



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**

**TRABAJO DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERA TEXTIL**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y  
CONDUCTIBILIDAD DE LOS HILOS PARA LA ELABORACIÓN  
DE UN TEJIDO INTELIGENTE”**

**AUTORA: ROSERO RODRIGUEZ ALEJANDRA ISABEL**

**DIRECTOR: MSC. EDWIN ROSERO**

**IBARRA – ECUADOR**

**2018**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### 1. IDENTIFICACION DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional determina 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 dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401465208		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	ROSERO RODRÍGUEZ ALEJANDRA ISABEL		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Dr. Cristóbal Tobar y Dr. Luis Madera (esquina) - Barrio "El Olivo"		
<b>E-MAIL:</b>	<a href="mailto:alejita.isa.ar@gmail.com">alejita.isa.ar@gmail.com</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2252660	<b>CELULAR:</b>	0993555164

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y CONDUCTIBILIDAD DE LOS HILOS CONDUCTORES PARA LA ELABORACIÓN DE UN TEJIDO INTELIGENTE
<b>AUTOR (ES):</b>	ROSERO RODRÍGUEZ ALEJANDRA ISABEL
<b>FECHA:</b>	20 de abril 2018
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREPAGO <input type="checkbox"/> POSPAGO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERÍA TEXTIL
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	MSC. EDWIN ROSERO

## 2. AUTORIZACION DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Alejandra Isabel Rosero Rodríguez, con cédula de identidad No 040146520-8, en calidad de autora y titular de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma 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 manifiesta que la obra de la presente autorizaciones originales y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es titular de los derechos patrimoniales por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, abril 2018



Alejandra Isabel Rosero Rodríguez

C.I: 0401465208



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

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

Yo, Alejandra Isabel Rosero Rodríguez, con cédula de identidad No 040146520-8, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículo 4,5 y 6 en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado: **ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y CONDUCTIBILIDAD DE LOS HILOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN TEJIDO INTELIGENTE**, que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERÍA 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 la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, abril 2018

Alejandra Isabel Rosero Rodríguez

C.I: 0401465208



**UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE**  
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

**DECLARACIÓN**

Yo, Alejandra Isabel Rosero Rodríguez, con cédula de identidad No. 0401465208, declaro bajo juramento que el trabajo de grado con el tema: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y CONDUCTIBILIDAD DE LOS HILOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN TEJIDO INTELIGENTE", aquí descrito es de mi autoría, y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Universidad Técnico del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual y Normatividad vigente de la misma.

Ibarra, abril 2018

Alejandra Isabel Rosero Rodríguez

C.I: 0401465208



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

## CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Msc Edwin Rosero Director de la tesis de grado desarrollada por la señorita Estudiante Rosero Rodríguez Alejandra Isabel.

### CERTIFICA

Que el proyecto de Tesis de grado con el Título "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y CONDUCTIBILIDAD DE LOS HILOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN TEJIDO INTELIGENTE", ha sido realizado en su totalidad por la señorita estudiante Alejandra Isabel Rosero Rodríguez bajo mi dirección, para obtener el título de Ingeniería Textil. Luego de ser revisado se ha considerado que se encuentre concluido en su totalidad y cumple con todas las exigencias y requerimientos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, abril 2018

Msc. Edwin Rosero

**DIRECTOR DE TESIS**

VI



# UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

## Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

### AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios y a la Virgen*, que con su infinita iluminación me supo guiar, cuidar y dar fuerzas para seguir adelante.

*A mis padres Marco y Susana* por apoyarme a la distancia en el progreso de mi carrera, para ser una profesional de éxito, y por estar siempre alentándome cada uno de los días.

*Agradezco a mi tutor de trabajo de grado Msc. Edwin Rosero* por su total apoyo en este proyecto de titulación, por su amistad, confianza que deposito en mí en todo momento.

*Agradezco a mis asesores Msc. Fernando Fierro e Ing. Elvis Ramírez* por ayudarme en este proceso de realización de la tesis, gracias por ser parte de mi vida universitaria.

*Agradezco a mis amigos Willy, Javi, Jairito, Filia. Tirira España, Filia Melo, Filia. Ormazza Rosero, Filia. Fiel Obando,*

*Alejandra Isabel Rosero Rodríguez*



# UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

## DEDICATORIA

*A mis padres Marco Rosero y Susana Rodríguez, a mi abuelita Purificación Andrade,* quienes a la distancia me apoyaron incondicionalmente y supieron darme fuerzas en todo momento.

*A mi sobrino Justin Rodríguez,* por ser un pequeño que llegó a iluminar mi vida con su ternura.

*A Msc. Octavio Cevallos y Lcda. Mercedes Castillo y filia, Alexandra Rosero, Pablito Ayala, Jady Prado, Pame Taya, Héctor Yépez, Jonathan Mera y Alexita Quilumbaquin* quienes son unas personas maravillosas y mis mejores amigos que, con sus jalones de orejas, supieron alentarme para salir adelante.

*A Diego* quien fue un apoyo durante mi carrera estudiantil.

Además, dedico esta tesis a mi familia Rodríguez, Silvana, Mayde, Rigoberto, Marlon, Jonathan, Patricio, Verito, que han sido los únicos que han creído en mí, y también han aportado con un granito de arena para que esto fuese posible.

A todas las personas que conocí en la Universidad Técnica del Norte, en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y en la Carrera de Ingeniería Textil, ingenieros y estudiantes.

A todos ustedes muchas gracias por haberse cruzado en mi camino y los considero como mi familia

*Alejandra Isabel Rosero Rodríguez*



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> .....	II
<b>CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>DECLARACIÓN</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>CERTIFICACIÓN DEL ASESOR</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	VII
<b>DEDICATORIA</b> .....	VIII
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	IX
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	XI
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	XII
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	XIII
<b>RESUMEN</b> .....	XIV
<b>SUMARY</b> .....	XVI
<b>PARTE TEÓRICA</b> .....	1
<b>CAPITULO I: HILOS TEXTILES</b> .....	1
1.1. ALGODÓN.....	2
1.1.1. Propiedades Físicas del algodón.....	3
1.1.2. Torsión.....	11
1.1.3. Resistencia.....	13
1.1.4. Título .....	13
1.2. POLIESTER .....	14
1.2.1. Propiedades Físicas.....	15
1.1.2. Torsión.....	17
1.1.3. Resistencia.....	18
1.1.4. Título .....	18
1.3. ELASTANO .....	18
1.3.1. Propiedades físicas .....	20
1.3.2. Torsión.....	20
1.3.3. Resistencia.....	20
1.3.4. Título .....	21
1.4. INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTO .....	22
1.4.1. DINAMÓMETRO JAMES HEAL .....	22
1.4.2. BALANZA ANALÍTICA RADWAG AS 310.R2.....	25

