya verificado que cumplan con los requisitos especificados.
- Durante el proceso de producción y finales.- se lo realiza en los puntos definidos por el plan de calidad y no debe ser liberado, hasta que no se haya verificado su aptitud, puede ser manual o automática realizada con medios y equipos adecuados.

Se deben conservar los registros de inspección, que sirven no solo de evidencia objetiva sino también como un análisis histórico de la producción.

El control se debe realizar en todo el proceso desde las materias primas hasta el producto terminado, pero en ésta investigación nos centraremos en el control de calidad respecto a la inspección y ensayos de las telas terminadas.

Para determinar si la tela es apropiada para el siguiente proceso de Corte y Confección, la tela debe cumplir dos aspectos “Aprobados”, que son:

- La inspección visual del tejido acabado
- Ensayos de Laboratorio

2.3.2. Inspección Visual del Tejido Acabado.

Según (Silvia Barreto, (s.f.)) se lo realiza bajo ciertas condiciones de ubicación de iluminación especificada por la norma, dónde se constata: ancho, color-tono, tacto, pre-distorsión, ondulaciones, diferencia de tono a lo largo y ancho, se separan fallas graves, tipo y frecuencia de las fallas, y se asigna un valor de calidad en función de su puntaje, el cual resulta de la aplicación de un sistema llamado de “4puntos”, que consiste en asignar puntos a los defectos en función de su tamaño como se indica a continuación:

- 1 punto: hasta 3”, 7.5cm
- 2 puntos: de 3”, 7.5cm hasta 6”, 15cm
- 3puntos: de 6”, 15cm hasta 9”, 23cm
- 4puntos: más de 9”, 23cm

Se contabilizan los puntos de cada pieza, para así calcular su valor de puntos/100 metro cuadrado, y según el resultado se toma la decisión de su Aprobación o Rechazo, sea del rollo o del lote.

2.3.3. Ensayos de Laboratorio.

Es habitual para cada tipo de tela, fijar una serie de ensayos y sus correspondientes valores, para así establecer su calidad a través del tiempo. Cada ensayo no representa en sí, una simulación exacta de los esfuerzos a los que será sometida la tela, sino que trata de verificar un comportamiento frente a un tipo de exigencia física o química (Carrera, 2015).

Los ensayos que tienen mayor demanda a nivel mundial y los más empleados en la empresa Fibran, se basan en las normas establecidas por la ASTM y AATCC, cuyos métodos aplicados son los requeridos por el cliente y se comparan con estándares establecidos de acuerdo su uso final.

Para realizar los ensayos, es importante que el laboratorio de Control de Calidad esté ambientado con los parámetros estandarizados internacionalmente, que son: $21^{\circ}\text{C} \pm 1$ y $65\% \text{HR} \pm 2$ (Moscoso, 2013).

Los ensayos descritos a continuación, son algunos de los ensayos más importantes que se deben realizar a los tejidos terminados, no obstante, cabe resaltar que no todos los que se describen son realizados en la empresa Fibran, pero si la mayoría de ellos.

2.1.1.1 Ensayos Físicos. También reciben el nombre de pruebas de durabilidad o mecánicas y de características, estas examinan la habilidad del textil de retener su integridad física bajo

condiciones de una fuerza, presión o esfuerzo dado en un determinado tiempo, al igual que el análisis de la construcción del textil (Cuéllar, 2011). Entre las principales se detallan a continuación:

1. Determinación del Ancho

Métodos relacionados: ASTM D 3774, AS 2001.2.12, BS 1930, ISO 3932, ISO 5025, JIS L 1018/1096, AS 1587, CAN 2-4.2-M77 Método 4.

Se usa para determinar el ancho de las telas, que es la distancia a lo largo de la dirección de la trama, es decir, de un orillo a otro. Se coloca la pieza sobre una mesa plana, libre de tensión y arrugas. Y sirve para determinar el más apropiado para el trazo y corte de prendas, evitando desperdicios (Mejía, 2015).



Figura 11. Herramienta para Medir el ancho (cinta métrica)

Fuente. (google.com/imágenes)

2. Determinación del Peso (ASTM D3776)

Métodos relacionados: ASTM D3776, BS 2471, ISO 3801, DIN 53854, JIS L 1018 / 1096, AS 1587, CAN 2-4.2-M77 Método 5.A, IWS 13.

Es la masa por unidad de área (g/m^2), y es importante su control ya que está relacionado con el costo y el precio de venta, además de dar un indicio del uso final. Este método se aplica a cualquier clase de tejido. La muestra a evaluar de por lo menos 1 m^2 se acondiciona en una zona determinada y se pesa para calcular la masa por unidad de área. Si la muestra proviene de un rollo, esta debe

sacarse de por lo menos 2 metros antes del final del rollo. Si la muestra se toma de un lote con varios rollos, se debe cortar de cualquier rollo elegido al azar (Mejía, 2015).



Figura 12. Herramientas para el control del Peso (Cutter: izquierda y Balanza: derecha)

Fuente. (sdlatlas.com)

3. Resistencia al Pilling

Métodos relacionados: ASTM-D4970, ASTM D3512, ISO 12945-2, DIN 53 865, IWS TM 196, AS 2687

Sirve para evaluar la resistencia de los tejidos a la formación de bolas de fibras enredadas que se adhieren a la superficie del tejido. La cantidad de pilling que aparece en un tejido, varía con las condiciones generales de uso, por lo tanto las prendas producidas con una tela que haya presentado pilling durante la prueba, tarde o temprano presentarán una amplia gama de pilling durante el transcurso de su vida útil, imitando las muestras que se analizaron en el laboratorio. Puede simularse con una acción de la tela contra un corcho abrasivo y fibras de algodón gris en una cámara, o por la fricción de dos muestras del mismo tejido. Se evalúa con fotografías estándar de 1(severo) a 5(sin pilling) (Mejía, 2015).



Figura 13. Equipos para Ensayar el Pilling (Izq: Random Tumble Pilling. Cen: Martindale. Der: ICI)

Fuente. (sdlatlas.com)

4. Resistencia a la Abrasión

Métodos relacionados: AATCC Método 119-120, ASTM D 3885, ASTM D 3884, ASTM D 3886, JIS L 1018/1096

Determina el grado de desgaste que sufre la tela por su rozamiento (fricción) contra una superficie, la máquina para el ensayo, dispone de unos platos sobre los cuales se colocan varias muestras de la misma tela y sobre la tela actúan una serie de discos con distintos grados de abrasión, estos realizan un movimiento oscilo rotatorio conocido como figura de Lissajous, las muestras de tela son continuamente analizadas para determinar cuándo se genera el desgaste o la rotura de la fibra, pudiendo determinar el número de ciclos resistentes, cuanto más alto es el número de ciclos más resistente a la abrasión es la tela. El ensayo termina cuando se ha roto 2 o 3 hilos del tejido (Mejía, 2015).



Figura 14. Equipo para determinar la Abrasión (Martindale)

Fuente. (sdlatlas.com)

5. Conteo de Hilos

Métodos relacionados para tejido de Punto: ASTM D3887, BS 5441, JIS L 1018, AS 2001.2.6, CAN 2-4.2-M77 Método 7.

Sirve para medir la densidad del tejido, verificar la apariencia que se desea y determinar el consumo del hilo establecido. El número de agujas empleadas en la máquina tejedora y la tensión que se haya aplicado durante el proceso de acabado influenciarán directamente en el aspecto y el peso final de la tela (Mejía, 2015).



Figura 15. Herramientas para Contar los Hilos

Fuente. (google.com)

6. Solidez a la luz (AATCC 16)

Métodos relacionados: AATCC 16, ASTM D-2053, CAN 2-4, 2-M77 Método 18.3, BS 1006 B02, DIN 54004, ISO 105 B02, JIS L 0843, IWS TM 5.

Para determinar la resistencia a la decoloración ante la exposición a la luz, que todo teñido tarde o temprano sufrirá. Mediante equipos de envejecimiento acelerado utilizando lámparas de radiación UV fluorescentes o lámparas de arco Xenón. El tipo de lámpara, las condiciones del ensayo y el tiempo de exposición dependen del tipo de material a evaluar y los requisitos de adecuación a uso. La solidez de la luz se mide en una escala del 1 al 8 (Mejía, 2015).



Figura 16. Equipo para el ensayo de solidez a la luz (Weather omerter).

Fuente. (sdlatlas.com)

7. Resistencia al desgarro

Métodos relacionados: ASTM D 1424, GB/T 3917.1, EN ISO 13937-1, ISO 4674-2, M&S P29, NEXT 17, AS 2001.2.8, BIS IS 6489-1, CAN/CGSB 4.2

Determina ciertas propiedades mecánicas de los textiles como el desgarro, utilizando aparatos de péndulo. El método prescribe la medición de la fuerza o energía medias necesarias para proseguir el desgarro, iniciado por un corte en el tejido. No se aplica a tejidos de punto ni que lleven spandex,

ni fieltros o telas no tejidas, solo a los tejidos planos. La fuerza media o energía requerida para prolongar el desgarro de un corte patrón viene determinada por la medición de la energía consumida en el desgarro completo de una longitud fija (Carrera, 2015).



Figura 17. Equipo para determinar la resistencia al desgarro (Helma Tear)

Fuente. (james-heal.co.uk)

8. Resistencia a la Rotura

Métodos relacionados: ASTM D5034, ASTM D5035, EN ISO 13934-1, EN ISO 13934-2, EN ISO 1421, GB/T 3923.1, GB/T 3923.2, ISO 3376 (IUP 6), ISO 5081, ISO 5082, ISO 9073-3, JIS L1096.

Se utiliza para someter a algunos materiales, entre ellos los tejidos, a esfuerzos de estiramiento para determinar su resistencia y la deformación del material hasta el punto de su rotura, para la realización del ensayo se cortará muestras en sentido de trama y urdimbre y no deben contener los mismos hilos y/o pasadas. Se sujetan las muestras a las mordazas del dinamómetro, una a la vez, y se da inicio a la prueba. Una mordaza se queda estática mientras la otra sube lentamente hasta que se presente la rotura. El sistema computarizado de la máquina, registra en Newton la fuerza requerida para hacer romper la tela (Mejía, 2015).



Figura 18. Equipo para la Resistencia a la rotura (Dinamómetro)

Fuente. Izq(Carrera, 2015), Der: (Carrera, 2015)

9. Recuperación de Pliegue

Métodos relacionados: AATCC 66, EN 22313, ISO 2313, M&S P22.

Para determinar la capacidad de los tejidos para volver a su posición original después de ser sometidos a un pliegue o dobles. Una muestra de ensayo se dobla y comprime en condiciones controladas de tiempo y fuerza para crear un pliegue, luego la muestra se suspende en el probador de pliegue por un tiempo controlado para su recuperación, su medida se especifica en términos de ángulo de recuperación (Carrera, 2015).



Figura 19. Probador de Pliegue

Fuente. (james-heal.co.uk)

10. Recuperación de Arrugas

Métodos relacionados: AATCC 128, ENKA 3061, ISO 9867, M&S P123

Para determinar el aspecto de los tejidos textiles después de inducirlos a arrugas, se lo utiliza en cualquier tipo de tejidos, y se basa en colocar los tejidos en un dispositivo de formación de arrugas, bajo una carga predeterminada y por un período de tiempo prescrito, Luego se reacondiciona la muestra por un tiempo y se evalúa según patrones de referencia 3-dimensiones (Carrera, 2015).



Figura 20. Probador de Arrugas

Fuente. (james-heal.co.uk)

2.3.1.2 Ensayos Químicos.- Examinan los acabados de los tejidos por medio de reacciones químicas, ya sean: teñidos, fibras, composiciones, compuestos, análisis de pH, cambios y pérdidas de color (Cuéllar, 2011).

1. Solidez al Lavado Doméstico

Métodos relacionados: AATCC 150, AATCC 61, BS 1006 C01-03 & CO6, DIN 54010, DIN 54017, ISO 105 C01-C04, C06, JIS L 0844, CAN 2-4.2-M77, AAATCC 135, AATCC 150, BS 4923, ISO 6330, JIS L 1018, JIS L 0217.

El propósito de esta prueba es tener una estimación del grado de pérdida de un color o manchas, se evalúa la solidez del color al lavado doméstico, bajo una acción abrasiva por la fricción contra

el vaso, baja relación de baño, impacto con bolas de acero, temperatura del baño y detergente específico. Se aproxima a 5 lavados a mano, caseros o comerciales (Mejía, 2015).



Figura 21. Launder-Ometer

Fuente. sdatlas.com

2. Solidez al Frote

Métodos relacionados: AATCC 8, AATCC 116, BS 1006 x 12, DIN 54021, ISO 105 X 12, JIS L 0849, CAN 2.4.2-M77 Método 22, AS2001, 4.3, IWS TM 165, M&S C8.

La solidez de un tejido contra el frote se define como la resistencia al desgaste y a las manchas ocasionadas por otros textiles como resultado del contacto entre éstos durante el uso. Se mide la cantidad de pérdida de color que tiene una tela en especial, cuando se somete a fricción. Mediante una tela especial color blanco, se mide el grado de colorante que ha desprendido la tela de ensayo, se evalúa en seco y/o en húmedo y puede ser analizado en una tabla cromática, que proporciona los resultados finales. Se evalúa con escala de grises de Cambio y Transferencia de color (Mejía, 2015).



Figura 22. Equipo para la solidez al frote (Crock meter)

Fuente. (sdlatlas.com)

3. Solidez a la Transpiración

Métodos relacionados: AATCC 15, AS 2687, BS 1006 E04, DIN 54020, ISO 105 E04, JIS 0848, AS2001.4.17, CAN 2-4.2 M77 método 19.1, IWS TM 174 y TM 175

Destinado a determinar la resistencia del color de los textiles ante el efecto de la transpiración ácido y alcalino. La decoloración se focaliza en ciertos puntos del cuerpo humano: bajo el brazo, a lo largo de la espalda, alrededor del cuello y el área de la cintura. El ensayo Consiste en remojar cierto tiempo el tejido adherido a otro de multifibra en una solución que simula la transpiración y luego sometido a una presión mecánica y secado lentamente en un horno a cierta temperatura. Se evalúa con escala de grises de Cambio y Transferencia de color(Mejía, 2015)



Figura 23. Equipo para la solidez a la transpiración (Perspiro meter)

Fuente. (sdlatlas.com)

4. Solidez al Agua

Métodos relacionados: AATCC 107, AATCC 163, BS 1006 E01, DIN 54005 & ISO 105 e01, JIS 10846, can 2-4.2-m77, Método 20, AS 2001.4.8, IWS TM 6.

Sirve para determinar si ocurre alguna transferencia de color cuando la tela es expuesta a la humedad y a los efectos del agua, y su principio consiste en remojar el tejido adherido a otro de multifibra en agua destilada bajo condiciones de temperatura y tiempo y luego sometido a una presión en el perspirómetro y secado en un horno a cierto tiempo y temperatura. Se evalúa con escala de grises de Cambio y Transferencia de color.(Mejía, 2015). Se usa el mismo perspirómetro (véase la fig.23)

5. Estabilidad Dimensional

Métodos relacionados: AATCC 135, AATCC 150, BS 4923, ISO 6330, JIS L 1018, JIS L 0217, ISO 10528, IWS TM31

Para determinar los cambios de dimensión (estiramiento o encogimiento) luego de ser sometidas a procedimientos de lavado y secado en casa, se cortan espécimen cuadradas de dimensiones determinadas, se realizan 3 pares de marcas patrón medidos antes y después del ensayo, junto con tejidos lastre se someten a lavar y secar según indique la norma, al finalizar se vuelve a medir las marcas, y se obtiene un porcentaje de encogimiento o estiramiento (Carrera, 2015).



Figura 24. Equipos para la Estabilidad Dimensional (Lavadora y Secadora)

Fuente. (google.com)

6. Torque o Espirabilidad (AATCC 179)

Métodos relacionados: AATCC 179, ASTM D3882

Las espirales son una deformación común (sesgado) de la estructura del tejido debido al torcimiento del hilo dentro del tejido, de modo tal que las líneas verticales de la urdimbre ya no están en ángulo recto con las líneas horizontales de la trama. Para determinar los cambios dimensionales en sesgo que se forman luego de que las telas son sujetas a condiciones de lavado y secado (Mejía, 2015). Se usan los mismos equipos para el cambio dimensional (vea la fig. 15)

7. Resistencia al Mojado (AATCC 22)

Determina la repelencia o resistencia al mojado externo de los tejidos, se aplica a todos los tejidos, especialmente a los que llevan el acabado impermeable o hidrófugo.

Consiste en verter sobre un tejido colocado con una inclinación de 45°, con determinada cantidad de agua en forma de lluvia, por determinado tiempo y los resultados se comparan con fotografías normalizadas (Carrera, 2015).

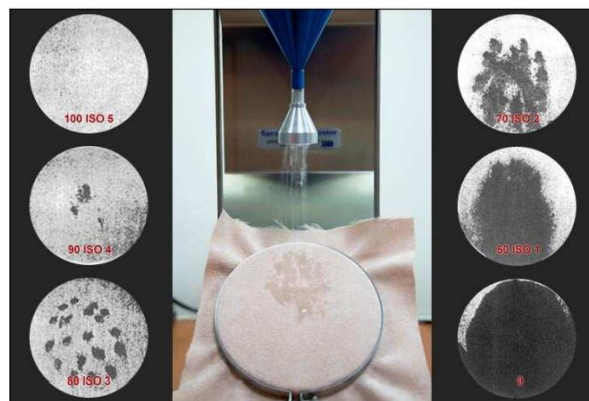


Figura 25.Spray de Repelencia y patrones de referencia estándar.

Fuente. (Carrera, 2015)

CAPITULO III

3. EL PILLING EN LOS TEXTILES

3.1 El Pilling

3.1.1 Definición.

Es un fenómeno que se presenta en los tejidos y se manifiesta sobre su superficie en forma de unas bolitas enmarañadas, dando al tejido un aspecto de envejecido o de uso prolongado, que se produce especialmente en tejidos que contienen fibras sintéticas de fibra corta, y que son de estructuras abiertas como los géneros de punto (Solé, 2014).

El pilling se produce como consecuencia del proceso físico-mecánico a que se someten las prendas confeccionadas durante su uso, en especial como consecuencia del rozamiento de determinadas zonas del tejido consigo mismo y/o con elementos externos. Estas fibras enmarañadas de dimensiones variables, quedan retenidas en la superficie del tejido, dándole un aspecto estético desagradable (Carrera, 2015).

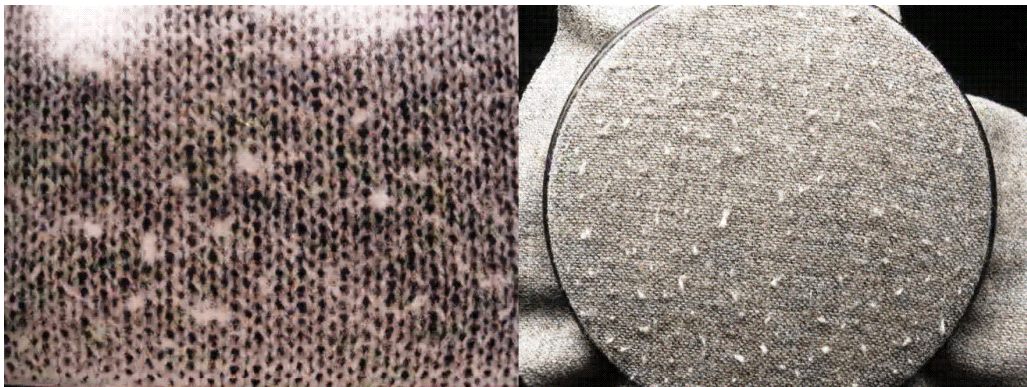


Figura 26. Tejidos con Pilling

Fuente: google.com

3.1.2 Secuencia del Crecimiento del Pilling

El pilling es causado por la acción de frotar y / o presionar por agentes externos, junto con la fricción que se produce entre las fibras. En términos generales, el frotamiento provoca que las fibras se liberen del tejido y lleguen a la superficie donde se enredan con otras formando nudos que se convierten en pills a medida que crecen (Carrera, 2015).

Los pills 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 (típico de algunas fibras de poliéster y poliamida) (Carrera, 2015). El pilling se desarrolla de la siguiente manera:

1. Aparición de las primeras fibras superficiales.
2. Aumento del número de fibras sueltas
3. Las fibras empiezan a unirse y enredarse.
4. Las fibras empiezan apelotonarse.
5. Se rompen las fibras y pasan al interior de la bolita que va adquiriendo forma esférica.
6. Se forma la bolita que se sujeta al tejido a través de las fibras más largas.

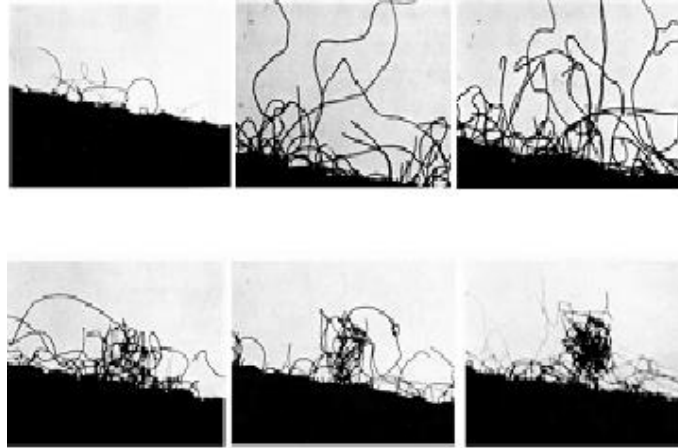


Figura 27. Secuencia de la formación del pilling

Fuente. (tapiceriacarrasco.com)

3.1.3 Parámetros que Influyen a la Formación

Según (Solé, 2014) 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
- Parámetros que afectan al hilo
- Parámetros que afectan al tejido
- Parámetros que afectan a la tintura y a los acabados.

Fibras textiles. Analizaremos los principales parámetros de las fibras, y cómo afectan éstos a la formación de pilling.

1) Naturaleza de la Fibra.- Las fibras sintéticas tienen una mayor capacidad de formación de pilling, que las fibras naturales, por su mayor resistencia y flexibilidad hace que no se rompan y no se desprendan del tejido, quedando adheridas al mismo (Solé, 2014).

Las bolitas que se forman sobre la lana y las fibras celulósicas se eliminan pronto por abrasión durante el uso debido a la resistencia relativamente baja de éstas fibras. En las fibras de poliéster de elevada resistencia, la superficie lisa de la fibra y su sección circular favorecen su afloramiento a la superficie del tejido. Las elevadas resistencias a la rotura, flexión y abrasión de las fibras de poliéster son en sí muy favorables ya que prolongan el uso de las prendas confeccionadas; por el contrario, impiden que las bolitas se desprendan del tejido durante el uso (Carrera, 2015).



Figura 28.Fibras en forma de floca

Fuente. (Solé, 2014)

2) Finura.- Cuanto más fina sea la fibra, mayor propensión tendrá a formar vellosidad en el hilo, ya que tendrá una mayor facilidad de migración a su superficie del mismo. También a mayor finura, más fibras por sección en el hilo, y por lo tanto mayor facilidad de formación de pilling en el producto final (Solé, 2014).



Figura 29. Fibra vista al microscopio

Fuente. (Solé, 2014)

- 3) **Rizado.**- A mayor rizado de la fibra, menor capacidad de migrar las fibras a la superficie del hilo o del tejido, y por lo tanto menor capacidad de formación de pilling. Ya que el rizado aumenta el coeficiente de fricción fibra-fibra, disminuyendo por tanto la formación de pilling (Solé, 2014).



Figura 30. Rizado de fibras en floca

Fuente. (Solé, 2014)

- 4) **Sección transversal.**-Las fibras con secciones transversales lisas y circulares favorecen la migración de las fibras al exterior de los hilos, y por lo tanto el pilling, mientras que las lobuladas, estrelladas, etc, dificultan la migración, ya que aumentan el coeficiente de fricción de fibra-fibra (Solé, 2014).

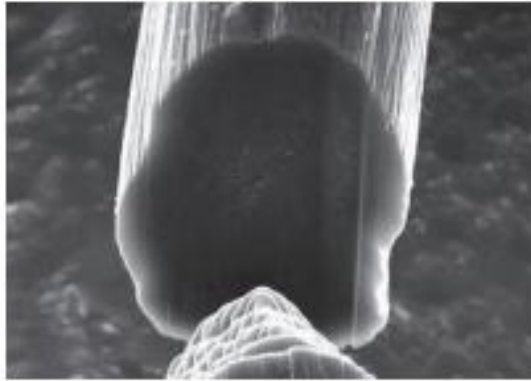


Figura 31. Sección transversal de una fibra sintética

Fuente. (Solé, 2014)

- 5) **Longitud.-** A menor longitud de fibra, mayor propensión a la formación de pilling, ya que tendrá mayor facilidad de migrar a la superficie del hilo, y por lo tanto del tejido (Solé, 2014). Y el pilling disminuye al aumentar la longitud de las fibras, dado que las fibras largas quedan más retenidas en el hilo y por ende menor migración a la superficie (Carrera, 2015).

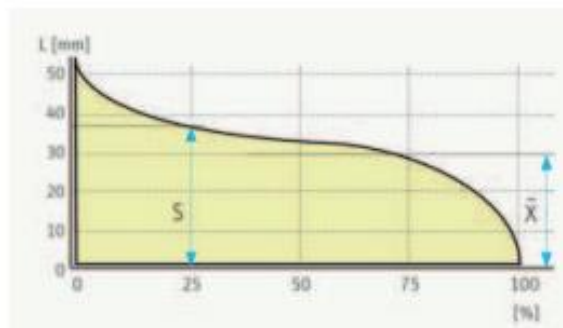


Figura 32. Diagrama de longitud de fibras de Algodón

Fuente. (Solé, 2014)

- 6) **Coefficiente de Rozamiento.-** A mayor coeficiente de rozamiento menor pilling, para ello se aplican resinas o aprestos antipilling que aumentan dicho coeficiente de rozamiento (Solé, 2014).

7) **Tenacidad.**- Es la resistencia específica de una fibra, y se mide en cN/Tex. A mayor tenacidad, es más difícil que se desprenda la bolita de pilling del tejido, ya que a la fibra le cuesta más romperse. Existen fibras de poliéster con valores de tenacidad más bajos, para favorecer la rotura de la fibra, y por lo tanto el desprendimiento de los pills de la superficie del tejido (Solé, 2014).

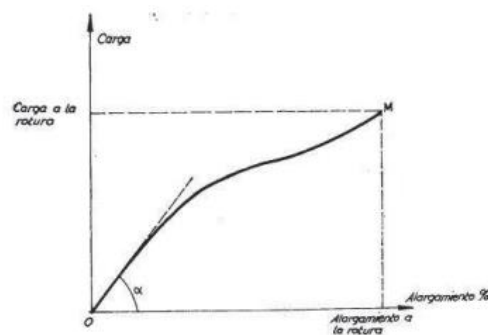


Figura 33. Curva carga alargamiento

Fuente. (Solé, 2014)

Los Hilos.- La estructura del hilo también influye sobre la propensión a la formación de pilling, a continuación se detallan los más importantes:

1) **Título.**- Si el hilo es más grueso, tendrá mayor número de fibras por sección te, y por lo tanto mayor capacidad de formación de pilling, ya que tiene mayor número de fibras sueltas (Solé, 2014).

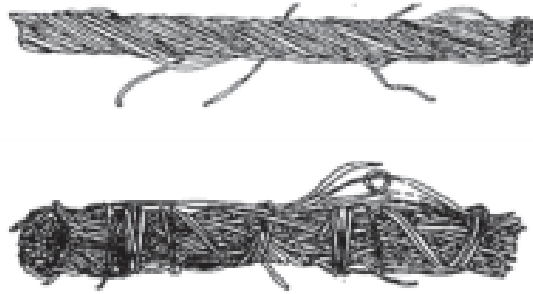


Figura 34. Estructura de un hilo convencional y uno open-end

Fuente. (Solé, 2014)

2) Torsión y Retorsión.- A mayor torsión del hilo, menor formación de pilling, ya que las fibras estarán más ligadas (Solé, 2014).

Existe, sin embargo un máximo por encima del cual el defecto no disminuye, pero en la práctica, este máximo no tiene valor comercial aceptable ya que el aumento de la torsión afecta negativamente al tacto de los tejidos (Carrera, 2015).

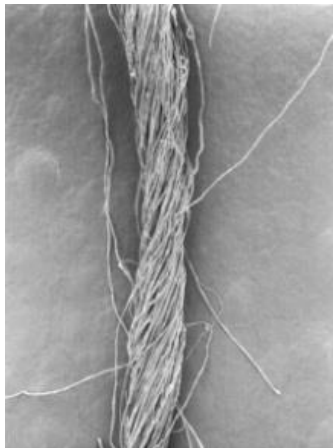


Figura 35. Hilo con torsión Z

Fuente. (operatextil.blogspot.com)

3) **Mezclas de fibras de diferente longitud.**- En una mezcla de fibras largas y cortas, las cortas tiene la tendencia a migrar a la superficie del hilo, y dar aspectos de vellosidad excesiva, y por tanto, el aspecto de envejecido prematuro (Solé, 2014).

4) **Mezclas de materias diferentes.**- Al mezclar fibras de finura y longitud, las más finas se quedarán en el interior, mientras de las más cortas y gruesas migrarán al exterior. Normalmente el pilling que se produce en una mezcla es superior al que se produciría en un tejido con materia 100% (Solé, 2014).



Figura 36. Hilo con fibras mezcladas

Fuente. (danidiazfranco.blogspot.com)

Los Tejidos.- En el caso de tejidos de punto, (Solé, 2014) afirmar que:

- A mayor relajación, más compacidad, y por lo tanto menor tendencia a la formación de pilling.
- A mayor longitud del hilo que forma la malla, mayor pilling, además hay que tener en cuenta que los hilos destinados a género de punto, tienen menor torsión que los destinados a tejidos de calada.

- A mayor gramaje (g/m^2), menor formación de pilling, y a mayor factor de cobertura, menor pilling, aquí influye la galga de la máquina que se relaciona directamente con el gramaje.
- Para evitar o minimizar la formación de pilling, los tejidos pueden someterse a una serie de tratamientos previos de preparación, como pueden ser los resumidos en la tabla 1.

Tabla 1. Procesos previos para evitar el pilling

Tratamiento	Objetivo
1) Termofijado	Fija la posición y torsión de las fibras, impidiendo que sobresalgan del conjunto.
2) Cepillado	Eliminar las fibras sueltas, y preparar la superficie por el chamuscado.
3) Chamuscado	Mediante quemado o carbonizado, elimina la vellosidad superficial.
4) Tundido	Cortar las fibras superficiales

Fuente. (Solé, 2014)

Los tejidos y Acabados.- En los procesos de ennoblecimiento finales, los tejidos van a estar sometidos a operaciones de tintura, aprestos y acabados, los cuales pueden tener una incidencia directa sobre la tendencia a la formación de pilling. Estas operaciones pueden ser las siguientes:

- 1) **Descrudado y Desencolado.-** La completa eliminación de ceras y lubricantes de las fibras e hilos, disminuirá la capacidad de formación de pilling, al no haber sustancias que contribuyan al deslizamiento de las fibras (Solé, 2014).



Figura 37. Tren de desencolado

Fuente. (Solé, 2014)

2) Tipo de Colorante y Proceso utilizado.- Los procesos de tintura largos y con alta fricción del tejido, es decir, los procesos en cuerda, tendrán una mayor tendencia a la formación de pilling, mientras que los procesos de tintura de jigger y autoclave, así como los procesos de tintura por impregnación (semi continuos y continuos) tendrá menor tendencia a la formación de pilling (Solé, 2014).

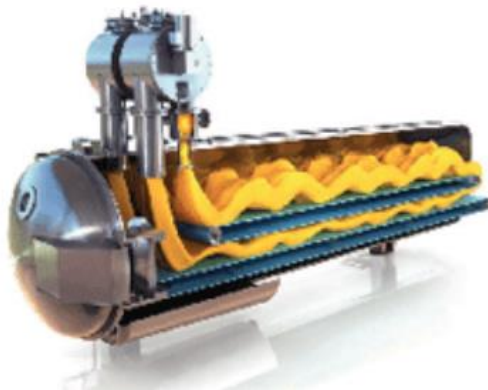


Figura 38. Overflow de tintura en cuerda

Fuente. (Solé, 2014)

- 3) **Termofijado.**- Debido a que tanto el vaporizado como el termofijado, fijan las fibras en una determinada posición de forma que se impide la migración al exterior del tejido (Solé, 2014).



Figura 39. Rama de termofijado de tejido

Fuente. (Solé, 2014)

- 4) **Suavizado.**- Estos productos disminuyen los coeficientes de fricción fibra-fibra, por lo que contribuyen a la formación de piling (Solé, 2014).
- 5) **Productos de apresto antipilling.**- Son productos en forma de resinas, 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 la formación de pilling.

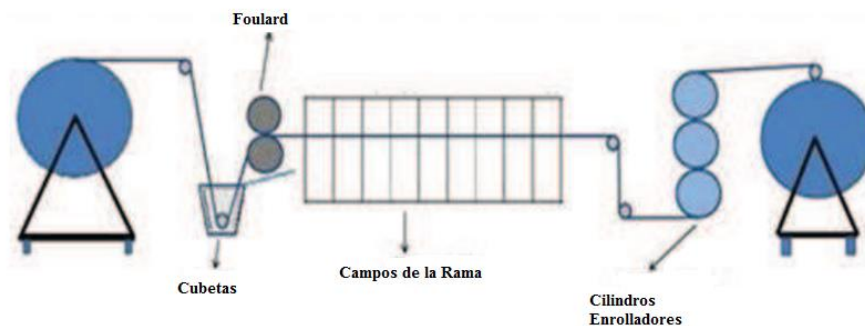


Figura 40. Esquema de aplicación de un apresto antipilling en Rama

Fuente. (Solé, 2014)

3.2 Equipos de Pruebas

3.2.1 Generalidades

Para simular el desgaste que sufren los tejidos durante su uso, existe una notable cantidad de equipos de laboratorio, la mayoría de ellos someten a las muestras de tejido a un rozamiento y desgaste acelerado ya sea con el propio tejido o bien con elementos externos. Dichos equipos pueden clasificarse en dos categorías o tipologías: (Carrera, 2015).

- a) **Método Contenedores:** Probablemente son los que mejor simulan el comportamiento real de un tejido durante su uso. Estos equipos utilizan diferentes contenedores que están recubiertos en su pared interna con superficies moderadamente abrasivas (habitualmente corcho). Las muestras se preparan de diferente manera y se introduce en los contenedores donde permanecen determinado tiempo, durante el cual rozan entre sí y con las paredes como consecuencia del giro de los contenedores a baja velocidad (60 revoluciones por minuto en el equipo ICI Pilling tester) o bien a alta velocidad (1.200 revoluciones por minuto en el Random Tumble Pilling Tester) (Carrera, 2015).
- b) **Método muestras planas y desgaste:** Las muestras de tejido se sitúan en una posición plana y entran en contacto con otro tejido o superficie situado en un plano paralelo, durante un determinado número de ciclos y la acción perpendicular de un peso, ambas superficies rozan entre sí, formando el pilling. El equipo más utilizado que utiliza este principio es el Martindale (Carrera, 2015).

En los dos principios de ensayo la evaluación de los resultados del ensayo pueden realizarse por:

- Comparando con patrones fotográficos que presentan distintos niveles de número de bolitas por unidad de superficie.

- Pesando la muestra a ensayar antes y después del ensayo para determinar la pérdida de fibras, si bien es poco utilizado.
- Evaluando la diferencia de la pérdida de color.

Uno de los problemas de la evaluación del pilling es que en cada tejido, la velocidad de aparición y caída de las bolitas puede ser distinto. Por lo tanto si el ensayo finaliza justo antes que las bolitas caigan, la superficie presentará un mal aspecto, pero si el ensayo finaliza justo cuando han caído, el aspecto del tejido será muy bueno. Por este motivo la evaluación por comparación con patrones fotográficos es ciertamente interesante pero la determinación de la variación del peso de las muestras puede ser un ensayo complementario de gran utilidad para entender la evolución del fenómeno estudiado (Carrera, 2015).

3.2.2. Random Tumble Pilling

El Random Tumble Pilling Tester ha sido durante mucho tiempo el estándar de la industria para determinar el pilling y fuzzing de todos los tipos de tela. Cumple con los requisitos para llevar a cabo el ensayo ASTM D 3512, Resistencia al Pilling y Otros Cambios Superficiales Relacionados de Tejidos. Produce resultados confiables que se correlacionan bien con el rendimiento final de un tejido (MANUAL SDL ATLAS).

Los especímenes o muestras de ensayo se hacen caer en la cámara de ensayo revestida de corcho mediante un par de impulsores de acero que giran a una velocidad constante de aproximadamente 1200rpm durante 30 minutos. Terminado el ensayo, los especímenes se retiran, se limpian ligeramente y se evalúan subjetivamente. Las telas sensibles desarrollarán los pills de la pelusa típicas del desgaste diario. Los usuarios también han encontrado una alta correlación cuantitativa

para la apariencia superficial, cambios en la apariencia, fuzzing y pérdida de color (MANUAL SDL ATLAS).

Antes de instalar o utilizar el instrumento, los operadores y técnicos de mantenimiento deben leer el manual de instrucciones del Probador de Pilling, ya que este contiene procedimientos operacionales y precauciones de seguridad, se debe colocar sobre una superficie lisa y nivelada, la sala debe estar bien ventilada con corrientes de aire mínimas y un bajo nivel de partículas en suspensión en el aire. No debe instalarse el equipo en un ambiente tóxico. El peso del Pilling Tester y el constante movimiento del motor requieren un espacio de trabajo robusto (MANUAL SDL ATLAS).

3.2.2.1. Partes del Equipo

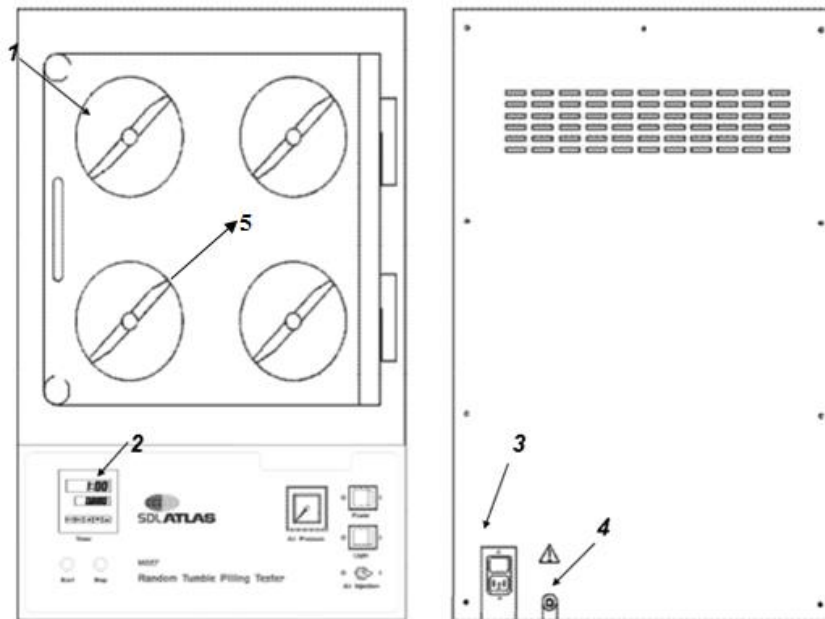


Figura 41. Partes del Random Tumble Pilling

Fuente. (MANUAL SDL ATLAS)

1. Puerta: El instrumento está equipado con un dispositivo de seguridad, si se abre la puerta durante una prueba, la prueba se detendrá.
2. Panel de control: El panel de control se utiliza para establecer la duración de la prueba, iniciar y detener las pruebas, controlar la presión de aire y encender el suministro de luz y aire. Consta de las siguientes partes:

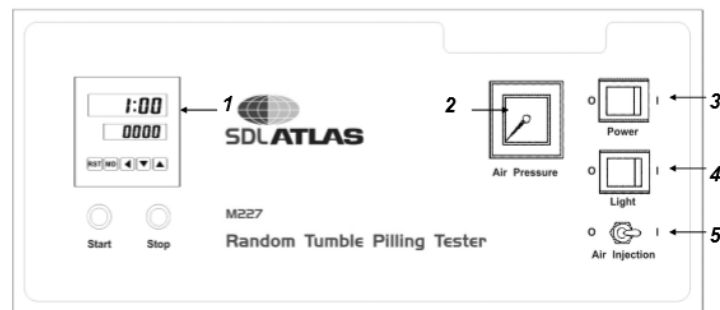


Figura 42. Panel de Control

Fuente. (MANUAL SDL ATLAS)

- 2.1. Temporizador: El temporizador de cuenta atrás de estado sólido se utiliza para establecer la duración de la prueba, el tiempo máximo de ciclo es de 99:59 minutos: segundos y debe ajustarse primero en el número deseado
- 2.2. Medidor de presión de aire: El medidor indica la presión de aire en cada cámara de prueba. Ciertos tejidos, generalmente los que son pesados o rígidos, tienen una tendencia a quedar pegados contra la pared de la cámara. Un sistema de inyección de aire ayuda a mantener los especímenes en movimiento y es una característica estándar con los dos modelos de probador de Pilling.
- 2.3. Alimentación: Se utiliza para encender el instrumento (1 = ON, 0 = OFF).
- 2.4. Luz: Se utiliza para encender la luz dentro de las cámaras de prueba para ver los especímenes.

- 2.5. Inyección de aire: La válvula de inyección de aire se utiliza para activar el dispositivo de inyección de aire. . El regulador de presión de aire se ajusta en fábrica para proporcionar una presión de aire de 21 kPa (3 psi) en cada cámara de prueba.
3. Entrada de la corriente eléctrica: La entrada se utiliza para funcionar y detener el instrumento. Conecte la alimentación eléctrica en la parte posterior del instrumento a la toma de corriente adecuada. Asegúrese de que el enchufe esté bien insertado en el instrumento.
4. Entrada de aire: La entrada conecta el regulador de aire y la fuente de aire comprimido al instrumento. Se conecta el regulador de presión de aire a la entrada de aire en la parte posterior del instrumento utilizando los racores de compresión y los tubos suministrados. Conecte la línea de aire comprimido (suministrada por el usuario) al regulador de presión de aire.
5. Impulsores: Un collar de bloqueo accesible detrás del panel trasero del instrumento asegura el eje del impulsor en la cámara de prueba, son de acero inoxidable que giran dentro de las cámaras, volteando constantemente las telas de prueba contra los revestimientos de corcho durante el tiempo predeterminado.

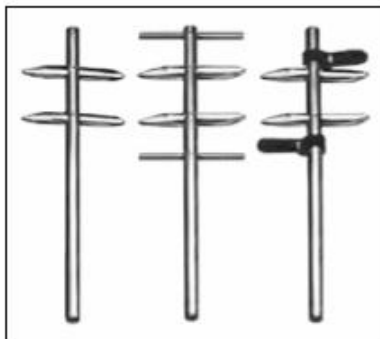


Figura 43. Tipo de Impulsores

Fuente. (MANUAL SDL ATLAS)

3.2.2.2. Ejecución de una prueba

El siguiente procedimiento es una descripción general del funcionamiento del equipo, principio en el que se basan algunas normas:

1. Prepare las muestras de prueba e instale el revestimiento de corcho de la cámara
2. Encienda el interruptor POWER; Establezca la duración de la prueba.
3. Desconecte el interruptor POWER.
4. Coloque los especímenes en las cámaras de prueba y cierre la puerta.
5. Si desea aire comprimido, encienda el interruptor AIR INJECTION. La presión del aire debe ser comprobada periódicamente para la desviación del valor ajustado.
6. Encienda el interruptor POWER y presione el botón START. Cuando se completa el ciclo de prueba, el motor se detendrá y el zumbador sonará aprox. 5 segundos y luego se detendrá.
7. Para observar los especímenes, encienda el interruptor LIGHT.
8. Para interrumpir una prueba para la evaluación de la muestra y para reposicionar las muestras, apague el interruptor AIR INJECTION y abra la puerta de la cámara lo suficiente para detener los impulsores y evitar que los restos escapen de la cámara. Para reanudar una prueba, presione START y luego encienda el interruptor AIR INJECTION (MANUAL SDL ATLAS).