1.4.3.	TORSIÓMETRO ELECTRÓNICO TWIST-TESTER 61S.....	26
1.4.4.	MULTÍMETRO.....	27
<b>CAPITULO II: HILOS CONDUCTORES.....</b>		<b>28</b>
2.1.	Generalidades.....	28
2.2.	Clasificación .....	28
2.3.	Características.....	28
2.4.	Hilado.....	29
2.5.	Composición .....	29
2.6.	Propiedades físicas.....	30
2.6.1.	Torsión.....	30
2.6.2.	Resistencia .....	31
2.6.3.	Título .....	31
<b>CAPITULO III: TEXTILES ULTRA INTELIGENTE O DE TERCERA GENERACION.....</b>		<b>33</b>
3.1.	Generalidades.....	33
<b>3.2.</b>	<b>Sensores.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3.</b>	<b>Actuadores.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.</b>	<b>Conductores.....</b>	<b>34</b>
<b>CAPITULO IV: CONDUCTIVIDAD .....</b>		<b>37</b>
4.1.	Origen de la Conductividad .....	37
4.2.	Leyes .....	37
4.3.	Definición .....	38
4.4.	Medición .....	39
4.5.	Instrumentación.....	39
<b>PARTE PRÁCTICA.....</b>		<b>41</b>
<b>CAPITULO V: PRUEBAS FÍSICAS (ALGODÓN, POLIÉSTER, ELASTANO, HILO CONDUCTOR) .....</b>		<b>41</b>
<b>5.1.</b>	<b>TÍTULO .....</b>	<b>41</b>
<b>5.2.</b>	<b>TORSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>5.3.</b>	<b>RESISTENCIA/ELONGACIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>5.4.</b>	<b>CONDUCTIVIDAD .....</b>	<b>48</b>
<b>CAPITULO VI: ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS FÍSICAS (ALGODÓN, POLIÉSTER, ELASTANO, HILO CONDUCTOR) .....</b>		<b>53</b>
<b>6.1.</b>	<b>ANÁLISIS DE TITULO DE LOS HILOS .....</b>	<b>53</b>
<b>6.2.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESISTENCIA/ELONGACIÓN .....</b>	<b>55</b>
<b>6.3.</b>	<b>ANÁLISIS CONDUCTIVIDAD DE LOS HILOS.....</b>	<b>58</b>

<b>CAPITULO VII: RESULTADOS</b> .....	59
<b>CONCLUSIONES</b> .....	60
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	61
<b>ANEXOS</b> .....	62
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Clasificación de Fibras Textiles .....	1
<b>Figura 2.</b> Flor del Algodón .....	2
<b>Figura 3.</b> Estructura de la fibra de algodón .....	3
<b>Figura 4.</b> Fibras de algodón en sección transversal y longitudinal.....	3
<b>Figura 5.</b> Descripción de manera general de los procesos.....	5
<b>Figura 6.</b> Abridora de balas (pinzadora) Bale-o-matic .....	6
<b>Figura 7.</b> Mechera.....	7
<b>Figura 8.</b> Mecha a la salida del tren de estiraje de la mechera .....	8
<b>Figura 9.</b> Continua de anillos.....	9
<b>Figura 10.</b> Husadas en una continua de anillos .....	9
<b>Figura 11.</b> Estructura de un hilo fabricado en el sistema compacto, nótese la ausencia de vellosidad.....	10
<b>Figura 12.</b> Aro, cursor y husada .....	10
<b>Figura 13.</b> Sentido de Torsión .....	12
<b>Figura 14.</b> Relación entre Resistencia y Torsión .....	13
<b>Figura 15.</b> Fibra de poliéster.....	15
<b>Figura 16.</b> Creación de fibras sintéticas a partir de monómeros .....	16
<b>Figura 17.</b> Esquema básico de Hilatura de Poliéster .....	16
<b>Figura 18.</b> Encapsado .....	17
<b>Figura 19.</b> Hilo de Elastano Sencillo.....	19
<b>Figura 20.</b> Hilo de Elastano Doble .....	19
<b>Figura 21.</b> Conversión de Títulos .....	22
<b>Figura 22.</b> Dinamómetro James Heal .....	22
<b>Figura 23.</b> Balanza Analítica Radwag As 310.R2.....	25
<b>Figura 24.</b> Datos técnicos – Balanza Analítica Radwag As 310. R2 .....	25
<b>Figura 25.</b> Torsiómetro Electrónico Twist-Tester 61S.....	26
<b>Figura 26</b> Multímetro .....	27
<b>Figura 27.</b> Contextura de los hilos metálicos .....	30
<b>Figura 28.</b> Sentido de Torsión .....	31
<b>Figura 29.</b> Clasificación de los Tejidos Inteligentes .....	33
<b>Figura 30.</b> Características principales de los Textiles Inteligentes de Tercera Generación .....	35
<b>Figura 31.</b> Relación Fuerza cN - Elongación % .....	45
<b>Figura 32.</b> Relación Fuerza cN – Elongación % .....	46
<b>Figura 33.</b> Norma Española UNE ISO 2062:2009 .....	47
<b>Figura 34.</b> Relación Fuerza cN- Elongación .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Finura de Algodón .....	3
<b>Tabla 2.</b> Ventajas y Desventajas de los Textiles Conductivos de Alambre Metálico ...	28
<b>Tabla 3.</b> Coeficientes de Torsión .....	32
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Título - Poliéster .....	41
<b>Tabla 5.</b> Pruebas de Título - Algodón.....	41
<b>Tabla 6.</b> Pruebas de Título - Elastano.....	42
<b>Tabla 7.</b> Pruebas de Título – Hilo Conductor.....	42
<b>Tabla 8.</b> Prueba de Torsión – Hilo Conductor.....	43
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Torsión – Algodón.....	43
<b>Tabla 10.</b> Detalles del Ensayo – Resistencia a la tracción Algodón.....	44
<b>Tabla 11.</b> Detalles del Ensayo – Resistencia a la tracción Poliéster.....	45
<b>Tabla 12.</b> Detalles del Ensayo – Resistencia a la tracción Hilo Conductor.....	47
<b>Tabla 13.</b> Pruebas de Conductividad - Algodón.....	48
<b>Tabla 14.</b> Pruebas de Conductividad - Poliéster.....	49
<b>Tabla 15.</b> Pruebas de Conductividad - Elastano .....	49
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 40cm.....	50
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 20cm.....	50
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 15cm.....	51
<b>Tabla 19.</b> Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 10cm.....	51
<b>Tabla 20.</b> Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 5cm.....	52
<b>Tabla 21.</b> Análisis Título - Algodón .....	53
<b>Tabla 22.</b> Análisis de Título - Poliéster .....	53
<b>Tabla 23.</b> Análisis de Título - Elastano .....	54
<b>Tabla 24.</b> Análisis de Título – Hilo Conductor.....	54
<b>Tabla 25.</b> Análisis Resultado Global de los Títulos .....	55
<b>Tabla 26.</b> Análisis de la Resistencia a la tracción - Algodón .....	55
<b>Tabla 27.</b> Análisis de la Resistencia a la tracción - Poliéster .....	56
<b>Tabla 28.</b> Ficha Técnica Hilo Elastano.....	56
<b>Tabla 29.</b> Análisis de la Resistencia a la Tracción – Hilo Conductor .....	57
<b>Tabla 30.</b> Análisis Globales de la Resistencia a la Tracción de los Hilos .....	57
<b>Tabla 31.</b> Análisis Global de la Conductividad de los hilos.....	58
<b>Tabla 32.</b> Resultados Globales de las Propiedades Físicas de los Hilos .....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Devanado Hilo de Poliéster .....	62
Anexo 2. Torsiómetro.....	62
Anexo 3. Prueba de Resistencia a la Tracción.....	63
Anexo 4. Calibración del Dinamómetro.....	63
Anexo 5. Prueba de Título.....	64
Anexo 6. Enconado de los Hilos .....	64
Anexo 7. Elongación del Algodón - Resistencia.....	65
Anexo 8. Fuerza (cN) del Algodón - Resistencia.....	65
Anexo 9. Elongación % del Hilo Conductor - Resistencia.....	66
Anexo 10. Fuerza cN del Hilo Conductor - Resistencia.....	66
Anexo 11. Elongación % del Hilo de Poliéster - Resistencia.....	67
Anexo 12. Fuerza cN del Hilo de Poliéster - Resistencia.....	67
Anexo 13. Norma Española UNE-EN ISO 2062:2010 – Resistencia a la tracción.....	68
Anexo 14. Norma Española UNE-EN ISO 2061:2015 – Torsión de los Hilos.....	68
Anexo 15. Torsión Hilo Conductor – Prueba N° 1 .....	69
Anexo 16. Torsión Hilo Conductor – Prueba N° 2 .....	69
Anexo 17. Torsiones Hilos Conductor – Prueba N° 3.....	69