3.2.2.3. Mantenimiento

La limpieza frecuente del Pilling Tester garantizará la precisión y repetitividad de las pruebas. El programa de limpieza dependerá de la frecuencia con que se utilice el instrumento. Se vacía la pelusa de las juntas del filtro que rodean las cámaras de prueba en el panel frontal y se reemplaza

las juntas del filtro según sea necesario. O llamar al servicio de atención al cliente de SDL Atlas para pedir reemplazos (MANUAL SDL ATLAS).

Antes de limpiar el instrumento, se debe desconectar el cable de alimentación eléctrica de la máquina, utilizando un paño limpio, suave y que no deje pelusa, se limpia el interior de las cámaras de prueba, las partes expuestas del conjunto del eje, el interior de la puerta y el exceso de polvo y escombros de las superficies exteriores. Los impulsores se pueden limpiar periódicamente con una solución de detergente y agua o según lo especificado por el método de ensayo (MANUAL SDL ATLAS).

3.2.3. Martindale

Este equipo se lo utiliza para determinar la resistencia a la abrasión y pilling de todo tipo de estructuras textiles, las muestras se frota contra abrasivos a bajas presiones y la cantidad de pilling o abrasión se compara con los parámetros estándar, el equipo se suministra con contadores de muestras individuales, y está equipado con una función de enlace que permite al usuario ejecutar muchas pruebas diferentes al mismo tiempo y se puede variar la velocidad para pruebas aceleradas. El equipo viene con todos los porta-muestras, una selección de pesos de carga y un peso de prensado para asegurar la correcta carga del tejido abrasivo (MANUAL SDL ATLAS).

Este aparato es un equipo profesional que debe ser operado solamente por personas autorizadas. El operador debería haber recibido la formación adecuada, haber leído primero el manual de instrucciones se lo debe situar en un lugar seco y no exponer a la humedad ni al agua para reducir el riesgo de incendio o descarga eléctrica, también contiene partes móviles y, un uso incorrecto o

incorrecto del instrumento podría provocar lesiones por lo que se debería considerar la naturaleza de estas piezas móviles antes de montar el instrumento (MANUAL SDL ATLAS).

El Martindale ofrece tres tipos de movimiento para realizar diferentes pruebas:

Para la prueba de abrasión: Todos los bloques de apoyo de 3 rodamientos deben estar en la posición A (figura de Lissajous: longitud de carrera de 60,5 mm).

Para la prueba de pilling: Todos los bloques de apoyo de 3 rodamientos deben estar en la posición C (Figura de Lissajous: longitud de carrera de 24,0 mm).

Para la prueba en línea recta: El bloque de soporte del cojinete interior en la posición B.

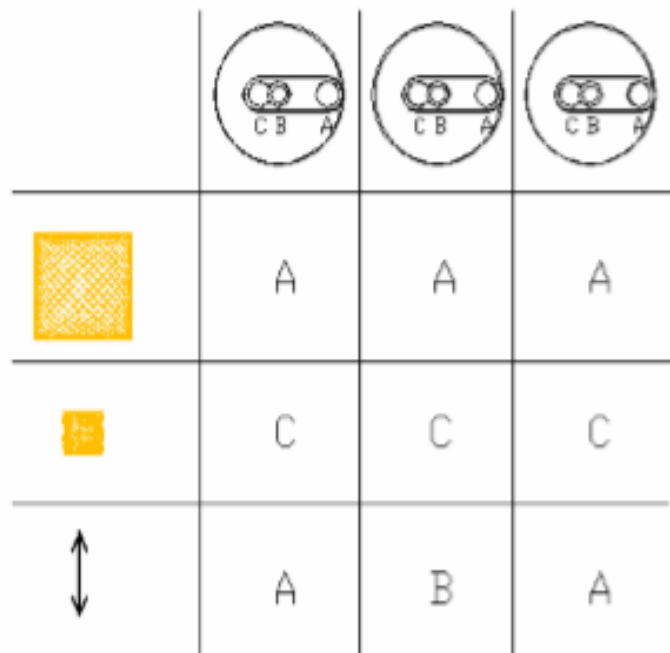


Figura 44. Configuración para los Tipos de Movimientos

Fuente. (MANUAL SDL ATLAS)

3.2.3.1. Partes del Equipo

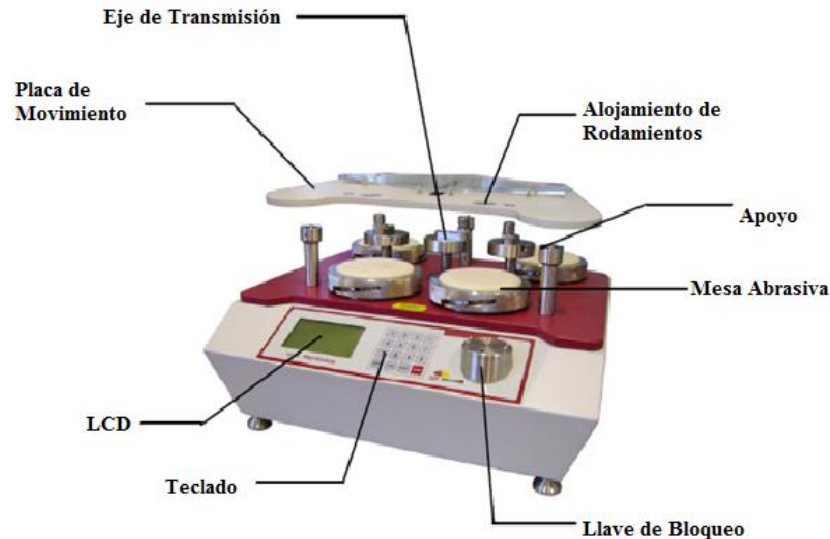


Figura 45. Partes Principales del Martindale

Fuente. (MANUAL SDL ATLAS)

3.2.3.2. Ensamblaje para Prueba de Pilling

1. La máquina se debe ubicar en una base firme y nivelada.
2. Colocar correctamente los tres bloques de soporte del cojinete de modo que la longitud total del recorrido sea de 24,0 mm y deben estar en la posición C (véase la figura5)
3. Retirar los husillos de los soportes de muestra de abrasión de peso de 9KPa o 12KPa.
4. Empujar los husillos en los soportes de muestras que están aleados con un diámetro de 90 mm.
5. Bajar cuidadosamente las piezas de movimiento de modo que cada uno de los tres bloques de soporte del rodamiento encaje en las tres ranuras de transmisión y la placa superior esté apoyada sobre los tres cojinetes cautivos de las unidades de soporte.
6. Conectar el suministro eléctrico con el cable suministrado (MANUAL SDL ATLAS).

3.2.3.3. Ejecución de una prueba

Antes de proceder con la prueba, se debe asegurar de que todos los componentes mecánicos estén correctamente posicionados, este procedimiento es una guía según el (MANUAL SDL ATLAS):

1. Colocar las muestras en los porta-muestras
2. Colocar los porta-muestras sobre las mesas.
3. Inicie la prueba pulsando el botón de inicio.
4. La máquina continuará funcionando hasta que el número de ciclos alcanzados sea igual al número que haya programado. En este punto, la máquina se detendrá automáticamente y sonará una alarma audible para indicar al operador que la prueba ha terminado.
5. Para detener esta alarma, presione cualquier botón.
6. Después de que la prueba se haya terminado, retire las muestras de los porta-muestras y monte en un pedazo de tarjeta blanca. Tome nota del número de frotamiento realizado para llegar a este punto final. La máquina puede detenerse manualmente en cualquier momento presionando el botón de parada.

Para la realización de ensayos de pilling, la mesa de abrasión se cubre primero con el fieltro estándar como se ha descrito anteriormente y después las mesas están cubiertas con una pieza de la muestra de ensayo. (véase fig.46) (MANUAL SDL ATLAS).

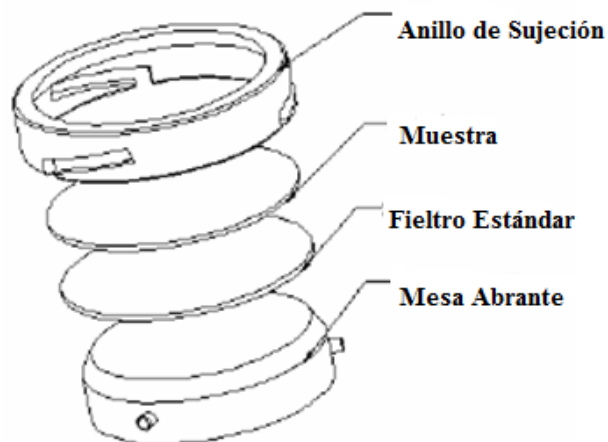


Figura 46. Ubicación de muestras sobre la mesa de abrasión

Fuente. (MANUAL SDL ATLAS)

Para la prueba de Pilling, el porta- muestra se cubre primero con un pedazo de fieltro y luego con la muestra que se está probando (véase fig.47).

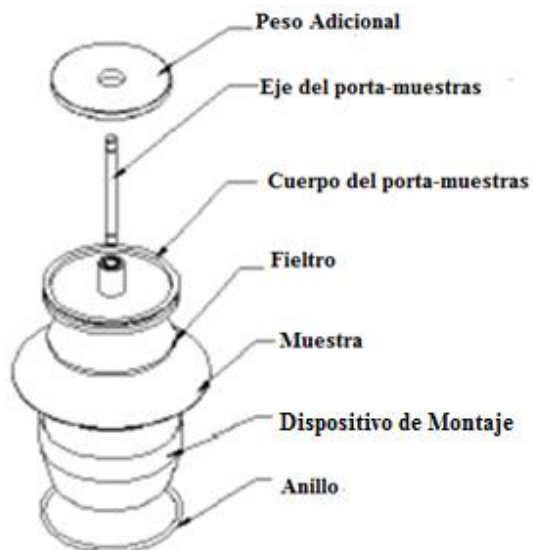


Figura 47. Ubicación de muestras sobre los porta-muestras

Fuente. (MANUAL SDL ATLAS)

3.2.3.4. *Calibración y Mantenimiento*

Para la calibración se debe obtener el patrón Lissajous (véase fig.48) de cada estación de trabajo retirando los materiales de las mesas abrasivas y luego cubrir cada superficie de la mesa abrasiva con un papel blanco de 100 ± 5 mm de diámetro de masa mínima por unidad de superficie de 100 g.m² y colocar el papel a la mesa abrasiva asegurando que la superficie esté perfectamente plana. Inserte un bolígrafo de acero con el mismo diámetro que los ejes porta-muestras en un cojinete del husillo porta-espécimen, de modo que la punta de bola del bolígrafo se apoye sobre la superficie del papel. Seleccionar la función de calibración y presione "Start" y la máquina frotará un patrón lissajous completo que será dibujado por el lápiz sobre el papel, se deben dibujar 31 curvas

El mantenimiento se lo debe realizar a los portaobjetos de la placa de movimiento, deben ser ligeramente manchados con grasa y el cojinete de bolas de soporte debe ser ligeramente aceitado según sea necesario (MANUAL SDL ATLAS).

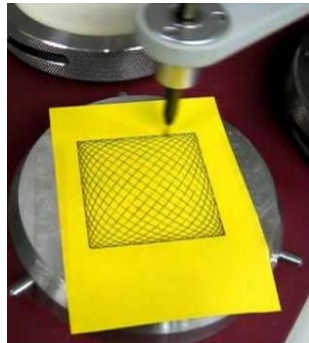


Figura 48. Curva Lissajous

Fuente. (google. com)

CAPITULO IV

4. PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS

4.1. Norma Técnica ASTM D3512

4.1.1. Generalidades.

Este método de ensayo cubre la resistencia a la formación de pills y otros cambios de superficie relacionados en telas textiles usando el probador de pilling de tambor aleatorio. El procedimiento es generalmente aplicable a todos los tipos de tejido plano y tejidos de punto. Algunas telas que se hayan tratado con una resina de silicona no pueden ser ensayadas satisfactoriamente por este procedimiento, debido a que la resina de silicona puede transferirse a los revestimientos de corcho en la cámara de prueba y causar resultados erróneos (ASTM International, 2008).

4.1.1.1. *Documentos de referencia.*

D1176.- Prácticas para el acondicionamiento y el ensayo de textiles.

F104.- Práctica para mantener la humedad relativa constante por medio de soluciones acuosas

D4850.- Terminología relacionada con telas y tejidos Métodos de Ensayo

D123.- Terminología relativa a los textiles

D4970.- Método de prueba para la resistencia al pilling y otros cambios en la superficie relacionados confeccionados con tejidos: Martindale tester.

D3514.- Método de prueba para la resistencia al pilling y otros cambios en la superficie relacionados de tejidos textiles: Almohadilla Elastomérica

D3511.- Método de prueba para la resistencia al pilling y otros cambios en la superficie relacionados de tejidos textiles: Cepillo Pilling Tester (ASTM International, 2008).

4.1.1.2. Definiciones

- Fuzz.- Extremos de las fibras desenredadas que sobresalen de la superficie de un hilo de la tela.
- Pilling.- Resistencia a las formaciones de bolas en un tejido textil
- Pills.- Racimos o bolas de fibras enredadas que se mantienen a la superficie del tejido por una o más fibras.

Para las definiciones de otros términos textiles utilizados en este método se refieren a la norma D123 (ASTM International, 2008).

4.1.1.3. Resumen del Método

El pilling y otros cambios en la apariencia superficial, tales como formación de pelusa, que se producen en el uso normal, se simulan en una máquina de prueba de laboratorio. Los pills se forman en la tela por una acción de frotamiento producido por el volteo al azar de las muestras en una cámara de ensayo cilíndrico forrado por un material abrasivo suave, para formar los pills con aspecto y estructura que se asemejen a los producidos en el desgaste real, se añaden pequeñas cantidades de fibra de algodón gris de longitud corta a cada cámara de ensayo con las muestras. El grado de formación de bolitas de tela se evalúa por comparación de las muestras analizadas con estándares visuales que pueden ser telas reales, fotografías de las telas, que muestran una gama de resistencia de pilling. La resistencia observada a la formación de pilling se informa utilizando una escala de clasificación arbitraria (ASTM International, 2008).

4.1.1.4. Significado y Uso

Este método de prueba no se recomienda para la prueba de la aceptación, si se utiliza para las pruebas de aceptación, debe utilizarse con precaución porque la precisión entre los laboratorios es deficiente. En algunos casos, el comprador y el proveedor pueden tener que probar un envío comercial de uno o más materiales específicos por el mejor método de prueba disponible. Si existen diferencias entre los resultados de las pruebas reportadas para dos laboratorios (o más), debe realizarse pruebas comparativas para determinar si existe un sesgo estadístico entre ellas, utilizando la asistencia estadística competente. Como mínimo, deben utilizarse las muestras de ensayo que sean lo más homogéneas posible, extraídas del material del que se obtuvieron los resultados dispares de la prueba y asignadas al azar en igual número a cada laboratorio para ensayos. Si se encuentra un sesgo, se debe encontrar y corregir su causa, o los resultados de los ensayos futuros deben ajustarse teniendo en cuenta la desviación conocida (ASTM International, 2008).

La formación de bolas en los tejidos es una propiedad muy compleja, ya que se ve afectada por muchos factores que pueden incluir como el tipo de fibra o mezclas, dimensiones de las fibras, hilados y construcción de la tela, los tratamientos de acabado de tejido y el método de restauración. Las pruebas antes de la renovación pueden ser aconsejables.

La resistencia al pilling de un tejido específico en el desgaste real varía más con las condiciones generales de uso, que con los especímenes de tejido replicado sometidos a pruebas de laboratorio controladas. Esta experiencia debe tenerse en cuenta al adoptar niveles de aceptabilidad para cualquier serie de normas (ASTM International, 2008).

Los pills varían apreciablemente en tamaño y apariencia y dependen de la presencia de pelusa y el grado de contraste de color. El desarrollo de los pills puede ir acompañado de otros fenómenos de

superficie, tales como pérdida de la cubierta, cambio de color o desarrollo de pelusa. Dado que la aceptabilidad de un tejido específico depende tanto de las características de los pills y de los otros factores que afectan el aspecto superficial, se sugiere que los tejidos probados en el laboratorio se evalúen subjetivamente con respecto a su aceptabilidad y no se ha evaluado únicamente en el número de pills desarrolladas. Una serie de normas, sobre la base de grados graduados de la alteración superficial del tipo de tejido que se prueba, puede ser configurada para proporcionar una base para valoraciones subjetivas. Los estándares visuales son más ventajosos cuando las muestras de ensayo de laboratorio se correlacionan estrechamente con las telas de aspecto desgastado y muestran una proporción similar de pills para fuzz (ASTM International, 2008).

No se recomienda el conteo de los pills y el peso con respecto a su tamaño y contraste, debido al excesivo tiempo requerido para el recuento del tamaño y el cálculo.

El grado de formación de bolitas de tela se evalúa mediante la comparación de las muestras analizadas, con las normas visuales, que pueden ser telas reales o fotografías de las telas que muestran una gama de resistencia al pilling. La resistencia observada se registra en una escala arbitraria que varía de 5(sin pilling) a 1(muy severo pilling).

Este método de ensayo es aplicable a una amplia variedad de telas planas y de punto que varía en proporción de pilling como resultado en las variaciones de la fibra, estructura del hilo, tela y acabado (ASTM International, 2008).

4.1.2. Equipos y materiales

- Random Tumble Pilling
- Cilindro revestido de de corcho⁷ de 146mm de ancho por 452mm de largo y 1.5mm de espesor, de material tipo P2117A conforme a la clasificación del sistema F104. La superficie original del revestimiento producida por corte de material, se debe usar sin ningún tratamiento adicional, tal como el lijado, y deben ser almacenados en su envase original en un lugar fresco y seco.
- El dispositivo de inyección de aire debe dar 14-21 kPa (2-3psi) de presión de aire en cada cámara de prueba, ya sea incluido en nuevos dispositivos de pruebas o una modificación de los probadores de más edad.
- Adhesivo, blanco de múltiples usos, para sellar los bordes de las muestras.
- Botellas de plástico con caño dispensador y tapa, para colocar el pegamento diluido.
- Aspiradora, para el hogar, para limpiar las muestras después de las pruebas.
- Astilla de algodón, de 5300tex, algodón fino egipcio de karnac o equivalente para mejorar la visibilidad de los pills en las muestras.
- Aparatos para la evaluación de la tela, los dispositivos de iluminación (tubo fluorescente blanca fría con la temperatura de color correlacionada de 4100 a 4500°K, y la visualización simultánea de muestra de ensayo y los estándares de calificación de tela o fotografía.
- Tela estándar interno de prueba de pilling, que tiene un grado de resistencia al pilling establecida para el control de rendimiento de la máquina. No tejido estándar universal está disponible, Cada instalación de prueba debe decidir sobre un tejido apropiado.
- Normas de Calificación

- Tela A, serie de muestras sometidas a ensayo de un tipo de tejido específico que muestra el grado de formación de bolitas u otra distorsión, o ambos, para cada tipo de tejido a ensayar, y almacenarlos en condiciones que preserven su forma original y la apariencia.
- Fotografías, Un conjunto de 5 fotografías de 105mm numeradas del 1 al 5, que ilustra diversos grados de formación de bolas de “muy severo pilling” a “no pilling” como D3512 adjunto.
- Instalaciones para el lavado y limpieza en seco de muestras, si es necesario (ASTM International, 2008).

4.1.2.1. Toma de Muestras.

Unidad primaria de muestreo.- Considere la posibilidad de rollos a componentes de telas o tejidos de los sistemas fabricados para ser la unidad primaria de muestreo, según sea el caso.

Unidad de muestreo de laboratorio, a partir de cada unidad primaria de muestreo toma una pieza de ancho completo de la tela que es de 1m de longitud a lo largo.

Para las pruebas de aceptación de prendas, tomar una prenda de cada caja (ASTM International, 2008).

4.1.2.2. Las muestras de ensayo: Selección, número y Preparación

- Las muestras pueden lavarse o limpiarse en seco antes de cortar las muestras de ensayo, utilizando las condiciones apropiadas para el uso final de la tela o las condiciones acordadas por todas las partes interesadas.
- Cortar los especímenes en cuadrados de 105 mm en el sesgo en un ángulo aproximado de 45 ° a la urdimbre y las direcciones de llenado.

- Se toma tres especímenes de cada unidad del laboratorio, uniformemente espaciados a través del ancho de la muestra de laboratorio o de tres paneles diferentes en una prenda de vestir, y deben ser cortados en forma escalonada de tal manera que no haya dos ejemplares que contengan los mismos hilos. Es importante evitar zonas con arrugas y otras distorsiones y, no cortar las muestras más cerca del orillo que una décima parte del ancho del tejido.
- Se puede marcar los ejemplares en una esquina en la cara del tejido con el número apropiado 1, 2 ó 3, o cortar los ejemplares por los lados paralelos a la urdimbre no más de 5 mm por cada lado.
- Si los especímenes de tejido flojo se deshilachan al aplicar marcas de identificación, se debe sellar los bordes de todos los especímenes a una anchura no superior a 3 mm en la cara del tejido con la mezcla adhesiva. Se puede usar adhesivo de plena resistencia o cualquier dilución hasta 1 parte de adhesivo con 1 parte de agua. El prensado del adhesivo en la cara de las muestras puede llevarse a cabo utilizando la boquilla dispensadora en una configuración cerrada o el extremo redondeado de una varilla agitadora de vidrio, pero debe tenerse precaución para evitar la rotura y posibles lesiones por cristales rotos.
- Colocar los especímenes en los estantes de secado hasta que estén secos, o por lo menos durante 2 horas (ASTM International, 2008).