## **RESUMEN**

En el mundo de la Industria textil en el Ecuador, especialmente en el área de Hilatura la mayoría de empresas realizan hilos especialmente de algodón, poliéster y sus mezclas, considerados hilos tradicionales, pero la pregunta es ¿Por qué no utilizar hilos especiales como los hilos conductores en la Industria Textil?, lamentablemente las empresas textiles ecuatorianas no se han involucrado con estas nuevas tecnologías tal vez por su costo o desconocimiento o por temor de incidir en los productos tecnológicos textiles como por ejemplo la utilización de hilos conductores

El presente estudio analizará las propiedades físicas de hilos de algodón, poliéster, elastómero e hilos conductores como su conductividad que se utilizará para la elaboración de un tejido inteligente, determinando el tipo de mezclas que se puede utilizar conjuntamente con los hilos conductores, a través de pruebas que permitan resultados satisfactorios, con la finalidad de conseguir una tela inteligente capaz de transmitir biodatos.

Los textiles inteligentes hoy en día son una fuente interesante para la salud y desarrollo del ser humano, que tiene que ver con la tecnología actual, esto depende del sentido futurista que debería tener los productos y las empresas textiles ecuatorianas. Así este proyecto mostrará que podemos utilizar hilos conductores para elaborar tejidos inteligentes, aumentando las aplicaciones de nuevos materiales con propiedades extraordinarias.

## SUMMARY

In the world of textile industry in Ecuador, especially in the area of spinning most companies make threads especially cotton, polyester and mixtures, considered traditional threads, but the question is why not use special threads such as threads Drivers in the Textile Industry? Unfortunately, Ecuadorian textile companies have not been involved with these new technologies, perhaps due to their cost or lack of knowledge or due to fear of influencing textile technology products, such as the use of conductive threads.

The present study will analyze the physical properties of cotton, polyester, elastomer and conductive yarns as their conductivity that will be used for the elaboration of an intelligent fabric, determining the type of mixtures that can be used together with the conductive threads, through tests that allow satisfactory results, in order to achieve an intelligent fabric capable of transmitting biodata.

The intelligent textiles nowadays are an interesting source for the health and development of the human being, that has to do with the current technology, this depends on the futuristic sense that the products and the Ecuadorian textile companies should have. This project will show that we can use threads to make intelligent fabrics, increasing the applications of new materials with extraordinary properties.



## PARTE TEÓRICA

### CAPITULO I: HILOS TEXTILES

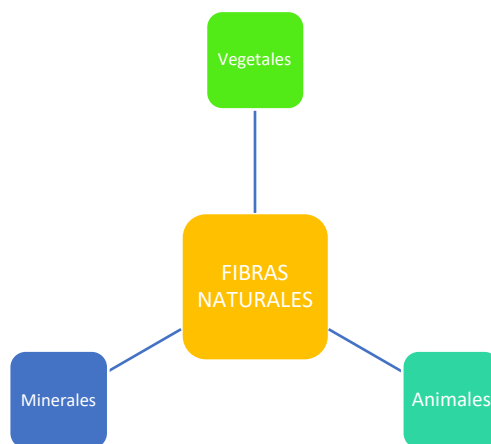
#### FIBRAS TEXTILES

Alonso (2015) menciona que: las fibras textiles se denominan como fibras naturales, artificiales y sintéticas, poseen pequeño diámetro, longitud, relativamente flexibles y macroscópicamente homogéneas. Una fibra textil se compone de millones de largas cadenas moleculares.

Los hilos son un conjunto de fibras textiles, los cuales, realizando una torsión de estos, se obtiene una gran longitud de hilo, el cual será empleado para la fabricación de tejidos, teniendo diferentes tipos de fibras se los menciona: “si son fibras de filamento continuo se denominan HILO CONTINUO, y si se trata de fibras discontinuas formarán la denominada HILAZA” (Mejía Azcárate, 2015, p:1)

#### Clasificación de fibras textiles

“Existen muchos tipos de fibras naturales [...], de igual manera fibras manufacturadas cuya producción es demasiado costosa y por ello se producción se ha descontinuado o se utiliza para aplicaciones muy especiales” (Lavado, 2013,p:33). Las fibras puede ensayarse diferenciándolas entre naturales y manufacturadas.