4.1.2.3. Preparación de Aparatos

- Colocar un revestimiento de corcho cómodamente alrededor del interior de una cámara de ensayo limpia y con una superficie de corcho sin uso frente a las palas del rotor. El lado contra la cámara puede o no haber sido usado. Para eliminar la tendencia de rotación del revestimiento, se puede fijar el borde exterior del revestimiento a la pared de la cámara al

tope con un pedazo corto de cinta adhesiva de 25 mm de ancho. Deseche los revestimientos de corcho que se han utilizado durante 1 h en cada superficie.

- Luego de cada hora de funcionamiento de la máquina, se debe retirar el revestimiento y limpiar el impulsor con un paño humedecido en una solución de detergente y agua. Dejar que la cámara se seque antes del siguiente uso.
- Comprobar el funcionamiento del probador de pilling con una o más telas internas estándar de resistencia de pilling , al menos una vez a la semana si el equipo está en uso constante; pero si las pruebas se realizan con poca frecuencia, revisar el equipo cada vez que se utilice. Comprobar también, cuando varía los resultados de las pruebas o cuando existe un nuevo envío de revestimientos de corcho (ASTM International, 2008).

4.1.2.4. Acondicionamiento

Llevar los especímenes de prueba y los revestimientos de corcho al equilibrio de humedad en la atmósfera estándar para ensayar los textiles a $21 \pm 1^\circ\text{C}$ y $65 \pm 2\%$ HR, o especificar en la atmósfera a la que se procede la prueba (ASTM International, 2008).

4.1.3. Procedimiento

- Realizar todas las pruebas en la atmósfera estándar para ensayar los textiles.
- Colocar tres especímenes, todos de la misma muestra o tejido, y alrededor de 25 mg o 6mm de fibra de algodón teñido de gris en la cámara de prueba, si no hay material suficiente para proporcionar tres muestras de tamaño estándar, realizar con el número disponible de especímenes y no agregar una muestra de otro tejido, ya que puede haber una fuerte interacción entre los tejidos que creará resultados erróneos.

- Cerrar la puerta de la cámara, y ajustar el contador de tiempo de funcionamiento para 30min. Dependiendo de la naturaleza del material sometido a ensayo, los tiempos de funcionamiento de otros 30 minutos pueden ser más apropiados para evaluar las tendencias de los pills de tejidos, por ejemplo, intervalos de 10 minutos hasta 30 minutos.
- Girar el interruptor del motor a ON, presionar el botón START y activar el flujo de aire para evitar que la muestra se cuña alrededor del impulsor o contraiga a la pared de la cámara.
- En el transcurso del ensayo, revisar cada cámara de ensayo a intervalos frecuentes, por si un espécimen se cuña alrededor del impulsor sin caerse o se encuentra sin movimiento en el fondo o en el costado de las cámaras, en tal caso se debe apagar el aire, parar la máquina, retirar la placa frontal y liberar los especímenes. Anotar en la hoja de datos cualquier bloqueo u otro comportamiento anormal de los especímenes.
- Al finalizar el tiempo recorrido, retirar cada espécimen y limpiar el exceso de fibra de algodón que no se enreda en pills usando la succión de vacío (aspirador) para atraer la muestra dentro y limpiar la cámara de ensayo, usando un instrumento afilado tal como una aguja de la selección, se puede limpiar alrededor del eje del impulsor, para quitar las fibras atrapadas.
- Evaluar los especímenes subjetivamente
- Añadir otros 25mg o 6 mm de fibra de algodón teñido de gris en la cámara para cada tiempo de ejecución adicional (ASTM International, 2008).

4.1.4. Evaluación

- Colocar cada espécimen en la cinta de doble cara en el gabinete de visión
- Utilizando el aparato de visualización y la opción seleccionada y los estándares de tela o fotográficos adecuados , calcule subjetivamente la apariencia de la cara de cada muestra usando la escala siguiente.

5. - sin pilling	2. - severo pilling
4. - ligero pilling	1. - pilling muy severo
3. - moderado pilling	
- Comprobar que los especímenes presentan uniformidad en el pilling. Informar si los pills se concentran en una tira cualquiera en la dirección de la tela, o en cualquier porción de una muestra de esta condición, ya que se puede haber utilizado diferentes hilos para fabricar la tela ensayada.
- Comprobar que los ejemplares con pill tengan evidencia de defectos irregulares. Si alguno de los especímenes muestra una alta concentración de pills en un sector que no es paralela a la dirección del tejido, puede ser que un espécimen estuvo acuñado alrededor del impulsor por un tiempo durante el ensayo, se debe desecharlas y repetir la prueba con nuevos especímenes.
- Evaluar el tejido para otros efectos superficiales tales como fuzzing. Es aconsejable disponer de un conjunto separado de estándares de clasificación de la tela para cada efecto de superficie (ASTM International, 2008).

4.1.4.1. Informe

- Indicar que el ensayo se realizó con el método de ensayo D3512. Describir el material o producto muestreado y el método de muestreo utilizado.
- Informar la unidad de muestreo de laboratorio y el lote aplicable a una especificación de material u orden de contrato.
- Indicar las calificaciones de cada espécimen individual, la calificación promedio de los tres especímenes de cada unidad de muestreo de laboratorio y el promedio del lote.
- Si se utilizó adhesivo o no, para pegar los bordes de las muestras.
- Si el tejido se lavó antes de la prueba, y las condiciones de lavado que se usaron.
- Si la tela fue limpiada en seco antes de las pruebas, y las condiciones utilizadas.
- El tiempo de funcionamiento y tipo de aparato de visualización, opción de visualización y clasificación utilizada.

4.2. Norma Técnica ASTM D4970

4.2.1. Generalidades

Este método de ensayo sirve para determinar de la resistencia a la formación de pilling y otros cambios superficiales relacionados en los tejidos textiles usando el equipo Martindale, generalmente es aplicable a todos los tipos de tejidos, siendo particularmente adecuado para tejidos planos y pero que el espesor no sea superior a 3 mm, ya que estos tejidos no pueden montarse en el porta-muestras. La tela puede ser lavada o limpiarse en seco.

El usuario de la norma es responsable de establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso (ASTM International, 2008).

4.2.1.1. Documentos de referencia

D123 Terminología Relativa a los Textiles

D2514 Discontinuado 1977: Tolerancias para tejido Plano de Algodón o de Mezclas

D3511 Método de prueba para la resistencia a la formación de pilling y otros cambios de superficie relacionados de tejidos textiles: Brush Pilling Tester

D3512 Método de prueba para la resistencia a la pilling y otros cambios de superficie relacionados de tejidos textiles: Random Tumble Pilling Tester

D4850 Terminología relativa al tejido

D7018 Terminología relativa a la fibra de vidrio y productos (ASTM International, 2008).

4.2.1.2. Terminología

Fuzz.- Extremos de las fibras desenredadas que sobresalen de la superficie de un hilo de la tela.

Pilling.- Resistencia a las formaciones de bolas en un tejido textil

Pills.- Racimos o bolas de fibras enredadas que se mantienen a la superficie del tejido por una o más fibras.

Para todos los demás términos relacionados con textiles, se puede consultar la Terminología D123 (ASTM International, 2008).

.

4.2.1.3. Resumen del Ensayo

En una máquina de ensayo de laboratorio se simula el pilling y otros cambios en la apariencia de la superficie, tales como fuzzing, que ocurren en el desgaste normal. Los tejidos se montan en el Martindale Tester y la cara de las muestras se frota contra la cara de la misma tela montada en

forma de figura geométrica, es decir, una línea recta que se convierte en una elipse que se ensancha gradualmente hasta formar otra línea de travesía en la dirección opuesta y traza la misma figura nuevamente bajo ligera presión para un número específico de movimientos. El grado de pilling de la tela o el cambio de la apariencia superficial producido por esta acción se evalúa por comparación de la prueba (ASTM International, 2008).

4.2.1.4. Significado y uso

Este método de prueba no se recomienda para la prueba de la aceptación, si se utiliza para las pruebas de aceptación, debe utilizarse con precaución porque la precisión entre los laboratorios es deficiente. En algunos casos, el comprador y el proveedor pueden tener que probar un envío comercial de uno o más materiales específicos por el mejor método de prueba disponible. Si existen diferencias entre los resultados de las pruebas reportadas para dos laboratorios (o más), debe realizarse pruebas comparativas para determinar si existe un sesgo estadístico entre ellas, utilizando la asistencia estadística competente. Como mínimo, deben utilizarse las muestras de ensayo que sean lo más homogéneas posible, extraídas del material del que se obtuvieron los resultados dispares de la prueba y asignadas al azar en igual número a cada laboratorio para ensayos. Si se encuentra un sesgo, se debe encontrar y corregir su causa, o los resultados de los ensayos futuros se ajustan teniendo en cuenta la desviación conocida (ASTM International, 2008). La formación de bolas en los tejidos es una propiedad muy compleja, ya que se ve afectada por muchos factores que pueden incluir el tipo de fibra o mezclas, dimensiones de las fibras, hilados y construcción de la tela, los tratamientos de acabado de tejido y el método de restauración. Las pruebas antes de la renovación pueden ser aconsejables. La resistencia al pilling de un tejido específico en el desgaste real varía más con las condiciones generales de uso, que con los

especímenes de tejido replicado sometidos a pruebas de laboratorio controladas. Esta experiencia debe tenerse en cuenta al adoptar niveles de aceptabilidad para cualquier serie de normas (ASTM International, 2008).

Los acabados y los cambios en la superficie de la tela pueden tener un gran efecto sobre el pilling. Se recomienda que las telas sean probadas después del lavado o limpieza en seco, o ambas pruebas antes de la renovación también puede ser recomendable. El acuerdo previo entre las partes interesadas determinará el estado de la prueba (ASTM International, 2008).

Los pills varían apreciablemente en tamaño y apariencia y dependen de la presencia de pelusa y grado de contraste de color, estos factores no se evalúan cuando el pilling se califica únicamente en el número de los pills. El desarrollo de pills puede ir acompañado de otros fenómenos superficiales, como la pérdida de cobertura, el cambio de color o el desarrollo de pelusa. Dado que la aceptabilidad global de un tejido específico depende tanto de las características de los pills como de los otros factores que afectan a la apariencia de la superficie, se sugiere que las telas ensayadas en el laboratorio sean evaluadas subjetivamente con respecto a su aceptabilidad y no por el número de pills desarrolladas. Se puede establecer una serie de estándares, basados en los grados de cambio de superficie del tipo de tela que se está probando, para proporcionar una base para valoraciones subjetivas. Son más ventajosas las normas visuales cuando las muestras de laboratorio se correlacionan estrechamente en apariencia con tejidos gastados y muestran una proporción similar de pills a pelusa. El recuento de los pills y el peso de su número con respecto a su tamaño y contraste, no se recomienda como una medida de evaluación, debido al excesivo tiempo necesario para contar, dimensionar y calcular (ASTM International, 2008).

El grado de pilling de la tela se evalúa comparando los especímenes ensayados con estándares visuales, que pueden ser telas reales o fotografías de tejidos, mostrando una gama de resistencia al

pilling. La resistencia observada al pilling se informa en una escala arbitraria que varía de 5 a 1 (sin pilling a pilling muy severo) (ASTM International, 2008).

Este método de ensayo es aplicable a una amplia variedad de telas planas y tricotadas que varían en la propensión al pilling como resultado de las variaciones en la estructura de la fibra, el hilo y la tela y el acabado. No se ha determinado la aplicabilidad de este método de ensayo a telas no tejidas (ASTM International, 2008).

4.2.2. Aparatos y Materiales

- Martindale Tester
- Filtro estándar, de masa 750 +/- 50 g / m² y 3 +/- 0,3 mm de espesor.
- Soporte de espuma de poliuretano, espesor de 3 +/- 0,01 mm, densidad de 29 a 31 kg / m³ y dureza de 170 a 210 N.
- Aparatos para la evaluación de la tela, instalaciones para la iluminación (tubo fluorescente blanco fresco) y las muestras de ensayo simultáneas de la visión y las normas de la tela o de la clasificación fotográfica.
- Tela de prueba estándar de Pilling en la casa, que tiene una clasificación establecida de resistencia de pilling para comprobar el rendimiento de la máquina. No hay tela estándar universal disponible. Cada instalación de prueba debe decidir sobre una tela apropiada.
- Estándares de calificación
 - Tejido, una serie de especímenes ensayados de un tipo específico de tela, que muestran grados de pilling u otra distorsión, o ambos, para el tejido a ensayar. Guarde las normas de clasificación de la tela y manipúlelas bajo condiciones que preservarán su forma y aspecto originales. Se recomienda el montaje con marcos gruesos de cartón alrededor de los especímenes.

- Fotografía, Un conjunto de cinco fotografías de 105 mm, numeradas de 1 a 5, que ilustran diferentes grados de pilling de "pilling muy severo" a "no pilling"
- Sistema de imagen digital y / o clasificación.
- Cortadores de prensa, de 38 mm y 140 mm de diámetro.
- Instalaciones para lavado y limpieza en seco de muestras, si es necesario.(ASTM International, 2008).

4.2.2.1. Muestreo

Unidad de muestreo primario: Considerar rollos de componentes de tejido o tela de sistemas fabricados como la unidad de muestreo primario, según corresponda.

Unidad de muestreo de laboratorio: De cada unidad de muestreo primario, tomar una pieza de ancho completo de 1 m de longitud a lo largo del orillo (dirección de la máquina), después de retirar primero una longitud de 1 m. Para componentes de tela de sistemas fabricados utilizar todo el sistema (ASTM International, 2008).

4.2.2.2. Muestras de Prueba: Selección, Número y Preparación

- 1) Las muestras de ensayo deben lavarse o limpiarse en seco antes de ser cortadas a menos que se especifique lo contrario. Deben utilizarse condiciones apropiadas para el uso final de la tela o las condiciones acordadas por las partes interesadas.
- 2) Cortar un par de muestras circulares de cada muestra del laboratorio, con uno de cada par de especímenes de 38 mm de diámetro y el otro de 140 mm de diámetro.
- 3) Tomar los especímenes uniformemente espaciados y escalonados a través del ancho de la muestra de laboratorio o de dos partes diferentes en una prenda, de tal manera que ningún

espécimen contenga los mismos hilos. Evitar las zonas con arrugas y otras distorsiones, y no cortar las muestras cerca del orillo inferior a más de 1/10 de la anchura del tejido (ASTM International, 2008).

4.2.2.3. Acondicionamiento

Condicione las muestras en la atmósfera estándar para probar los textiles, que es de 21 ± 1 ° C y $65 \pm 2\%$ de humedad relativa durante al menos 4 horas antes de la prueba (ASTM International, 2008).

4.2.3. Procedimiento

- Hacer todas las pruebas en la atmósfera estándar para probar los textiles.
- Montar un fieltro estándar de 140mm de diámetro y un espécimen de la tela a ensayar en cada mesa. Colocar una espuma de poliuretano de 3 mm de 38 mm de diámetro y un espécimen de la misma tela en cada uno de los porta-muestras, asegurándose de que la cara de la tela esté expuesta para ambos especímenes, es decir, cara a cara.
- Colocar los porta-muestras sobre la misma mesa que la otra muestra de tejido e insertar un eje en cada porta-muestras para dar una presión sobre el espécimen aproximadamente mayor de 3kpa. Esta presión es la misma que cualquier otra configuración, pero sin pesos adicionales en incrementos de 100 a 1000 como se indica en una especificación de material o contrato.
- Calcular la muestra a cada intervalo especificado como se indica en la sección 4.2.4. y anotar la calificación final (ASTM International, 2008).

4.2.4. Evaluación

Colocar la muestra de 38 mm sobre la cinta de doble cara en el armario de visión.

Utilizando el aparato de visualización y las opciones seleccionadas de la tabla 1 y las normas de tejido o de fotografía adecuadas, calcular subjetivamente la cara de cada muestra utilizando las normas de calificación y la siguiente escala.

Se puede utilizar un sistema de imagen o clasificación digital según lo acordado por el comprador y el proveedor y promediar la calificación para cada unidad de muestreo de laboratorio y para el lote (ASTM International, 2008).

4.2.5.1. Informe

Indicar que los especímenes fueron ensayados como se indica en el Método de Prueba D4970.

Describir los tejidos muestreados y el método de muestreo utilizado e informar lo siguiente:

- Calificaciones de cada espécimen individual para pilling, la calificación promedio de los cuatro especímenes de cada unidad de muestreo de laboratorio, y el promedio para el lote.
- Si el tejido se lavó o se limpió en seco antes de la prueba, y las condiciones.
- Número de movimientos.
- Tipo de aparato de visualización, opción de visualización y estándar de clasificación utilizado (ASTM International, 2008).

CAPÍTULO V

5. ENSAYOS DE PILLING

En la empresa textil Confecciones Recreativas Fibrán, se dispone del equipo Random Tumble Pilling y el Martindale para la detección del pilling de todos los tejidos elaborados en la empresa y los adquiridos de proveedores.

El método utilizado actualmente en el laboratorio se basa usando el equipo Random Tumble Pilling solo para realizar los ensayos a los tejidos de algodón y siguiendo el procedimiento descrito en la norma ASTM D3512, mientras que para tejidos de otras composiciones se usa el Martindale siguiendo el procedimiento del manual del equipo, pero se lo usa solo para pruebas de abrasión, evaluando de paso el pilling.

El presente estudio comparativo entre los resultados obtenidos de los ensayos de los dos equipos entre los diferentes tejidos, ayudarán a definir bien el procedimiento a seguir o utilizar, considerando costos y confiabilidad de resultados, pero la decisión en implementarlo o no en la empresa está en manos de sus directivos.

5.1. Selección de Muestras

5.1.1. Tipo de Tejido

Para la fase experimental se han seleccionado al azar 16 tejidos de punto, para la comparación de resultados entre los dos equipos, no se ha visto necesario determinar las características de los hilos, procesos de tejido y acabados de las telas, ya que si la tela presenta problemas de pilling, cualquier método que se use debe detectarlo. Las principales características de los tejidos a ensayar se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Características de los tejidos a ensayar

Composición	Tejido	Color	Código	Título	Gramaje
Algodón 100%	Jersey	Team Red	SJ-845	20/1 Ne	190 g/m ²
		Blanco	SJ-839	30/1 Ne	160 g/m ²
		Purple Magic	SJ-858	30/1 Ne	140 g/m ²
	Rib	Negro	RI-848	30/1 Ne	270 g/m ²
	Piqué	Gray Stone	PI-076	30/1 Ne	200 g/m ²
Poliéster 100%	Jersey	Blanco	SJ-919	24/1 Ne	180 g/m ²
	Rib	Azul Marino	ES-455	150F144	180 g/m ²
		Amarillo Neón	ES-592	150F144	230 g/m ²
	Interlock	Rojo Selección	IN-411	75F108	130 g/m ²
		Amarillo Selección	IN-587	75F108	180 g/m ²
	Piqué	Cool Gray	PI-892	150F144	260 g/m ²
		Hig Rise	PI-732	150F144	300 g/m ²
Ultramarino		UV-516	75F108	160 g/m ²	
Poliéster/Algodón	Jersey	Frambuesa	SJ-741	24/1 Ne	190 g/m ²
	Rib	Verde Limón	RI-277	24/1 Ne	270 g/m ²
	Piqué	Peacoat	PI-547	20/1 Ne	300 g/m ²

Fuente. Autor

5.1.2. Condiciones del tejido

Los tejidos se han acondicionado a la atmósfera del laboratorio de 24±3°C y 30±5% HR, y no bajo las requisitos de la norma, ya que no se dispone de equipos de regulación. Se toma dos muestras de cada tejido para realizar los ensayos de dos maneras:

- Sin lavar. - Se ha seleccionado esta alternativa de sólo acondicionar los tejidos y cortar las muestras, para los ensayos realizados por los dos métodos.


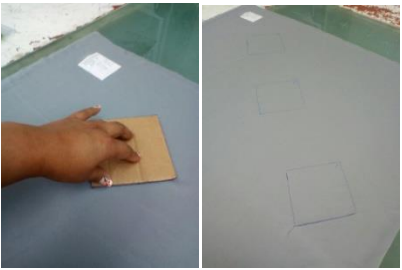
- Lavados. - Aunque Este requisito hace mención en el procedimiento del Martindale, se ha tomado como referencia también para el Random Tumble pilling, para evaluar la posible influencia en los resultados. El procedimiento del lavado y secado de los tejidos se realiza mediante un lavado normal doméstico, por 28min a $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ y Secado doméstico por 40min a $60\pm 3^{\circ}\text{C}$.

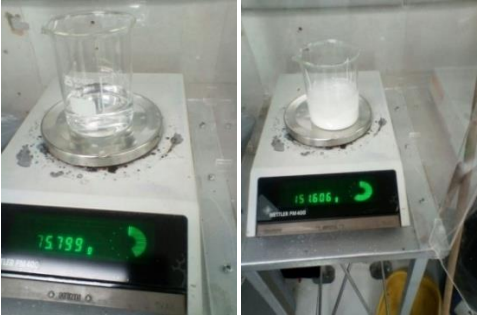
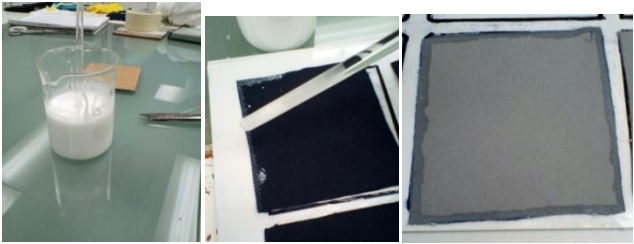


5.2 Ensayos en el Random Tumble Pilling

5.2.1 Descripción General del Procedimiento Realizado.

A continuación se resume el procedimiento realizado en esta investigación para todos los tipos de fibras a ensayar, tanto para las muestras lavadas y sin lavar.

Tabla 3. Procedimiento realizado según la Norma ASTM D3512

<p>1. Las telas sin lavar se acondicionan según la atmósfera del laboratorio por 4 horas. y no según la atmósfera estándar requerida, y las lavadas luego de estar secas.</p>	
<p>2. Se marca las muestras de 10.5 cm x10.5 cm con un ángulo de 45° respecto a la trama y urdimbre, sobre el tejido libre de arrugas y tensiones, en forma escalonada y se cortan.</p>	

<p>3. Se prepara la solución de una goma multiusos con agua (50/50).</p>	
<p>4. Se sella los bordes con la solución adhesiva, utilizando la punta redondeada de una varilla de vidrio.</p>	
<p>5. Se deja secar en los estantes, por lo menos 2horas.</p>	
<p>6. Se limpia la cámara con un paño humedecido con una solución de detergente y agua antes de usar el equipo y se deja secar.</p>	

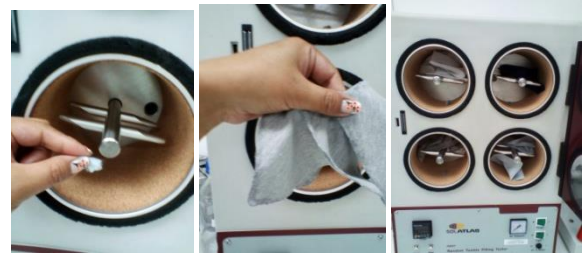
7. Se coloca los corchos en el interior de las cámaras, y se fija con un adhesivo contra la pared de la cámara.



8. Se pesa 25mg o 6mm de astilla de algodón.



9. Se coloca la astilla de algodón junto con las tres muestras a ensayar en las cámaras de probar el pilling.



10. Se programa el tiempo (30min), se activa la inyección de aire y se controla que la presión en cada cámara sea de 3kPa y se inicia el ensayo, verificando constantemente que las muestras estén en movimiento.




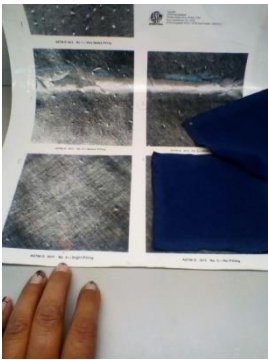
<p>11. Terminado el ensayo, se limpia las cámaras de pilling con un aspirador, y las muestras para eliminar las fibras que no se adhirieron.</p>	
<p>12. Y se evalúan las muestras en la cámara de luces contra las fotografías estándar y se reporta los resultados.</p>	

Tabla 4. Procedimiento realizado con Random Tumble Pilling

5.3 Ensayos en el Martindale

5.3.1 Selección del tipo de abrasivo y ciclos de ensayo para el Método de Martindale.

Para la selección del tipo de abrasivo y número de ciclos a programar que se utiliza en el ensayo, se considera la tabla guía del manual del equipo, como los tejidos a evaluar son tejidos de punto, se selecciona la categoría 3.

Tabla 5. Categorías de prueba de pilling


Categoría	Tipo textil	Tipo Abrasivo	Peso de Carga	Etapa de Evaluación	Número de Roces
1	Tapicería	Tejido abrasivo de lana	415±2g	1	500
				2	1000
				3	2000
				4	5000
2	Tejido Plano (excepto tejidos de tapicería)	Tejido en prueba (cara/cara o tela de lana)	415 ±2g	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000
3	Tejidos de punto (excepto tejidos de tapicería)	Tejidos de punto (cara/cara)	155 ±1g	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000

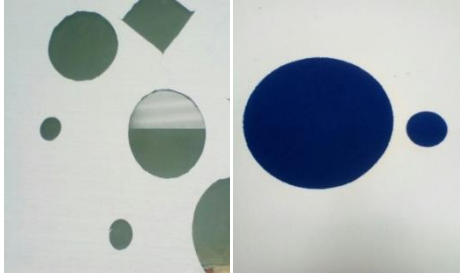
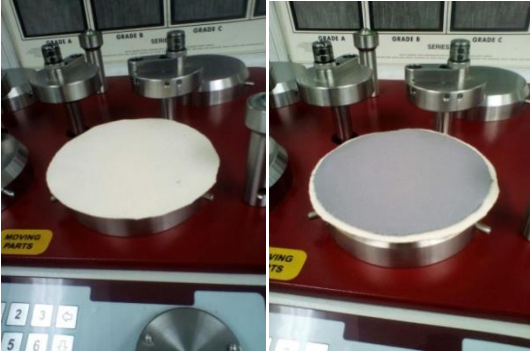

Fuente. (Manual SDL Atlas)

5.3.2 Descripción general del Procedimiento

Existe una diferencia en el montaje de los porta-muestras en el equipo Martindale según el procedimiento del manual contra la norma ASTM, por lo que nos regimos exclusivamente al procedimiento según la norma ASTM, con algunas sugerencias en el procedimiento del manual.

Tabla 6. Procedimiento realizado según la Norma ASTM D3512

<p>1. Las telas sin lavar se acondicionan según la atmósfera del laboratorio y no según la atmósfera estándar, y las lavadas se acondicionan al estar secas.</p>	
--	--

<p>2. Se corta un par de especímenes del tejido a ensayar con los cortadores de prensa, una de 38 mm y otra de 140 mm de diámetro, sobre la tela libre de arrugas y tensión en forma escalonada.</p>	
<p>3. Se retira la placa de movimiento, y se posicionan los bloques de apoyo en la posición C.</p>	
<p>4. Se coloca un fieltro estándar de 140mm de diámetro y un espécimen de la tela a ensayar en cada mesa abrasiva.</p>	
<p>5. Poner el peso de prensado sobre el fieltro y espécimen para evitar que se deslicen o muevan, y se sujeta con el anillo de sujeción.</p>	

6. Se coloca la tuerca en el dispositivo de la llave de metal que se fija a la parte delantera de la máquina, luego un espécimen de la misma tela de 38mm de diámetro, una de las piezas cortadas de espuma encima de esta muestra y el inserto de metal en la parte superior de este con el lado plano hacia abajo y por último se vuelve a atornillar el soporte.



7. Se coloca la placa de movimiento y los porta-muestras armados se montan sobre la mesa, respetando los números correspondientes a cada estación. Y se programa los ciclos seleccionados.



8. Cada 500, 1000, 2000 y 5000 ciclos se desmonta el porta-muestras y se evalúa y registra el resultado.




<p>9. Y se evalúan las muestras en la cámara de luces contra las fotografías estándar y se reporta los resultados.</p>	
--	---

Tabla 7. Procedimiento Realizado con Martindale

5.4 Evaluación de resultados

La evaluación de los tejidos luego de los ensayos, se realizan en la cámara de luces utilizando el iluminante D35 (luz de día), por no disponer de los equipos de evaluación recomendados en la norma. Utilizando las fotografías estándar proporcionadas por la norma ASTM (ver anexo), se califica subjetivamente utilizando la escala de valoración:

Tabla 8. Escala de Valoración

5	Sin pilling
4	Ligero pilling
3	Moderado pilling
2	Severo pilling
1	Muy severo pilling

Fuente. Autor

A continuación se resume en forma esquemática cómo están agrupados los ensayos y sus respectivos resultados:

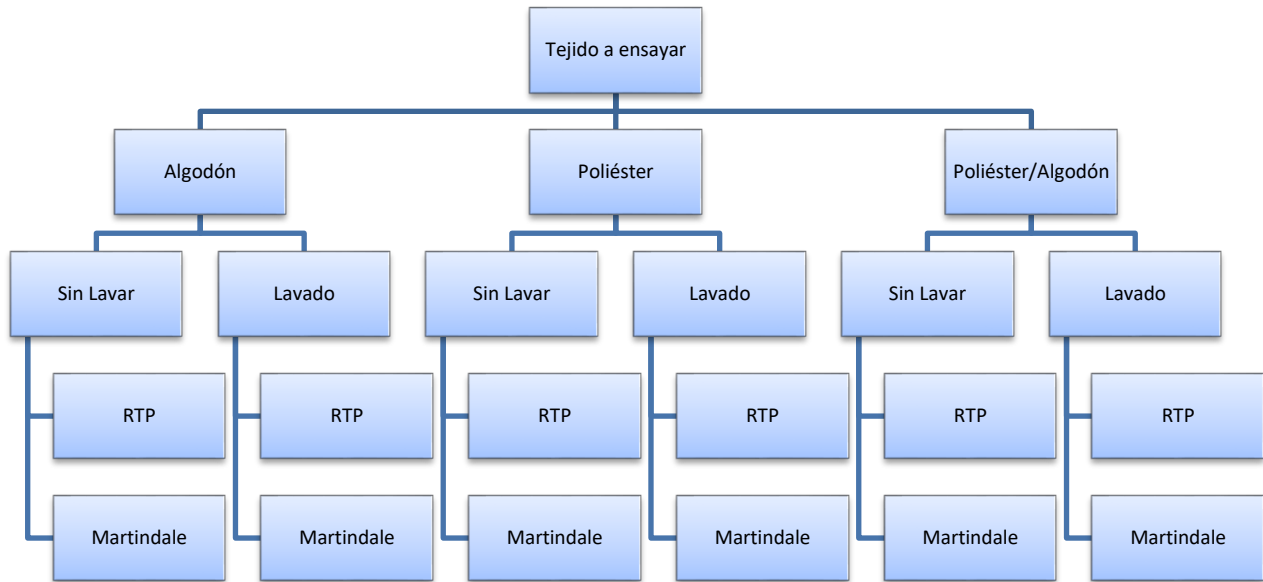




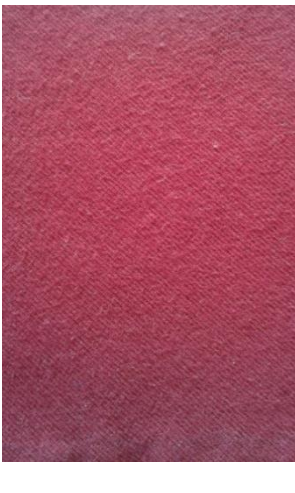



Figura 49. Esquema de Resultados



Fuente. Autor

5.4.1 Ensayos de Tejido de Algodón 100%







- Jersey 20/1 Peinado de 190g/m² color Team Red.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:2</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:2</p>





- Jersey 30/1 Peinado de 160 g/m² color Blanco

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio: 1</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio: 1</p>

- Jersey 30/1 Peinado de 140 g/m² color Purple Magic

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 4</p>	<p>Calificación Promedio: 1</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio: 1</p>

- Rib 30/1 Peinado de 140 g/m² color Negro.







<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:4</p>
<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:4</p>

- Piqué 20/1 Peinado de g/m² color Gray Stone.




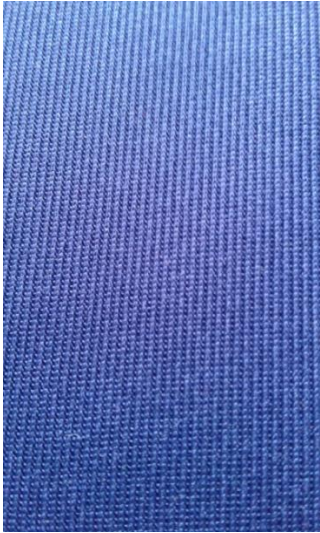


<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 2</p>	<p>Calificación Promedio:3</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 2</p>	<p>Calificación Promedio:4</p>

5.4.2 Ensayos de Tejido de Poliéster 100%

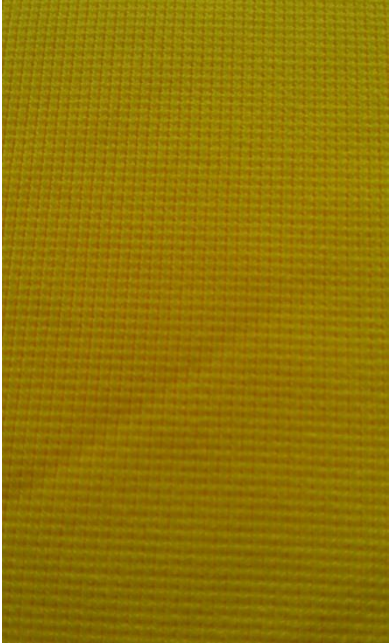


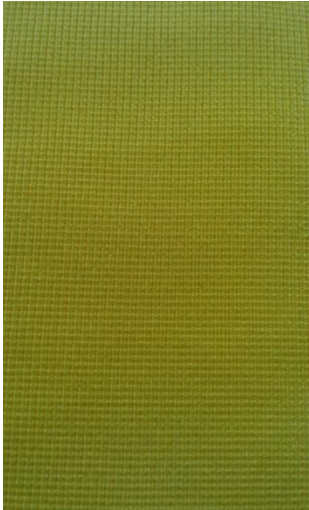


- Jersey 24/1 Peinado de 180g/m² color Blanco.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:4</p>







- Rib 150F144 Microfibra de 180g/m² color Azul Marino.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>


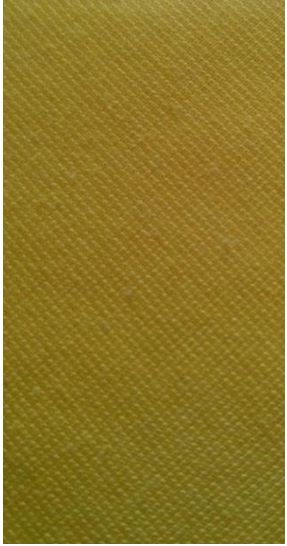




- Rib 150F144 Microfibra de 230g/m² color Amarillo Neón.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>







- Interlock 75F108 Microfibra de 130g/m² color Rojo Selección.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>

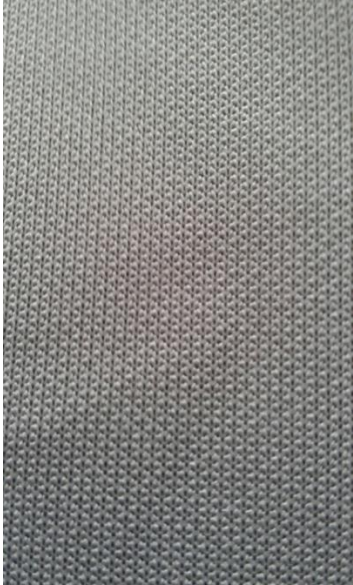





- Interlock 75F1108 Microfibra de 180g/m² color Amarillo Selección.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:4</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 5</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>







- Piqué 150F144 Microfibra de 260g/m² color Cool Gray.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 1</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 1</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>

- Piqué 150F144 Microfibra de 300g/m² color High Rise.







<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 1</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 1</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>

- Piqué 75F108 Microfibra de 160g/m² color Ultramarino.







<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 3</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 3</p>	<p>Calificación Promedio:5</p>

5.4.3 Ensayos de Tejido de Poliéster/Algodón




- Jersey 24/1 Peinado de 190g/m² color Frambuesa.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 3</p>	<p>Calificación Promedio: 1</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 2</p>	<p>Calificación Promedio: 1</p>

- Rib 24/1 Peinado de 270g/m² color Verde Limón.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 1</p>	<p>Calificación Promedio:2</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 2</p>	<p>Calificación Promedio:2</p>

- Piqué 20/1 Pes/Co 65/35% Peinado, 150F144 Pes100% de 190g/m² color Peacoat.

<p>Tejido Original Sin Lavar</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 3</p>	<p>Calificación Promedio:3</p>
<p>Tejido Original Lavado</p> 	<p>Random Tumble Pilling</p> 	<p>Martindale</p> 
	<p>Calificación Promedio: 2</p>	<p>Calificación Promedio:3</p>

CAPITULO VI

6. ANALISIS Y EVALUACION DE RESULTADOS

6.1. Análisis de Resultados

6.1.1. Tabulación de resultados.

Luego de realizar los ensayos de acuerdo con los dos métodos empleados para los 16 tejidos estudiados en este trabajo tanto sin lavar y lavados, y la utilización del sistema de calificación mediante fotografías estándar para hacer la estimación subjetiva, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 9. Resultados del grado de Pilling obtenidos en el Random Tumble Pilling

Random Tumble Pilling								
	Sin Lavar				Lavadas			
	número de muestras							
N° Ensayo	1	2	3	Prom	1	2	3	Prom
1	5	5	5	5,0	5	5	5	5,0
2	5	5	5	5,0	5	5	5	5,0
3	4	4	4	4,0	5	5	5	5,0
4	5	5	4	4,7	5	4	5	4,7
5	3	2	2	2,3	3	2	2	2,3
6	5	5	5	5,0	5	5	5	5,0
7	5	5	5	5,0	5	5	5	5,0
8	5	5	5	5,0	5	5	5	5,0
9	5	5	5	5,0	5	5	5	5,0
10	4	4	5	4,3	5	5	5	5,0
11	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0
12	1	2	2	1,7	1	1	2	1,3
13	3	3	2	2,7	3	3	2	2,7
14	3	2	3	2,7	1	1	1	1,0
15	1	2	1	1,3	2	2	1	1,7
16	3	2	3	2,7	2	2	2	2,0

Fuente. Autor

Tabla 10. Resultados del grado de Pilling obtenidos en el Martindale

Martindale										
	Sin Lavar					Lavadas				
	número de ciclos									
N° Ensayo	500	1000	2000	5000	Prom	500	1000	2000	5000	Prom
1	2	2	2	1	1,8	2	2	2	1	1,8
2	1	1	1	1	1,0	1	1	1	1	1,0
3	2	1	1	1	1,3	2	1	1	1	1,3
4	4	4	4	3	3,8	4	4	4	3	3,8
5	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3,5
6	5	5	4	4	5	5	5	4	3	4,3
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0
14	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1,0
15	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1,5
16	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2,5

Fuente. Autor

Para mejorar la facilidad de lectura y reducir el tiempo en tipografía, se ha asignado a cada tipo de tejido con un número de ensayo, para saber a qué tipo corresponde cada uno diríjase a la tabla2, y con la finalidad de evitar repeticiones y facilitar la lectura también los tratamientos se denominarán así:

Prom RTP S/L: Promedio de los ensayos en el Random Tumble Pilling con tejidos sin Lavar

Prom RTP L: Promedio de los ensayos en el Random Tumble Pilling con tejidos Lavados.

Prom Mtd S/L: Promedio de los ensayos en el Martindale con tejidos sin Lavar.

Prom Mtd L: Promedio de los ensayos en el Martidale con tejidos Lavados.

Como hemos visto en la teoría, existen algunos factores que influyen para la formación de pilling en los tejidos, pero para el presente estudio comparativo de los resultados, se ha tomado básicamente 4 factores de interés, para los tres grupos de composición de los tejidos a evaluar (Algodón, Poliéster y Poliéster/Algodón) que son:

- Entre tejidos sin lavar y lavados.
- Entre equipos RTP y Martindale.
- Considerando el gramaje de los tejidos.
- Considerando las diferentes estructuras.

Además, para una mejor visualización de los resultados tanto en las tablas como en los gráficos estadísticos se ha considerado sus valores hasta dos decimales, pero para el análisis se consideran los valores enteros, ya que según las normas es así como se realiza su evaluación.

6.1.2. Análisis de resultados de los Tejidos de Algodón 100%.

- Comparación de resultados entre tejidos sin lavar y lavados.

Se recalca que esta condición de los tejidos se hace referencia en la norma ASTM D4970, se consideró en el análisis de los resultados, para comprobar si existe una variación en los resultados.

En la tabla se muestra en resumen el promedio final de cada ensayo.

Tabla 11. Resultados de los Tejidos de Algodón lavados y sin lavar

N° de Ensayo	Prom RTP S/L	Prom RTP L	Prom Mtd S/L	Prom Mtd L
1	5	5	1,75	1,75
2	5	5	1	1
3	4,0	5	1,25	1,25
4	4,7	5	3,75	3,75
5	2,3	2	3,25	3,5

Fuente. Autor

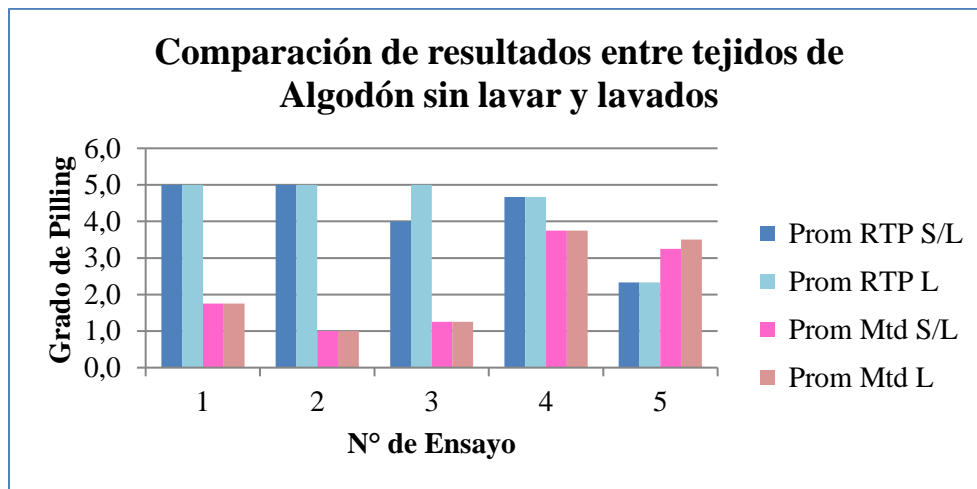


Figura 50. Análisis de tejidos sin Lavar y Lavados

Fuente. Autor

Según los resultados de los 5 tejidos de algodón de diferentes estructuras, se observa que no existe diferencia de resultados en los ensayos 1,2 y 4 tanto lavados como sin lavar, ya sea en el RTP como Martindale, pero para el ensayo 3 hay una diferencia de 1 punto entre el tejido lavado con el tejido sin lavar realizado en el RTP, mientras que no existe diferencia en el Martindale. Para el tejido 5 existe diferencia también de 1 punto en el Martindale considerando los inmediatos superior e inferior, pero en realidad sería de 0.25, mientras que en RTP no existe variación.

Por lo que se considera que no existe variación en los resultados tanto en tejidos lavados como sin lavar en tejidos de algodón.

- Comparación de resultados entre equipos.