**Figura 1.** Clasificación de Fibras Textiles

**Fuente:** (Lavado, III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería, 2013)

**Elaborado por:** Alejandra Rosero

## 1.1. ALGODÓN

Stanley (2017) afirma que: “En la obtención de una buena cosecha de algodón intervienen la preparación del suelo, la humedad del suelo, la temperatura, la calidad de las semillas, las plagas, los fungicidas y la sanidad del suelo”. El algodón es la fibra natural más utilizada, la producción de algodón empieza cuando termina la última cosecha.

Según Giraldo (2015) en su Manual Técnico Textil determina que:

El algodón crece en arbustos, de uno a dos metros de alto. La flor aparece, se desprende y el capullo empieza a crecer. Dentro del capullo se encuentra la semilla, donde se produce las fibras; cuando los capullos maduran, se abren y proyectan hacia afuera las fibras blancas y esponjosas, un capullo tiene 7 o 8 semillas y cada semilla hasta 20000 fibras (p:26)



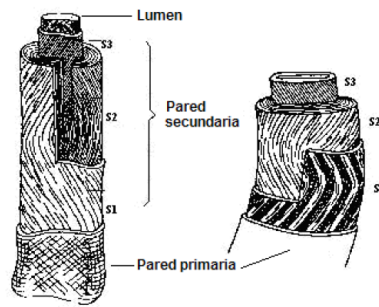
**Figura 2.** Flor del Algodón

**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)

### **Estructura del algodón**

Lavado (2013) determina: la sección transversal de una fibra de algodón se puede distinguir cuatro partes:

- ✓ La cutícula
- ✓ Pared primaria
- ✓ Pared secundaria
- ✓ Lumen



**Figura 3.** Estructura de la fibra de algodón  
**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)



**Figura 4.** Fibras de algodón en sección transversal y longitudinal  
**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)

#### 1.1.1. Propiedades Físicas del algodón

**Finura:** Lavado (2013) menciona: se refiere al grosor de las fibras y gracias a esto determina la calidad del tejido, esta propiedad contribuye al tacto de los tejidos: fibras finas dan al tejido un tacto suave, mayor resistencia, mayor flexibilidad, mejor caída y mejor dobles, aunque una mayor tendencia al Pilling. “El algodón es una fibra fina, entre 1 y 4 dtx lo que confiere un tacto suave [...] posee un diámetro de 18 a 28 micras” (Solé, 2012, p:13)

**Tabla 1.** Finura de Algodón

MICRONAIRE	CLASIFICACIÓN
Inferior a 3.0	Muy fino
De 3.0 a 3.9	Fino
De 4.0 a 3.9	Finura media
De 5.0 a 5.9	Grueso
Mayor de 6.0	Muy grueso

**Fuente:** (Lavado, III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería, 2013)

**Longitud:** “Las Fibras Cortas o Hilazas son de longitud variable y corta, bien por el estado en que las proporciona la naturaleza (fibras cortas) o por la que le confiere el hombre en el caso de las sintéticas (fibra cortada), según su necesidad” (Giraldo Martínez, 2015, p:13). Solé (2012) afirma que: las fibras más largas se utilizan para la producción de hilos finos entre 10 y 60 mm, corta menor (de 20 mm), media (entre 20 y 40) y larga (mayor de 40 mm).

### **Higroscopicidad:**

Según Martínez (2015) en su Manual Técnico menciona que:

**Uniformidad:** la menor variación de finura y longitud del lote procesado, influye en su mejor desempeño y calidad.

**Pureza:** las impurezas del algodón son causadas por las partículas de la planta. El algodón recogido a mano trae menos impurezas que el que es cosechado con máquina.

**Color:** en general va desde el blanco hasta el pardo. Ej.: Upland americano (blanco parduzco), tipo de la India (blanco cenizo o blanco amarillento), tipo egipcio (amarillento o pardo).

**Brillo:** la mayoría de los algodones son mate, solo el algodón egipcio tiene un leve brillo. La mayoría obtiene brillo, por medio de la mercerización.

**Textura:** suave, fresco y cálido

**Elasticidad y resistencia:** suficiente, mayor que la del lino y menor que la de la lana. El acabado hace posible el mejoramiento de estas características. Tiene mala resistencia a los ácidos y buena a los bloqueadores.

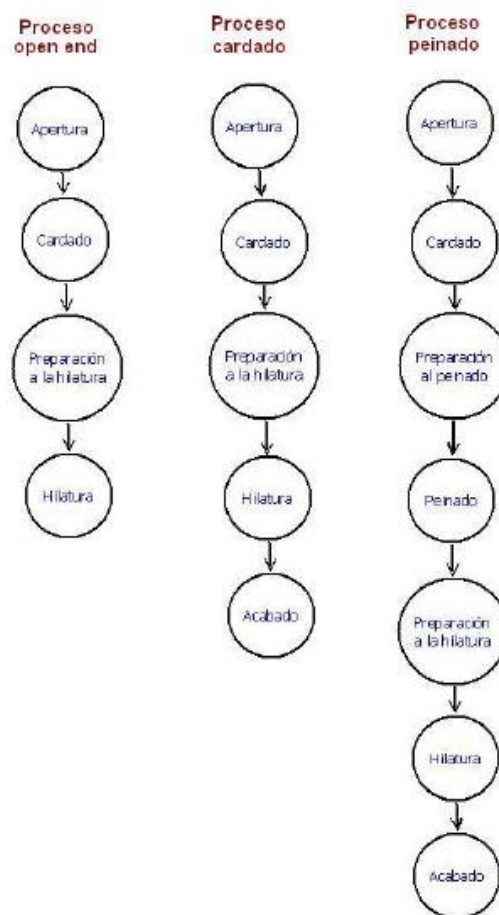
**Estabilidad:** baja. Hay que conferírsela mediante tratamientos mecánicos o químicos, como el sanforizado (encogimiento previo a base de temperatura, presión y humedad en el sentido de la urdimbre)

**Mercerizado:** tratamiento químico dado al algodón a base de sosa caustica, que además del brillo que produce en él, aumenta su resistencia a la tracción en un 50% (pudiéndose así hilar más fino). Adicionalmente, incrementa su afinidad por los colorantes.

- ✓ Resistencia de buena a moderada
- ✓ Muy poca elasticidad
- ✓ Poco flexible y propensa a las arrugas
- ✓ Confortable y suave
- ✓ Buena absorbencia
- ✓ Buen conductor de calor
- ✓ Daño por insectos, moho, descomposición y polillas

### HILATURA DE ALGODÓN

“En la hilatura del algodón tenemos que tener en cuenta tres procesos; algodón cardado, algodón peinado y para hilatura open end” (Lavado, 2013). Se considera la hilatura de algodón cardado de continua de anillos que es la más utilizada.

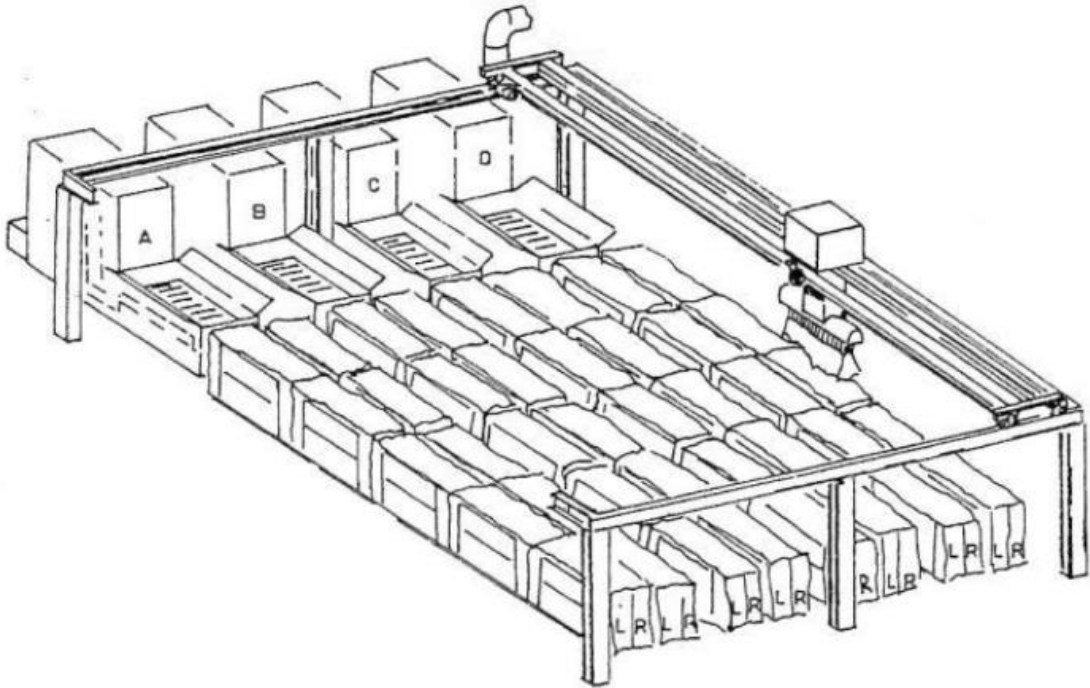


**Figura 5.** Descripción de manera general de los procesos

**Fuente:** III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería, Lavado, 2013

## Apertura

Según Lavado (2013) menciona que: las dimensiones de la sala de apertura tienen que ser amplias. Para abrir los fardos, deben quitarse los sunchos rompiéndolos adecuadamente, sin ocasionar roturas extremas. La Apertura es la primera labor que se realiza a la fibra de algodón, esto consiste en llevar las fibras a una sala para ser abiertas las fibras ya que estas vienen en paquetes comprimidos.



**Figura 6.** Abridora de balas (pinzadora) Bale-o-matic

**Fuente:** III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería, Lavado, 2013

## Cardado

Según Lavado (2013) en su libro III. La Industria Textil y su control de calidad determina que:

Esta operación se realiza en máquinas denominadas cardas. Las cardas producen tres tipos de desperdicios:

- ✓ *Bajo carda:* se obtiene especialmente debajo de la rejilla del abridor y en general, debajo de la carda. Este desperdicio es poco aprovechable, por las muchas impurezas que contiene.

- ✓ *Chapones*: es de mejor calidad y algunas veces se aprovecha para mezclar con otros algodones para la obtención de hilos gruesos.
- ✓ *Cintas*: son restos que quedan al romperse el velo, o las cintas antes de plegarse en el tacho. Con desperdicios aprovechables.

La función del cardado es:

- ✓ Separar y disgregar las fibras
- ✓ Mezclar las fibras
- ✓ Eliminar las impurezas que puedan contener las fibras
- ✓ Eliminar los neps formados en la apertura y limpieza
- ✓ Formación de una cinta que servira para alimentar las máquinas en operaciones posteriores.

Según Maldonado (2009) afirma: el objetivo de la carda es separar las fibras eliminando los desperdicios, fibras cortas, que se encuentran en las rejillas y chapones, de esta manera se formará una cinta con peso y longitud uniforme.

### **Mechera**

Según Lavado (2013) afirma: es una máquina que tuerce y estira la cinta de manual para obtener una mecha uniforme que alimentará a la continua de hilar. El torcido de la mecha se obtiene por la rotación de las aletas, la mecha ya estirada va de los cilindros de salida hasta el agujero de las aletas y luego es plegada por ésta en la bobina respectiva. También llamada preparación en fino. “Esta torsión debe darse para que las fibras componentes de la mecha, aguanten los esfuerzos a los que están sometidos en la continua de hilar y no provoquen estirajes incontrolados que aumenten la irregularidad de los hilos fabricados” (Solé, 2012,p.33)



**Figura 7.** Mechera

**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)



**Figura 8.** Mecha a la salida del tren de estiraje de la mechera  
**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)

El valor de la torsión se obtiene de la siguiente relación:

$$\text{Torsiones por metro} = \frac{\text{rpm de la aleta}}{\text{velocidad de salida} \left( \frac{m}{min} \right)}$$

Según Solé (2013) en su cuaderno tecnológico de Hilatura Del Algodón menciona que:

La torsión de la mecha depende de la relación entre la rotación del huso y la velocidad a la que la mecha sal del tren de estiraje. Tendría que ser siempre la mínima necesaria para soportar la fuerza de tracción a la que va a estar sujeto en la operación siguiente, el hilado, pero sin que suponga excesiva dificultad para la propia operación de hilado. El movimiento vertical de la bancada de husos permite un correcto plegado de las mechas, colocando las espiras paralelamente, una al lado de otra. (p.34)