Tabla 12.Resultados de los Equipos

N° de Ensayo	Prom RTP S/L	Prom Mtd S/L	Prom RTP L	Prom Mtd L
1	5,0	1,8	5,0	1,8
2	5,0	1,0	5,0	1,0
3	4,0	1,3	5,0	1,3
4	4,7	3,8	4,7	3,8
5	2,3	3,3	2,3	3,5

Fuente. Autor

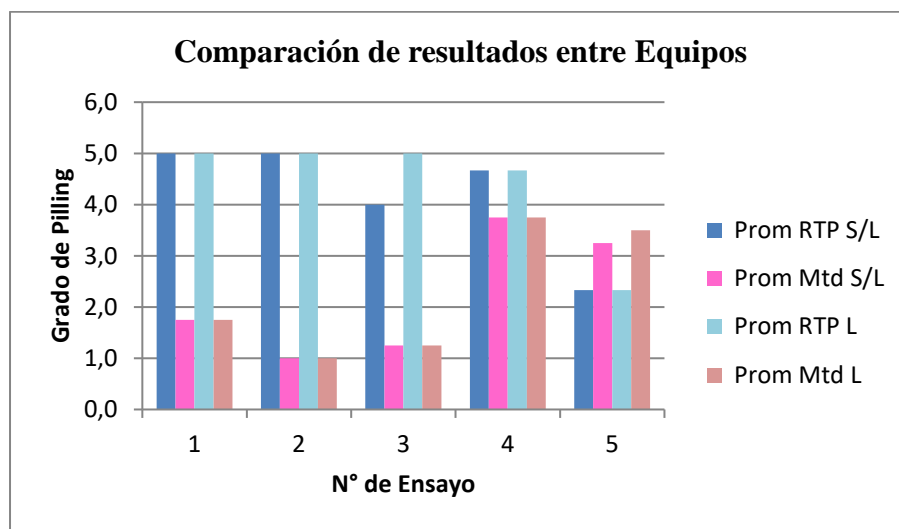


Figura 51. Análisis entre Equipos

Fuente. Autor

Con respecto a las observaciones de resultados obtenidos entre los dos equipos, existe una gran diferencia en los ensayos 1,2 y 3 que corresponden a los tejidos jersey de diferentes gramajes y diferentes títulos, se obtienen valores altos en el RTP (de 4 a 5) mientras que en el Martindale se obtiene valores bajos (de 1 a 2), mientras que para el ensayo 4 que corresponde a un rib y el ensayo 5 que corresponde a un tejido piqué existe la diferencia de 1 punto entre los resultados de los dos equipos. Al analizar el gramaje y la estructura, se podrá aclarar más el por qué de la diferencia.

- Comparación de resultados entre gramajes.

Tabla 13. Resultados de los gramajes

Gramaje	Prom RTP S/L	Prom Mtd S/L	Prom RTP L	Prom Mtd L
140	4,0	1,3	5,0	1,3
160	5,0	1,0	5,0	1,0
190	5,0	1,8	5,0	1,8
200	2,3	3,3	2,3	3,5
270	4,7	3,8	4,7	3,8

Fuente. Autor

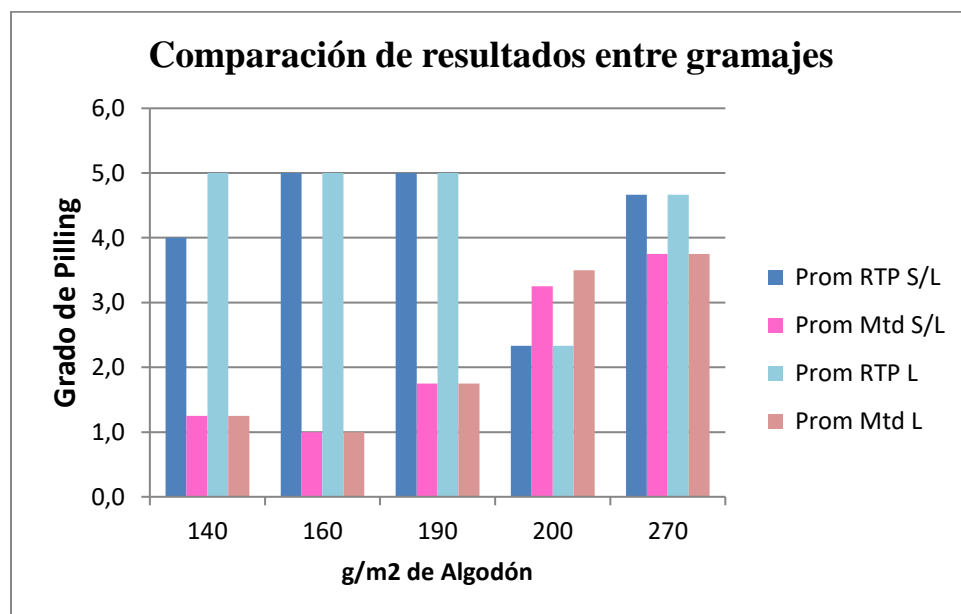


Figura 52. Análisis de gramajes

Fuente. Autor

Para los ensayos de algodón considerando los gramajes independientemente de su estructura, se observa que en el equipo RTP tiene la tendencia de obtener valores altos (entre 4 y 5) constantes en los tejidos de 140 g/m², 160 g/m², 190 g/m² y 270 g/m², mientras que en el tejido de 200 g/m² se obtiene un valor bajo de 2. Mientras que en el Martindale existe la tendencia a ir aumentando el valor a medida que aumenta el gramaje, es decir para los tejidos con gramajes bajos como 140

g/m² y 160 g/m² se obtienen valores de 1, para el tejido de 190 g/m² se obtiene un valor de 2, para el de 200 g/m² se obtiene un valor de 3 a 4, y para el tejido de 270 g/m² se obtiene un valor de 4.

Con el equipo RTP no se obtiene una conclusión definida por la variación de sus resultados y no concuerda con la teoría, mientras que con el equipo Martindale se puede comprobar la teoría que a mayor gramaje menor propensión a la formación de pilling por poseer mayor factor de cobertura.

- Comparación de resultados entre diferentes estructuras.

Tabla 6. Resultados de las estructuras de los tejidos de algodón

Tejido	Prom RTP S/L	Prom Mtd S/L	Prom RTP L	Prom Mtd L
Jersey	4,7	1,3	5,0	1,3
Piqué	2,3	3,3	2,3	3,5
Rib	4,7	3,8	4,7	3,8

Fuente. Autor

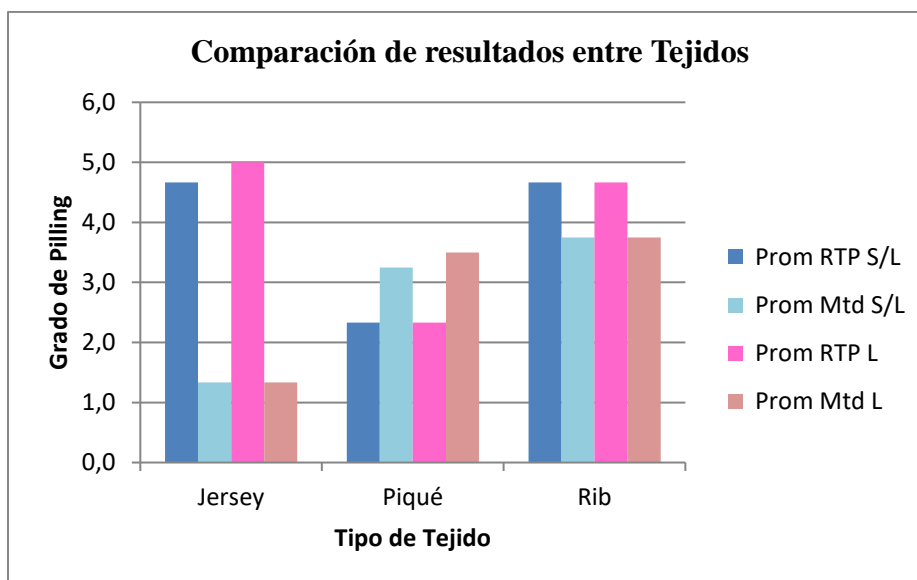


Figura 53. Análisis de estructuras

Fuente. Autor

Con respecto a la estructura de los tejidos, los resultados del RTP tiene la tendencia de obtener valores altos de 5 tanto en jersey como en rib, mientras que para el tejido piqué se obtiene un valor de 2, a diferencia en el Martindale se obtiene un valor de 1 en jersey, de 3 a 4 en el piqué y de 4 en el rib, es decir tiende a subir el valor a medida que la estructura del tejido se hace más densa, por poseer mayor factor de cobertura.

6.1.3. Análisis de resultados de los Tejidos de Poliéster 100%.

- Comparación de resultados entre tejidos sin lavar y lavados.

Tabla 7. Resultados de los tejidos de poliéster sin lavar y lavados

N° de Ensayo	Prom RTP S/L	Prom RTP L	Prom Mtd S/L	Prom Mtd L
6	5	5	4,5	4,25
7	5	5	5	5
8	5	5	5	5
9	5	5	5	5
10	4,3	5	5	5
11	1	1	5	5
12	1,7	1	5	5
13	2,7	3	5	5

Fuente. Autor

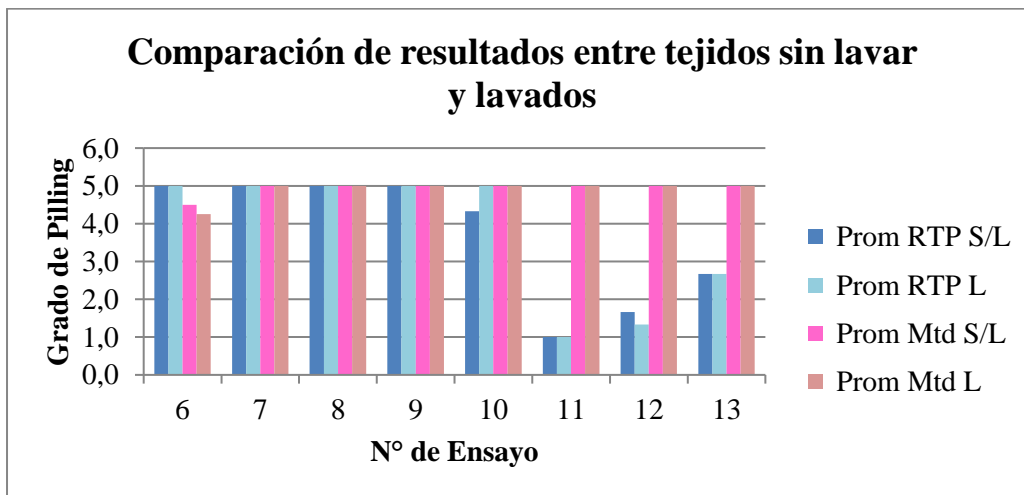


Figura 54. Análisis de tejidos sin Lavar y Lavados

Fuente. Autor

Según los resultados de los 8 tejidos de poliéster de diferentes estructuras, se observa que en RTP no existe diferencia de resultados en los ensayos 6,7,8,9, 11 y 13 tanto lavados como sin lavar, y la diferencia de 1 punto en los ensayos 11 y 12, mientras que en el Martindale tampoco existe diferencia en los ensayos del 7 al 13, y tan solo del valor de 1 punto en el ensayo 6 considerando sus inmediatos superiores e inferiores, pero en valores reales la diferencia es de 0.25. Por lo que se considera que no existe variación en los resultados.

- Comparación de resultados entre equipos.

Tabla 14. Resultados de los Tejidos de Algodón lavados y sin lavar

N° de Ensayo	Prom RTP S/L	Prom Mtd S/L	Prom RTP L	Prom Mtd L
6	5,0	4,5	5,0	4,3
7	5,0	5,0	5,0	5,0
8	5,0	5,0	5,0	5,0
9	5,0	5,0	5,0	5,0
10	4,3	5,0	5,0	5,0
11	1,0	5,0	1,0	5,0
12	1,7	5,0	1,3	5,0
13	2,7	5,0	2,7	5,0

Fuente. Autor

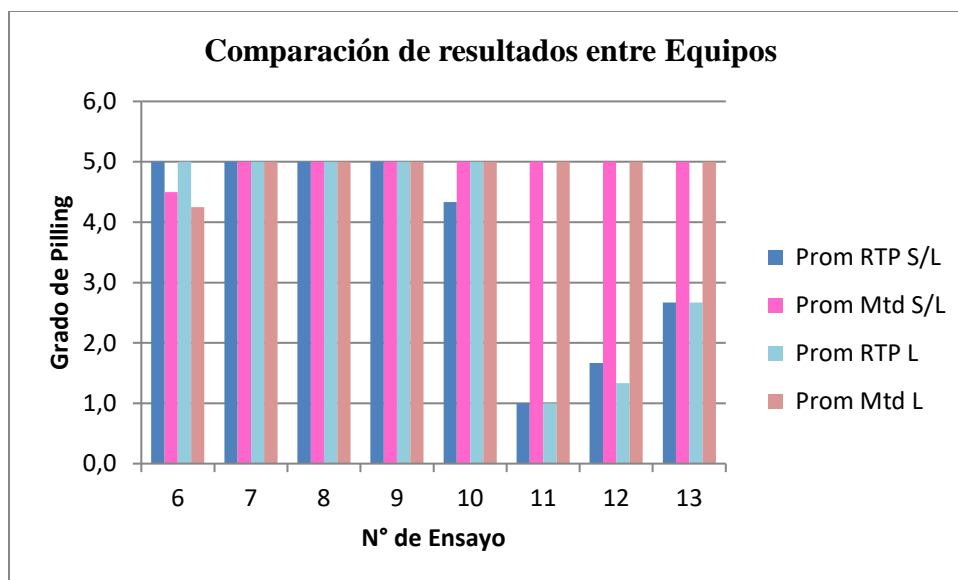


Figura 55. Análisis entre Equipos

Fuente. Autor

Para los resultados obtenidos en los ensayos 6, 7, 8,9 y 10 no existe diferencia significativa entre los valores altos (4 a 5) obtenidos entre el RTP y el Martindale, mientras que para los ensayos 11, 12 y 13 se ve una diferencia muy notoria entre sus resultados ya que en RTP se obtienen valores bajos(1 a 3) mientras que en el Martindale se obtiene valores altos (4 a 5).

Con el análisis de gramaje y estructura, se podrá determinar la causa de tal diferencia.

- Comparación de resultados entre gramajes.

Tabla 15. Resultados de los gramajes

Gramajes (g/m ²)	Prom RTP S/L	Prom Mtd S/L	Prom RTP L	Prom Mtd L
130	5,0	5,0	5,0	5,0
160	2,7	5,0	2,7	5,0
180	4,8	4,8	5,0	4,8
230	5,0	5,0	5,0	5,0
260	1,0	5,0	1,0	5,0
300	1,7	5,0	1,3	5,0

Fuente. Autor

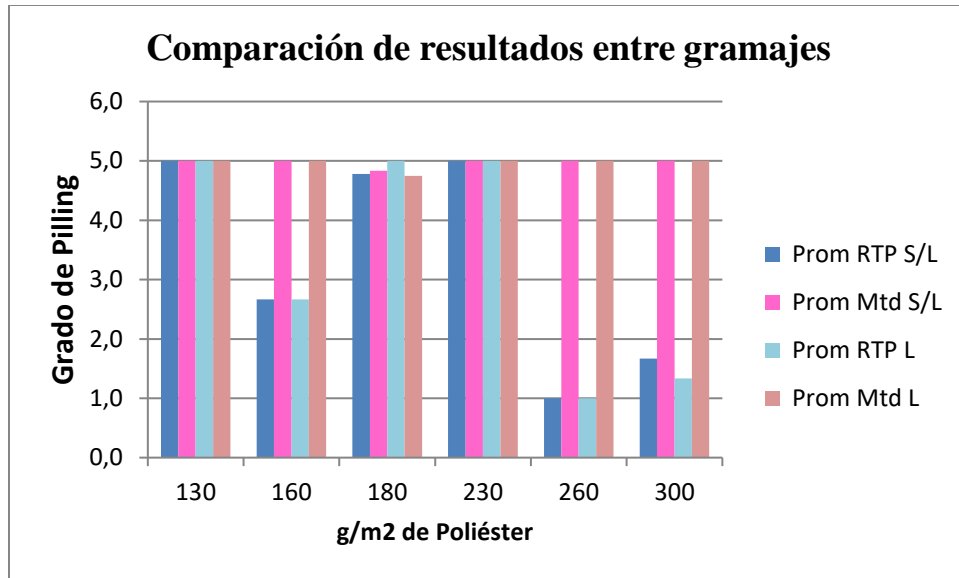


Figura 56. Análisis de gramajes

Fuente. Autor

Para los ensayos de poliéster considerando los gramajes independientemente de su estructura, se observa que en el equipo RTP tiene la tendencia de obtener un valor alto (5) en los tejidos con gramaje de 130 g/m², 180 g/m² y 230 g/m², mientras que en el tejido de 160 g/m², 260 g/m² y 300 g/m² se obtiene valores bajos (1 a 3), por lo que en este equipo también no existe una relación de pilling vs gramaje. Mientras que en el Martindale se mantiene constante el valor alto de 5 para cualquier tipo de tejido, considerando que los tejidos son elaborados con hilos de filamento continuo de microfibras, a excepción del tejido de 160 g/m² que es un tejido jersey esmerilado elaborado con poliéster de fibra cortada.

Aunque se trata de tejidos de fibra sintética, y según la teoría son los más propensos a la formación de pilling, en este caso como son tejidos elaborados con hilos de filamento continuo, es por tal razón que se obtiene valores altos de 5, independientemente del gramaje, por lo que el equipo Martindale estaría confirmando la teoría que hilos de filamento no producen pilling.

En el caso del tejido de fibra cortada, se debería analizar la causa principal del por qué se obtiene buen resultado en el Martindale a pesar de ser fibra sintética y de fibra cortada.

- Comparación de resultados entre tejidos de diferentes estructuras.

Tabla 16. Resultados de las estructuras de los tejidos de poliéster

Tejido	Prom RTP S/L	Prom Mtd S/L	Prom RTP L	Prom Mtd L
Interlock	4,7	5,0	5,0	5,0
Jersey	5,0	4,5	5,0	4,3
Piqué	1,8	5,0	1,7	5,0
Rib	5,0	5,0	5,0	5,0

Fuente. Autor

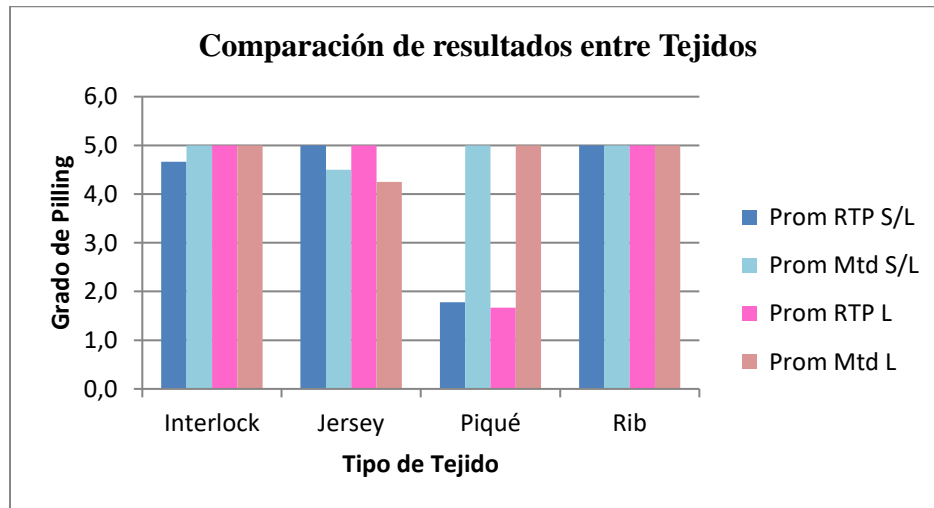


Figura 57. Análisis de estructuras

Fuente. Autor

Para los tejidos Interlock, Jersey y Rib se obtiene un valor alto (5) en el RTP, pero en el tejido piqué que corresponde a dos tejidos analizados de diferentes gramajes, si existe la diferencia notoria, se obtiene un valor promedio de 2. Mientras que en el Martindale también se obtiene un valor alto (5) en los tejidos Interlock, Rib y Piqué, y para el Jersey también se tiene un valor alto (4).

Como se trata de tejidos de filamento continuo se debe esperar que realmente se obtengan valores altos, con lo que el equipo Martindale estaría corroborando la teoría.

6.1.4. Análisis de resultados de los Tejidos de Poliéster /Algodón.

- Comparación de resultados entre tejidos sin lavar y lavados.

Tabla 17. Resultados de los Tejidos de Algodón lavados y sin lavar

N° de Ensayo	Prom RTP S/L	Prom RTP L	Prom Mtd S/L	Prom Mtd L
14	2,7	1	1,75	1
15	1,3	2	1,5	1,5
16	2,7	2	2,75	2,5

Fuente. Autor

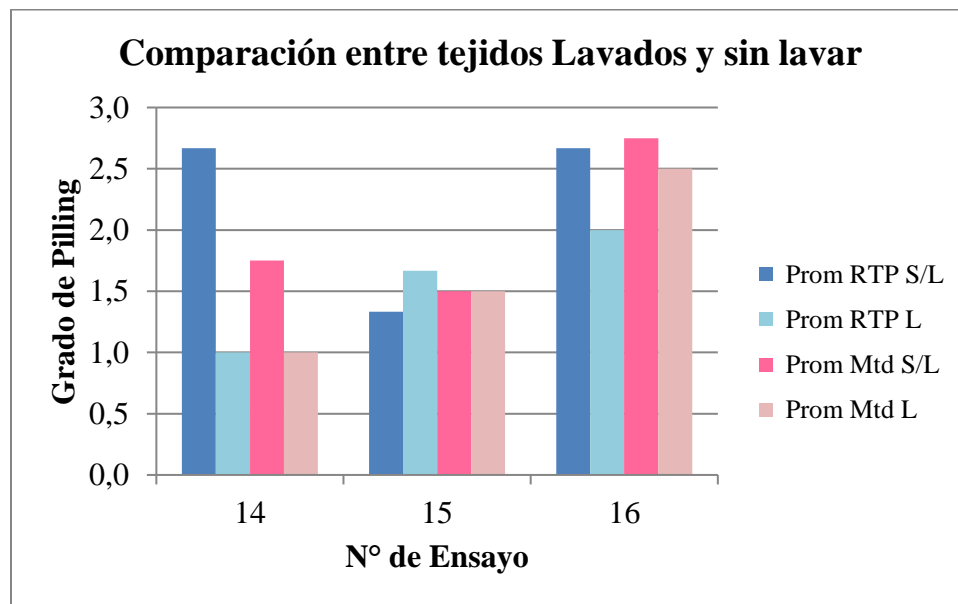


Figura 58. Análisis de tejidos sin Lavar y Lavados

Fuente. Autor

Tomando en cuenta los resultados con sus valores inmediatos superior e inferior, en el RTP los tejidos lavados y sin lavar, se observa una diferencia significativa de 2 puntos en el ensayo 14,

mientras que en los ensayos 15 y 16 la diferencia es de 1 punto. Para el Martindale también existe la diferencia de 2 puntos en el ensayo 14, mientras que en los ensayos 15 y 16 no existe diferencia.