### **Hilatura**

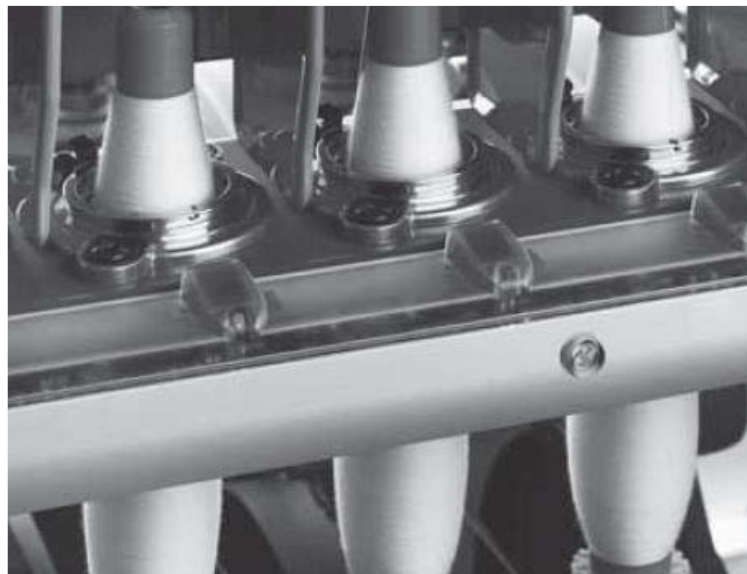
Según Maldonado (2009) refiere el proceso de hilado es transformar el pabito en hilo mediante estiramiento y torsión, para entregar un hilo con los requisitos especificados según el tipo de tela a realizar, o destinado a su venta. El objetivo del proceso de hilado es transformar la mecha en un hilo que tenga la misma masa (título de hilo), dándole una determinada torsión y finalmente plegarlo en bobinas. Se realiza en una continua de anillos, obteniéndose el hilo – de un solo cabo – que se pliega sobre un formato llamado huso, husada o canilla.





**Figura 9.** Continua de anillos

**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)

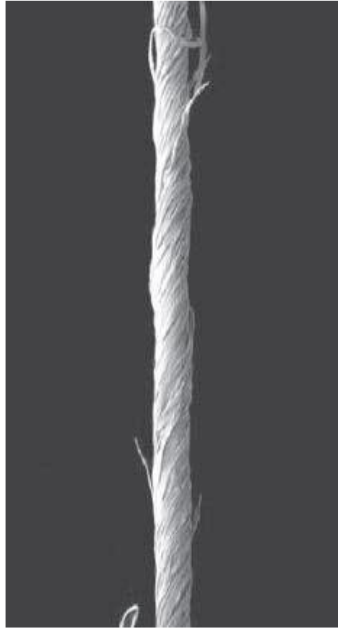


**Figura 10.** Husadas en una continua de anillos

**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)

En una continua de hilar de anillos se distinguen las siguientes partes:

- ✓ Fileta de soporte de mechas
- ✓ Tren de estiraje
- ✓ Aro y anillo cursor
- ✓ El sistema de estiraje se compone de tres pares de cilindros, en donde se produce el estiraje previo, y el estiraje principal



**Figura 11.** Estructura de un hilo fabricado en el sistema compacto, nótese la ausencia de vellosidad

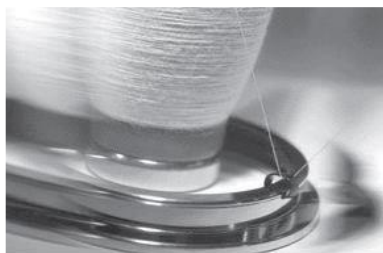
**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)

Según Solé (2013) en su cuaderno tecnológico de Hilatura Del Algodón menciona que:

Para poder enrollarse alrededor de la husada, el hilo pasa a través del anillo transportador que va alrededor del aro y le da una tensión de enrollado constante. La acción del hilo hace que el anillo transportador vaya alrededor del aro a una velocidad de rotación casi similar a la del huso. (p.36)

La torsión en vueltas por metro viene dada por el cociente siguiente:

$$T \left( \frac{v}{m} \right) = \frac{\text{rpm del huso}}{\text{velocidad producción} \left( \frac{m}{\text{min}} \right)}$$



**Figura 12.** Aro, cursor y husada

**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)

### 1.1.2. Torsión

La torsión de un hilo es el número de vueltas que se le da por unidad de longitud. Según Lavado (2013) en su libro III. La Industria Textil y su Control de Calidad determina que:

La torsión se conoce a la forma de espiral que se le da al hilo, con el objeto de mantener unidas las fibras que lo constituyen, y otorgarle suficiente resistencia para hacer posible su manipulación y ser útil para las numerosas aplicaciones a que se le destina (p:106)

La torsión tiene la finalidad de aumentar la cohesión entre fibras y esto depende de:

- ✓ La longitud de fibra utilizada
- ✓ El título del hilo
- ✓ El grado de resistencia deseado
- ✓ El uso final del hilo

#### 1.1.2.1. Influencia de la Torsión en los Hilos

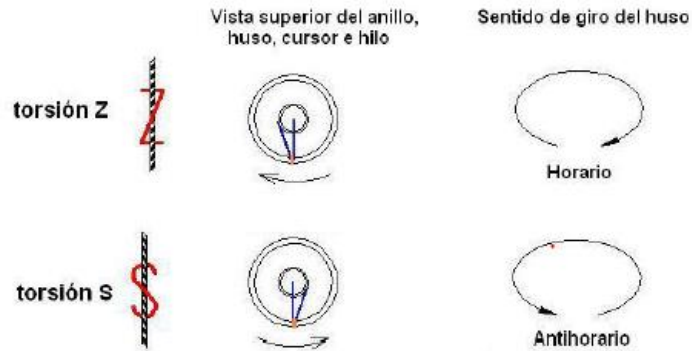
- a) **Resistencia:** a mayor torsión, mayor resistencia
- b) **Elasticidad:** a mayor torsión, mayor elasticidad
- c) **Aspecto:** a mayor torsión menor diámetro aparente del hilo (por mayor compacidad)
- d) **Tacto del tejido:** una torsión ligera proporciona telas de superficie suave, mientras que los hilos muy torcidos producen tejidos de superficie dura.
- e) **Arrugabilidad del tejido:** a mayor torsión en el hilo, menor propensión de la tela a arrugarse.
- f) **Contracción:** los hilos elaborados muy torcidos encogen mucho más.