- Comparación de resultados entre equipos.

Tabla 18. Resultados de los Equipos

N° de Ensayo	Prom RTP S/L	Prom Mtd S/L	Prom RTP L	Prom Mtd L
14	2,7	1,8	1,0	1,0
15	1,3	1,5	1,7	1,5
16	2,7	2,8	2,0	2,5

Fuente. Autor

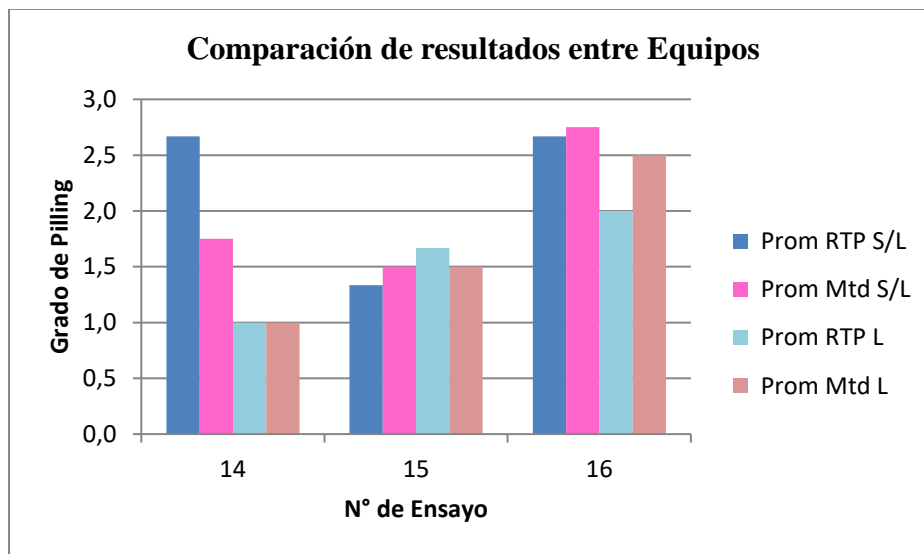


Figura 59. Análisis entre Equipos

Fuente. Autor

Los valores obtenidos en los dos equipos, se podrían considerar prácticamente iguales, porque no existe una diferencia notoria entre sus resultados, a excepción del ensayo 14 en los tejidos sin lavar se obtiene una diferencia de 1 punto.

Como se observa en la figura 58, los resultados obtenidos son bajos (1 a 3), por lo que se comprueba la teoría de que tejidos de mezclas de fibras son más propensos a la formación de pilling, y los resultados de los dos equipos lo demuestran.

- Comparación de resultados entre gramajes.

Tabla 19. Resultados de los gramajes

Gramajes (g/m ²)	Prom RTP S/L	Prom Mtd S/L	Prom RTP L	Prom Mtd L
190	2,7	1,8	1,0	1,0
270	1,3	1,5	1,7	1,5
300	2,7	2,8	2,0	2,5

Fuente. Autor

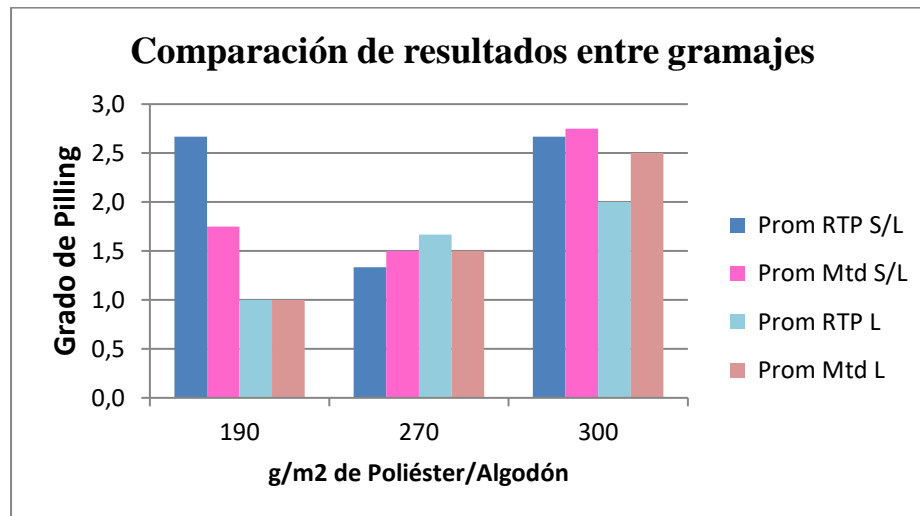


Figura 60. Análisis de gramajes

Fuente. Autor

En el RTP se obtiene un valor de 2 a 3 en el tejido de 190 g/m², mientras que para el de 270 g/m² un valor de 2, y para el de 300 g/m² un valor de 3, mientras que en el Martindale, se obtiene un valor de 1 en el tejido de 190 g/m², de 2 en el de 270 g/m² y de 3 en el de 300 g/m², es decir a medida que aumenta el gramaje, va mejorando la propensión a pilling.

Pero cabe mencionar que no existe una diferencia notoria en los resultados entre equipos, por lo que el resultado del tejido de gramaje de 190 g/m² en el RTP también sería aceptable para demostrar la teoría.

- Comparación de resultados entre diferentes estructuras.

Tabla 20. Resultados de las estructuras de los tejidos de Poliéster /algodón

Tejido	Prom RTP S/L	Prom Mtd S/L	Prom RTP L	Prom Mtd L
Jersey	2,7	1,8	1,0	1,0
Piqué	2,7	2,8	2,0	2,5
Rib	1,3	1,5	1,7	1,5

Fuente. Autor

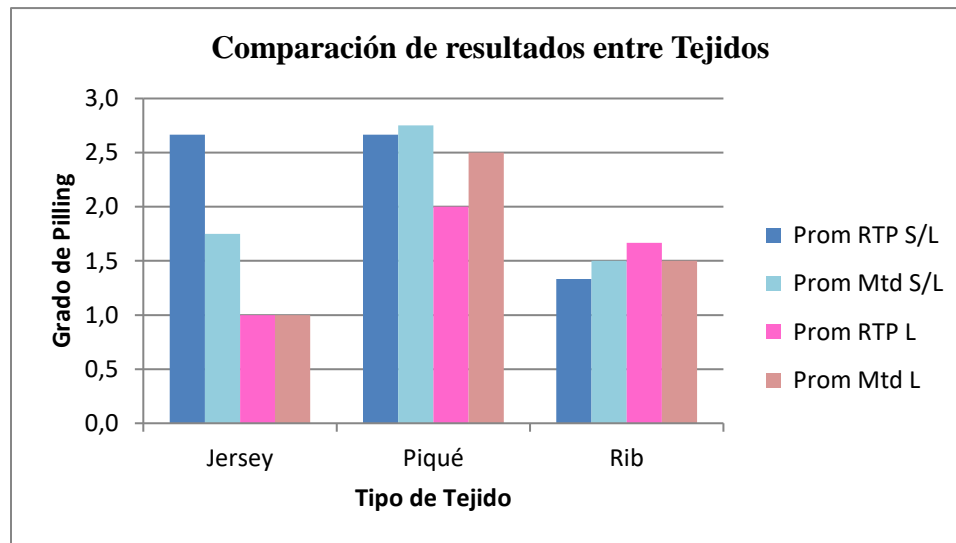


Figura 4. Análisis de estructuras

Fuente. Autor

Como ya se ha analizado anteriormente, en el tejido jersey existe una mínima variación de 1 punto entre el tejido lavado y sin lavar, y también no existe una diferencia notoria con respecto a los gramajes, pero aquí se puede observar más claramente que el tejido Piqué que tiene un gramaje de 300 g/m², tiene el valor más alto (3) con respecto al tejido jersey y rib, que son tejidos con menos factor de cobertura.

6.2 Análisis de Tiempos y Costos de cada Ensayo

A continuación se detalla, cada actividad y el tiempo requerido para ensayar un tejido, como para cuatro, considerando que es la carga máxima del equipo, además el tiempo empleado por el operario, el tiempo de funcionamiento del equipo, como el tiempo muerto, es decir donde ni el equipo ni el operario, invierten tiempo en el ensayo. La medición de los tiempos se ha realizado durante el ensayo, pueden variar dependiendo del operario.

6.2.1 Análisis de tiempo requerido del Procedimiento con Random Tumble Pilling

Tabla 21. Tiempos en el Random Tumble Pilling

N°	Actividad	Tiempo para 1 tejido	Tiempo para 4 tejidos
1	Acondicionar muestras.	4:00:00	4:00:00
2	Limpiar cámara de Pilling	0:03:00	0:12:00
3	Marcar las muestras	0:02:00	0:08:00
4	Cortar muestras	0:03:00	0:12:00
5	Preparar solución adhesiva.	0:05:00	0:05:00
6	Sellar los bordes.	0:06:00	0:24:00
7	Tiempo de secado	2:00:00	2:00:00
8	Cortar y pesar astillas de algodón	0:03:00	0:12:00
9	Colocar corchos en las cámaras	0:02:00	0:08:00
10	Colocar astilla y muestras en la cámara	0:01:00	0:04:00
11	Tiempo del ensayo	0:30:00	0:30:00
12	Limpiar el equipo y muestras	0:04:00	0:16:00
13	Evaluación de resultados.	0:05:00	0:20:00
	Tiempo total del Ensayo	7:04:00	8:31:00
	Tiempo del Operario	3:04:00	4:31:00
	Tiempo muerto	6:00:00	6:00:00
	Tiempo de Funcionamiento del Equipo	0:30:00	0:30:00

Fuente. Autor

6.2.2 Análisis del tiempo requerido del Procedimiento con Martindale

Tabla 22. Tiempos en el Martindale

N°	Actividad	Tiempo para 1 tejido	Tiempo para 4 tejidos
1	Acondicionar muestras.	4:00:00	4:00:00
2	Cortar par de muestras	0:02:00	0:08:00
3	Montar fieltro y muestra en la mesa	0:03:00	0:12:00
4	Montar espuma y muestra en porta-muestras	0:03:00	0:12:00
5	Programar ciclos de ensayo	0:02:00	0:02:00
6	Tiempo del ensayo para 500 ciclos	0:10:30	0:10:30
7	Tiempo del ensayo para 1000 ciclos	0:21:00	0:21:00
8	Tiempo del ensayo para 2000 ciclos	0:42:00	0:42:00
9	Tiempo del ensayo para 5000 ciclos	1:34:30	1:34:30
10	Retirar las muestras	0:02:00	0:08:00
11	Evaluación de resultados	0:02:00	0:08:00
	Tiempo total del Ensayo	5:46:30	6:24:30
	Mano de Obra	0:20:00	1:14:00
	Tiempo muerto	4:00:00	4:00:00
	Tiempo de Funcionamiento del Equipo	1:42:30	1:42:30

Fuente. Autor

6.2.3 Análisis comparativo de Tiempo invertido en los ensayos

Luego de determinar los tiempos empleados para la realización de cada ensayo ya sea siguiendo las norma ASTM D3512 usando el equipo Random Tumble Pilling, y la norma ASTM D4970 usando el equipo Martindale, se resume en forma de análisis su diferencia.

Tabla 23. Resultados de tiempo en horas

Equipo	Ensayo	Operario	Equipo	Muerto
RTP (1 ensayo)	7:02:00	3:02:00	0:30:00	6:00:00
Martindale (1 ensayo)	5:46:30	0:20:00	1:42:30	4:00:00
RTP (4 ensayo)	8:23:00	4:23:00	0:30:00	6:00:00
Martindale (4 ensayo)	7:38:00	1:14:00	1:42:30	4:00:00

Fuente. Autor

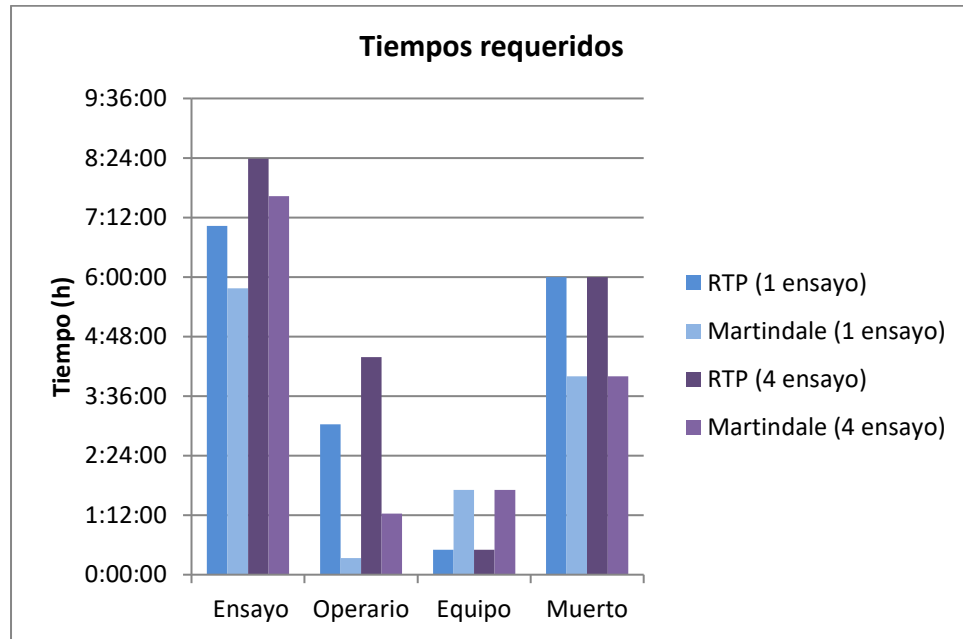


Figura 61. Tiempos requeridos en los ensayos de cada Equipo

Fuente. Autor

Según el gráfico 10, se observa que el tiempo total empleado para un ensayo es mayor en el RTP que el Martindale, con una diferencia de 1h 15min, y para el ensayo de 4 tejidos la diferencia es de 45min. El tiempo del operario (mano de obra) también es mucho mayor en el RTP con una diferencia de 2h 42min para el ensayo de un tejido, y para cuatro tejidos es de 3h 9min. El tiempo que está en funcionamiento el equipo en este caso es menor en el RTP que en el Martindale, con una diferencia de 1h 12min tanto para un ensayo como para los 4 tejidos. Y con respecto al tiempo

muerto, es decir, donde el operario puede invertirlo en otros ensayos y el equipo está apagado, el tiempo es mayor en el RTP que el Martindale con la diferencia de 2 horas.

Por lo que según el análisis de tiempos, es óptimo o ideal el uso del equipo Martindale, por la prontitud de entrega de resultados, pero este tendrá menor tiempo de vida en cuanto al tiempo de uso del equipo.

6.2.4 Análisis del Costo del método con el RTP

Costo de Insumos:

- Corcho: 293 usd la caja de 50 corchos, cada uno sirve para 4 ensayos.
- Cinta de Algodón: 225 usd la funda de 10 yardas, es decir, 0.0246usd/mm, se usa 6mm en cada ensayo.
- Pegamento: 4usd/kilo, es decir, 0.004usd/g, se usa 5g aprox. en cada ensayo
- Agua Destilada: 3.75usd el galón, es decir, 0.00099usd/g, se usa aprox. 5g en cada ensayo.

Costo de Energía Eléctrica:

- Random Tumble Pilling: 0.0933 USD/KW, el equipo consume 0.46kw/h
- Aspirador: 0.0933kw/h, el equipo consume 1.2kw

Mano de Obra: 375usd/mes, es decir, 2.13usd/h y 0.035usd/min

A continuación, se muestra un resumen para mejor visualización.

Tabla 24. Costo con RTP

DESCRIPCIÓN	Para 1 tejido	Para 4 tejidos
corcho	1,465	5,860
algodón	0,148	0,591
goma	0,020	0,080
agua destilada	0,005	0,020
Costo de Insumos (A)	1,638	6,551
Energía elect. Equipo	0,022	0,022
Energía elect. Aspirador	0,007	0,030
Consumo total Energía (B)	0,029	0,051
Tiempo operador (C)	6,46	9,325
COSTO DEL ENSAYO A+B+C	8,127	15,927

Fuente. Autor

6.2.5 Análisis del Costo del método con el Martindale

Costo de Insumos:

- Tejido Fieltro: 290Usd/5m, es decir, 0.97 usd/ensayo, considerando que en los 5m de largo x 1.5m de ancho se corta aprox. 300 círculos, según la norma cada 100000 ciclos se debe cambiar el fieltro, por lo que cada uno sirve para 20 ensayos de 5000 ciclos.
- Espuma de Poliuretano: 1usd/m, es decir, 0.001usd/ensayo, considerando que en el metro de largo por 1.5m de ancho se corta aprox. 733 círculos, según la norma se debe cambiar luego de cada ensayo.

Costo de Energía Eléctrica del Equipo Martindale: 0.093 USD/KW

Mano de Obra: 375usd/mes, es decir, 2.13usd/h y 0.035usd/min

A continuación, se muestra un resumen para mejor visualización.

Tabla 25. Costo con Martindale

DESCRIPCIÓN	Para 1 tejido	Para 4 tejidos
Filtro	0,048	3,867
Espuma de Poliuretano	0,001	0,005
COSTO DE INSUMOS (A)	0,050	3,872
ENERGIA EQUIPO (B)	0,127	0,270
TIEMPO OPERADOR (C)	0,720	2,600
COSTO DEL ENSAYO A+B+C	0,897	6,742

Fuente. Autor

En lo que se refiere a los costos de los ensayos realizados en los dos equipos, se observa una gran diferencia entre el RTP y el Martindale, de 7.23 USD cuando se ensaya un tejido, y de 9.18 USD cuando se ensayan 4 tejidos. Por lo que resulta evidente que el equipo Martindale es el óptimo.

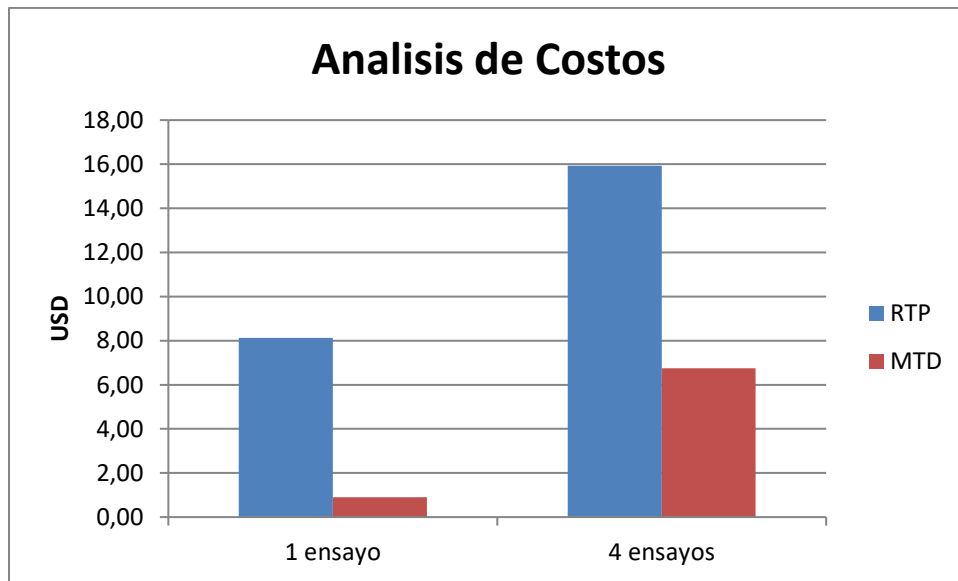


Figura 62. Costos requeridos en los ensayos de cada Equipo

Fuente. Autor

6.3 Estandarización del Proceso Optimo

Para determinar el proceso óptimo o ideal, se considera los objetivos planteados y los resultados de los diferentes análisis que se ha realizado durante el estudio, los cuales se resumen así:

Tabla 26. Análisis Comparativo del Estudio

Factores	RTP	MTD
Mayor Fiabilidad		
Tejidos de algodón		
condición de tejidos	✓	✓
equipos	X	✓
gramajes	X	✓
estructuras	X	✓
Tejidos de Poliéster		
condición de tejidos	✓	✓
equipos	X	✓
gramajes	X	✓
estructuras	X	✓
Tejidos de Poliéster/Algodón		
condición de tejidos	✓	✓
equipos	✓	✓
gramajes	✓	✓
estructuras	✓	✓
Mayor Reproducibilidad de resultados		
Tejidos de algodón	X	✓
Tejidos de Poliéster	X	✓
Tejidos de Poliéster/Algodón	✓	✓
Menor Tiempo		
Ensayo	X	✓
Equipo	✓	X
Mano de obra	X	✓
Tiempo Muerto	X	✓
Menor Costo del ensayo	X	✓

Fuente. Autor

Es evidente que al seguir el procedimiento de la norma ASTM D4790, usando el equipo Martindale cumple la mayoría de los objetivos planteados de este estudio, por lo que es el más adecuado.