#### 1.1.2.2. Parámetros de la Torsión

- ✓ Sentido
- ✓ Cantidad
- ✓ Intensidad

### 1.1.2.3. Sentido de la Torsión

En la gráfica se puede diferenciar dos tipos de torsión



**Figura. 13.** Sentido de Torsión

**Fuente:** Lavado, III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería

### 1.1.2.4. Aspectos de la Torsión

A igualdad de título de hilado, la resistencia aumenta al aumentar la torsión, mientras que la elasticidad disminuye. La torsión es más importante para los hilos de URDIMBRE, dado que deberán soportar una mayor tensión en el telar. Los hilos de trama no necesitan tanta torsión.

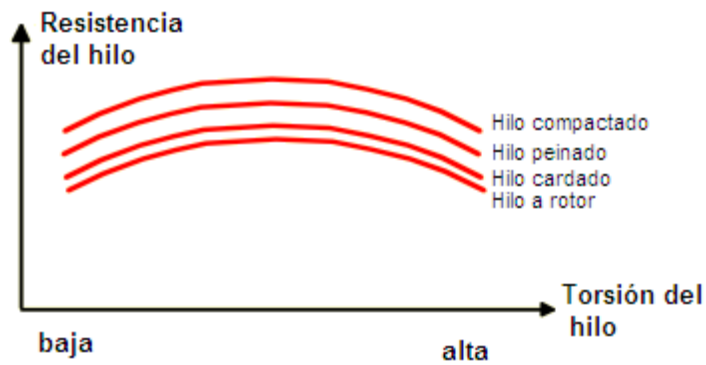
### 1.1.2.5. Hilos Compuestos

- a) Retorsión de un Hilo de Dos Cabos
- b) Retorsión de un Hilo de Tres Cabos

### 1.1.2.6. Intensidad de Torsión

Según Lavado (2013) en su libro III. La Industria Textil y su Control de Calidad determina que:

La relación existente entre la torsión y la resistencia de un hilo es directamente proporcional hasta alcanzar un cierto valor, conocido como *torsión saturante*, a partir de la cual su proporcionalidad es inversa, o sea que a un aumento de torsión corresponde una pérdida de resistencia del hilo. (p.121)



**Figura 14.** Relación entre Resistencia y Torsión

**Fuente:** Lavado, III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería

### 1.1.3. Resistencia

“Se entiende por resistencia de hilo como la capacidad que tiene este de resistir esfuerzos hasta alcanzar el punto de rotura” (Lavado, 2013). Estos esfuerzos sobre el hilo pueden ser aplicados de diversas maneras:

#### 1.1.3.1. Resistencia a la tracción

Según Lavado (2013) en su libro III. La Industria Textil y su Control de Calidad determina que:

Es una de las características que determina la calidad de un hilo; viene a ser la resistencia que opone un hilo a una fuerza aplicada a lo largo de su eje. Se ha determinado que la rotura de los hilos se produce, en el caso de las fibras discontinuas, (p.120)

#### 1.1.3.2. Factores que afectan a la resistencia del hilo

La resistencia de un hilo depende de algunos factores que involucran a:

- a) Características de las fibras
- b) Construcción del hilo
- c) Procesos posteriores

### 1.1.4. Título

Según Solé (2013) menciona que: el mismo proceso de hilatura necesita designación de los productos que se realiza en cada proceso indiquen su grosor o diámetro. La numeración de un hilo es la determinación de un índice de relación entre el grosor de ese hilo y la longitud y peso del mismo.

## 1.2. POLIESTER

El poliéster es la fibra más electrostática del grupo de termoplásticos, “el poliéster se obtiene por la reacción química de un ácido orgánico con un alcohol, el Pes es un tipo de materia plásticas derivada del petróleo [...] empezó a ser utilizado como materia prima en fibras para la industria textil” (Guzmán , 2013, p:3)

### Control de la Materia Prima

Los parámetros de control más importantes en la materia prima son:

1. Humedad: está determinada por la cantidad de agua que posee, un gránulo más húmedo, con un mismo proceso de secad, producirá un hilo de menor calidad.

Gránulo más seco → Hilo de mejores propiedades → Humedad Inestable

2. Viscosidad: es la resistencia que presentan los cuerpos o sus soluciones a fluir. A mayor resistencia, la solución es más viscosa. En el caso del gránulo de poliéster la viscosidad es una medida de longitud de la cadena polimérica del mismo. Si la cadena polimérica es más larga, el polímero es más viscoso.

A mayor humedad → Menor viscosidad de gránulo

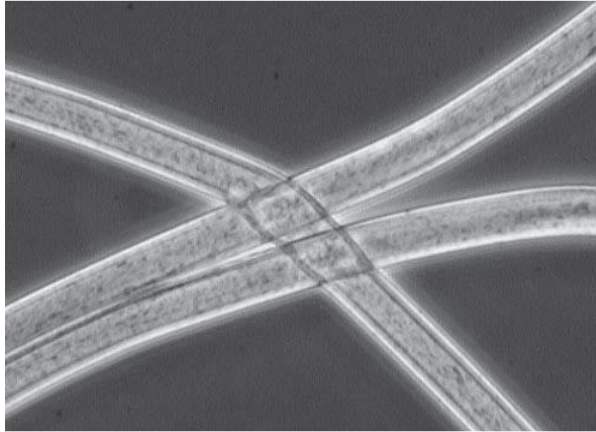
3. Brillo: es una medida de la capacidad que tienen los cuerpos a reflejar la luz. El dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) es un reactivo opaco y se añade en el proceso de fabricación del chip de poliéster para varias su brillo:

Brillante = 0 – 0.05% TiO<sub>2</sub>

Semibrillante = 0.05 – 0.5% TiO<sub>2</sub>

Mate = > 1.5% TiO<sub>2</sub>

4. Forma y dimensiones: el gránulo de poliéster puede presentarse en formas: cúbica, cilíndrica y esférica.



**Figura 15.** Fibra de poliéster

**Fuente:** Manual Técnico Textil - (Giraldo Martínez, 2015)

### 1.2.1. Propiedades Físicas

Según Solé (2013) en su cuaderno tecnológico de Hilatura Del Algodón menciona que:

**Rigidez:** el alto módulo y la rigidez de las fibras de poliéster les confiere una gran estabilidad dimensional a los tejidos, por lo que los tejidos de poliéster no se deforman. También les confiere un tacto más áspero, asimismo no presentan arrugas y retienen la forma del artículo.

**Finura y longitud:** propiedades físicas como la finura, longitud, sección transversal, íntimamente ligadas al tacto, aspecto, brillo, etc., depende en exclusiva del proceso de obtención. Las diferencias son muy acentuadas obteniendo productos tan dispares como los usos a los que se les destina, desde bolsas de deporte a tapicerías con muy buen tacto realizadas con microfibras.