6.4. Flujo del Procedimiento Propuesto

Se sugiere el siguiente esquema para el control de calidad para la valoración de la Resistencia al Pilling de los tejidos analizados, está en manos de los directivos de la empresa si lo consideran apropiado y lo implementan en sus procesos de control, o también sirve de guía al resto de empresarios a la hora de tomar una decisión si desean implementar este control en sus productos textiles.

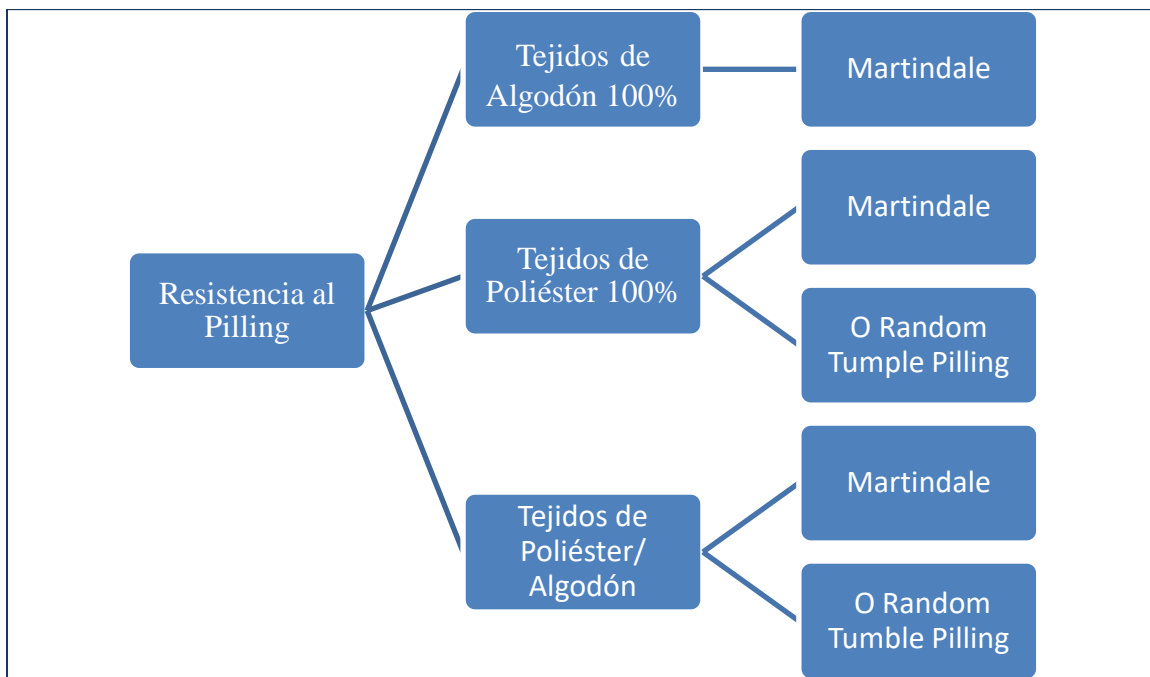


Figura 63. Procedimiento Propuesto

Fuente. Autor

CAPITULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Luego de analizar la base teórica sobre los procedimientos de los dos ensayos de pilling según la norma ASTM D3512 para el Random Tumble Pilling y la ASTM D4970 para el Martindale, se ha desarrollado la parte experimental, concluyendo que:

- Al realizar los ensayos comparativos entre los dos equipos para las tres composiciones de tejidos propuestas, se determina que usando el Martindale se obtiene mejores resultados desde el punto de vista de la fiabilidad, reproducibilidad, rapidez y costo, pero éste tendrá menor tiempo de vida en cuanto al tiempo de uso del equipo (vea la tabla26).
- No existe variación significativa en los resultados usando tejidos lavados como sin lavar
- Con el equipo Martindale se puede comprobar la teoría que a mayor gramaje menor propensión a la formación de pilling, y tiende a subir el valor a medida que la estructura del tejido se hace más densa, por poseer mayor factor de cobertura.
- El equipo Martindale estaría confirmando la teoría de que hilos de filamento continuo no producen pilling.
- Con el empleo de los dos equipos se comprueba la teoría de que tejidos de mezclas de fibras son más propensos a la formación de pilling, abriendo así la oportunidad de usar cualquier equipo en tejidos de estas características.
- Los tejidos de algodón son propensos a formar pilling cuando existe fricción entre tejidos de la misma composición, el Martindale lo demuestra, mientras que los tejidos de Poliéster son propensos a formar pilling cuando existe fricción con tejidos de otra composición haciendo que las fibras se atraigan y se adhieran al tejido, el RTP lo demuestra.

7.2. Recomendaciones

Para futuros trabajos destinados al estudio del pilling es de interés tener en cuenta lo siguiente:

- En cuanto a tejido de punto, analizar un mayor número de tejidos, con una mayor diversidad de composiciones y características físicas como lana, acrílico, rayón, seda, etc.
- Realizar un análisis comparativo con tejidos de calada o plano, utilizando los mismos equipos y las mismas composiciones.
- Realizar un estudio más profundo sobre los factores que influyen en la variación de resultados entre los dos equipos tanto para tejidos de algodón y poliéster, uno de ellos puede ser por causa de la electricidad estática generada en el Random Tumble Pilling, por el rozamiento que existe de los tejidos con el corcho, los impulsores o hasta el adhesivo de los bordes.
- Realizar estudios comparativos con otros simuladores de pilling, por ejemplo con el ICI Pillbox.
- Realizar una valoración de resultados con equipos sofisticados como Analizadores de Imagen.

Bibliografía

Ambrona, J. (02 de 02 de 2015). <http://dreamind.es/?p=3470>. Obtenido de <http://dreamind.es/?p=3470>

ASTM International. (2008). *Manual Book of ASTM Standards*. Baltimore, MD, USA: Staff.

Carrera, E. ((s.f.) de (s.f.) de 2015). <file:///C:/Users/Home/Downloads>. Obtenido de <file:///C:/Users/Home/Downloads/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20tejidos.pdf>

Gavilan, B. (20 de mayo de 2015). <https://es.slideshare.net>. Obtenido de <https://es.slideshare.net/bladimirgavilan/tejido-punto>

MANUAL SDL ATLAS. (s.f.).

Mejía, F. ((s.f.) de 01 de 2015). <http://programadetextilizacion.blogspot.com>. Obtenido de <http://programadetextilizacion.blogspot.com/2015/01/capitulo-7-diseno-textil-en-general.html>

Monterrubio, M. (12 de 08 de 2014). <http://baleardeuniformes.com>. Obtenido de <http://baleardeuniformes.com/en-que-se-diferencia-el-algodon-del-poliester/>

Rincon, D. Y. (04 de Septiembre de 2013). <https://prezi.com>. Obtenido de <https://prezi.com/w9atvlbeq5vp/tejidos-de-punto/>

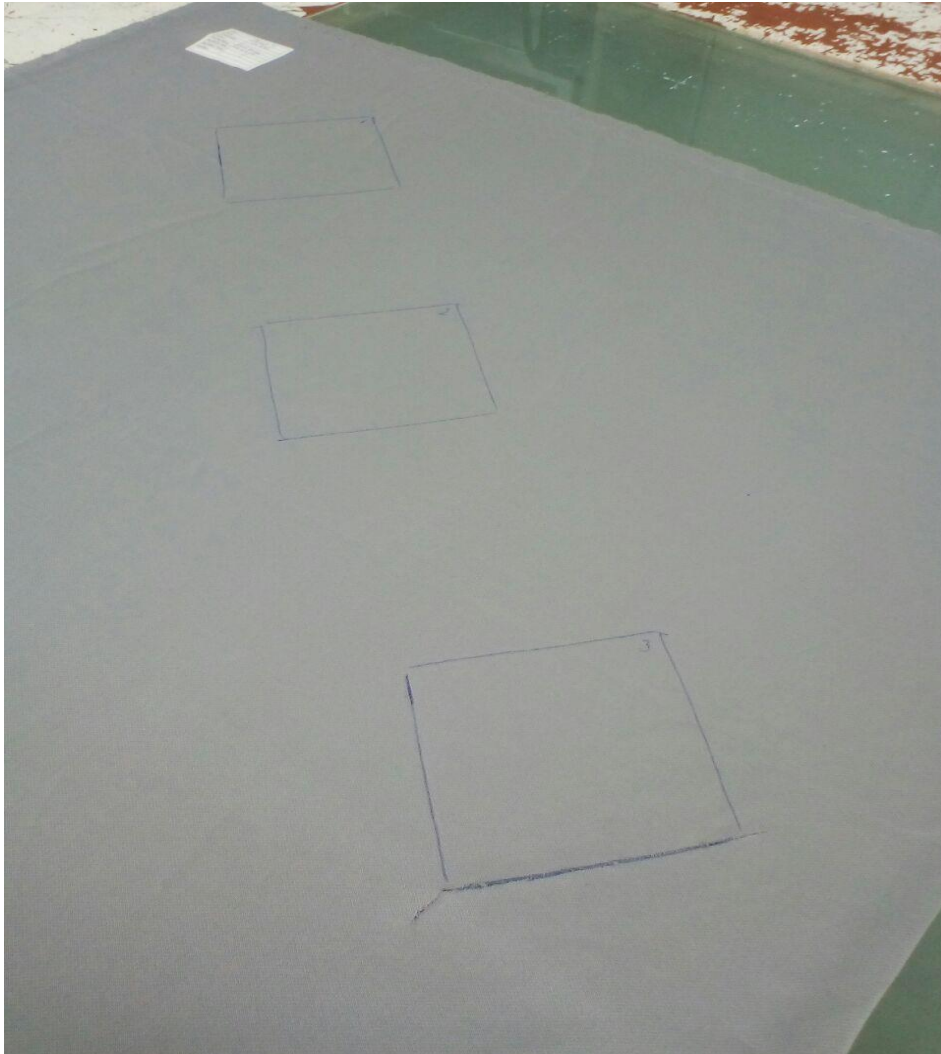
Sanginés, C. (2002). *Introducción a los Textiles*. México D.F.: Grupo Noriega.

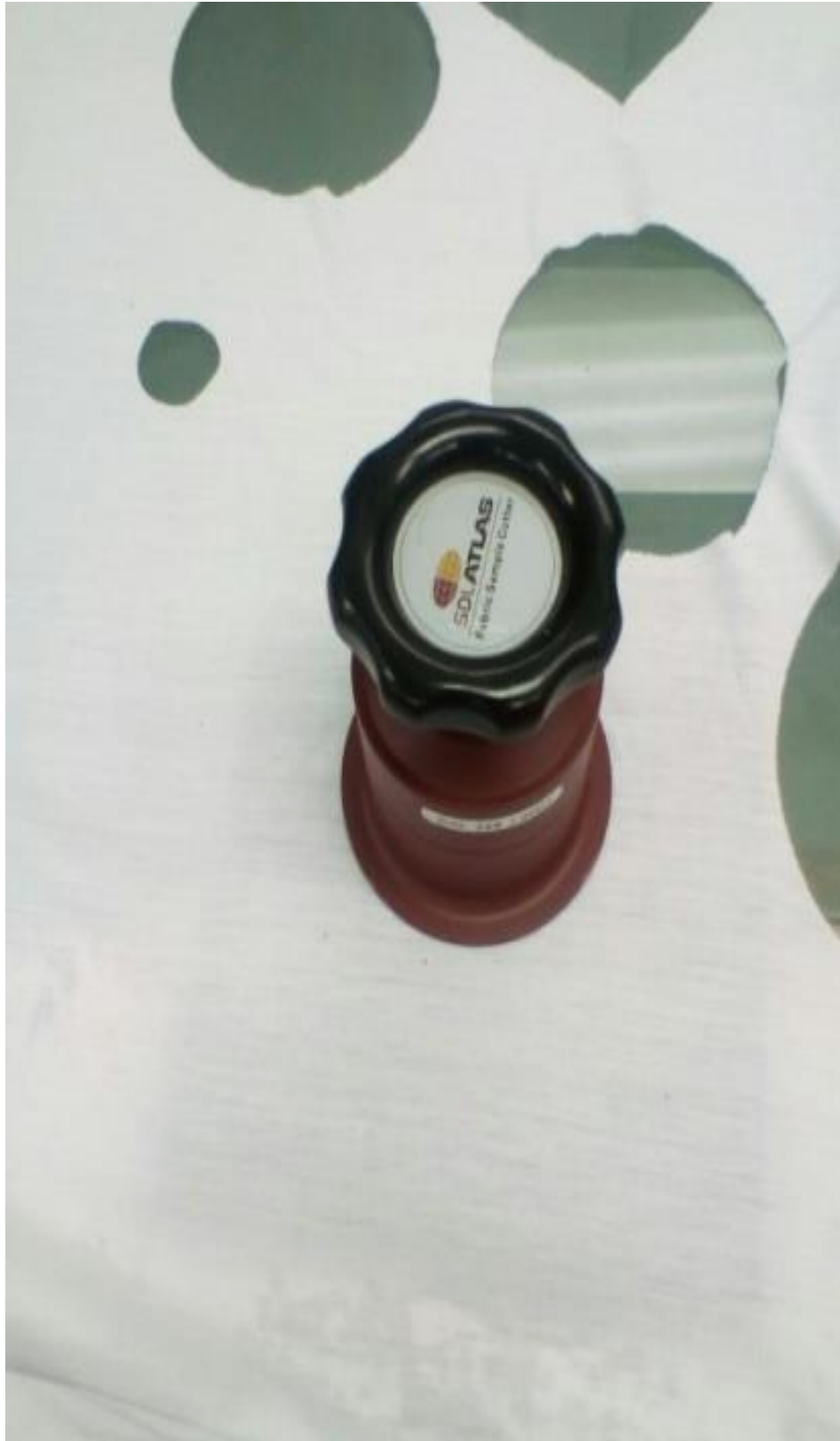
Silvia Barreto, L. C. ((s f) de (s f) de (s f)). <http://cursos.fadu.uba.ar>. Obtenido de <http://cursos.fadu.uba.ar/apuntes/Indumentaria%20I/unidad%20practica%20n%20%201/6%20a-%20Estructura%20del%20tejido%20de%20punto-%20primera%20parte.pdf>

Solé, A. (25 de 02 de 2014). EL PILLING EN LOS ARTICULOS TEXTILES. *3Ciencias* , 35-51.

Anexos

Corte de Muestras de forma Escalonada





Equipos en Funcionamiento

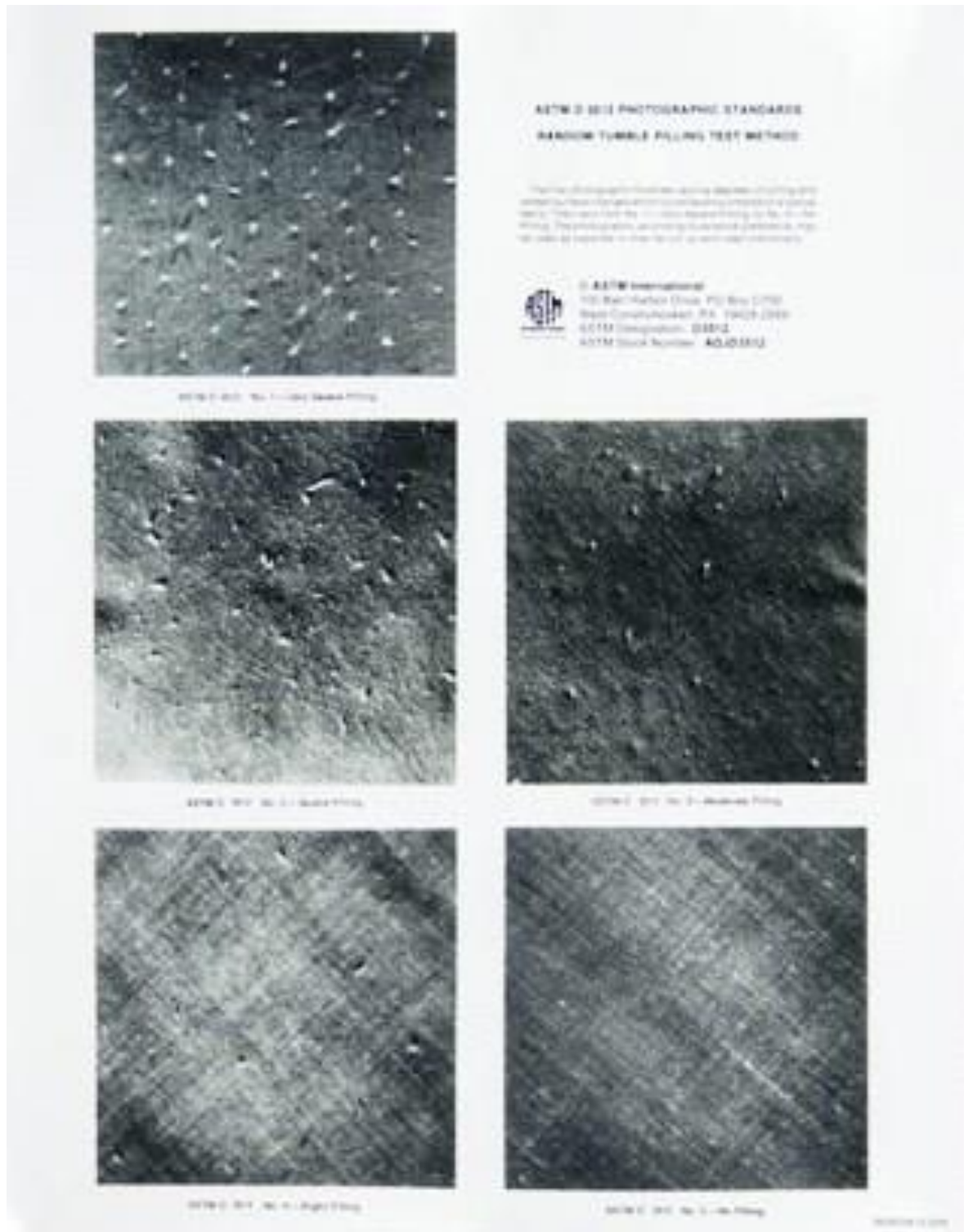


Random Tumble Pilling



Martindale

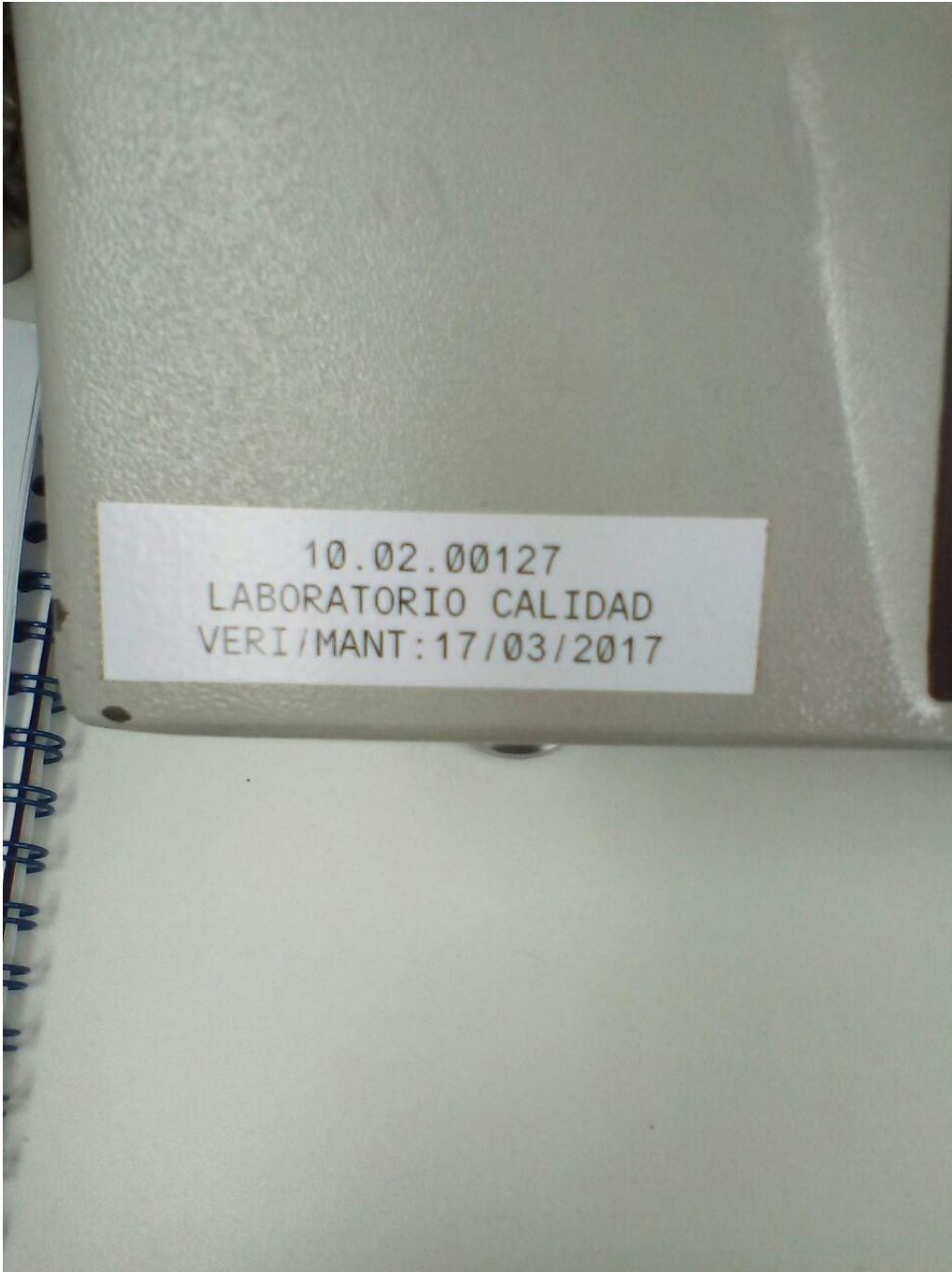
Fotografía Estándar para la Evaluación del Pilling



Fecha de Mantenimiento de los Equipos



Random Tumble Pilling



Martindale