**Calor:** las fibras de poliéster se funden a una temperatura de 260°C. Es termoplástica. La acción de las elevadas temperaturas, teniendo en cuenta que son fibras termoplásticas, son muy variadas desde variaciones en propiedades mecánicas, amarillamiento y encogimientos.

**Electricidad estática:** las fibras de poliéster son propensas al desarrollo de electricidad estática.

**Tacto:** rígido, áspero

**Brillo:** a voluntad

**Arrugas:** buen comportamiento

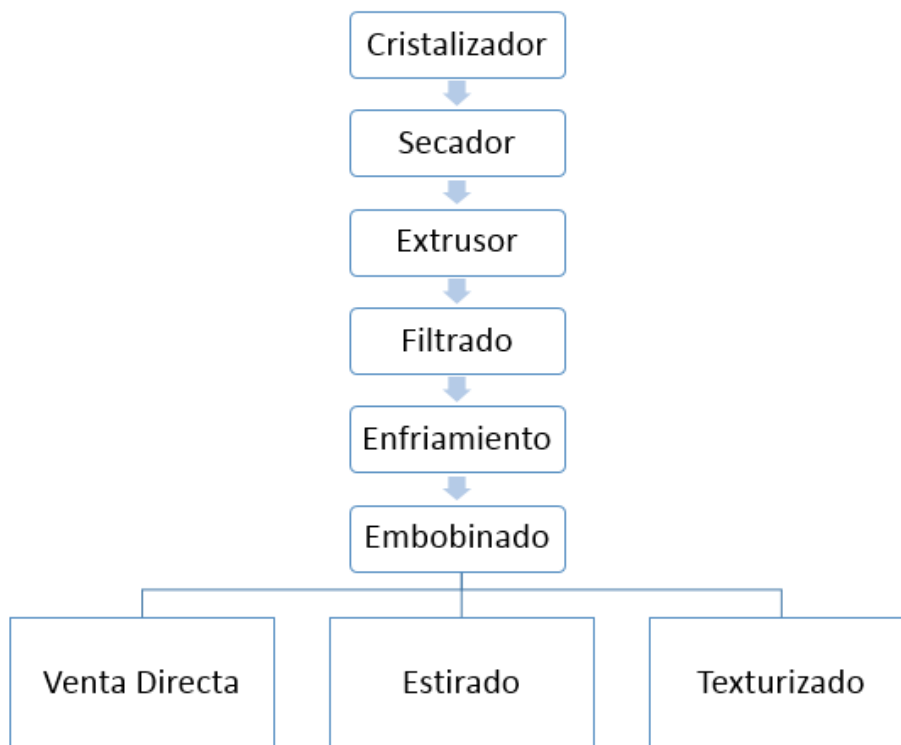
**Planchado:** no sobrepasa 150°C

**Combustión:** ante la llama el poliéster se contrae y funde formando una bola que al enfriar endurece. La bola llega a arder desprendiendo un olor a caucho.



**Figura 16.** Creación de fibras sintéticas a partir de monómeros  
**Fuente:** Cuaderno Tecnológico de Hilatura del Algodón - (Solé, 2012)

### PROCESO DE HILATURA DEL POLIESTER



**Figura 17.** Esquema básico de Hilatura de Poliéster

**Fuente:** (Guzmán, 2013)

**Elaborado por:** Rosero -2017



### 1.1.2. Torsión

#### ➤ Proceso de Estirado

“El estiramiento es el proceso mediante el cual se paraleliza y orientan las fibras del polímero de la materia prima de alimentación, garantizando de esta forma un teñido uniforme” (Guzmán , 2013)

A mayor velocidad de embobinado el hilo requiere menor orientación en las estiradoras.

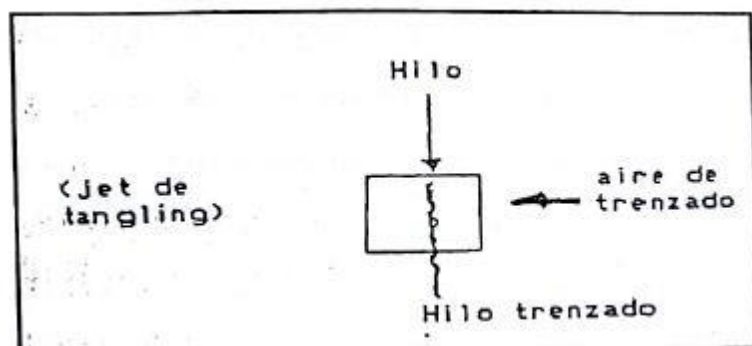
A mayor viscosidad del hilo este necesita orientación en las estiradoras

A mayor temperatura de hilar el hilo necesita menor orientación en el estirado

A menor diámetro del orificio de la hilera, el hilo necesita menor orientación en el estirado

#### ➤ Proceso de Texturizado – Encapsado

Antes del Encapsado, el hilo es trenzado con aire que posee las máquinas estiradoras



**Figura 18. Encapsado**

Fuente: (Guzmán , 2013)

Según Guzmán (2013) menciona que: el trenzado es compactar o cohesionar los filamentos del hilo, que permite su finalidad en los procesos posteriores de producción. Esto depende de varios factores:

- Presión de aire de trenzado
- Título del hilo
- Número de filamentos

- Tensión de Encapsado
- Velocidad de proceso

### 1.1.3. Resistencia

**Resistencia a la tracción:** los hilos altamente orientados, cristalinos, presentan mayor resistencia a la tracción, manteniendo el estirado y aumentando el peso molecular aumenta la resistencia.

**Resistencia a la Abrasión:** la resistencia a la abrasión es muy superior comparada con cualquier fibra textil, tan solo es superada por el nylon.

**Resistencia al Pilling:** presencia de bolitas en la superficie del tejido que desmerecen su aspecto, formadas por el enmarañamiento de fibras del interior del hilo. La permanencia en la parte exterior de los hilos depende de la resistencia de las fibras. La alta resistencia del poliéster hace que estas fibras utilizadas en forma cortada mantengan las bolitas en superficie por un tiempo indeterminado.

### 1.1.4. Título

“Nunca debe usarse la relación de estirado para ajustar el título final del hilo. Para variar el título del hilo liso hay que mover o cambiar el título del hilo de bobina” (Guzmán , 2013). El título del hilo depende de la relación de estirado que se le dé en el estiramiento, y por lo tanto del título final.

## 1.3. ELASTANO

Es una fibra sintética conocida por su elasticidad. Es fuerte, pero menos duradero. Es un copolímero de poliuretano que fue inventado en 1959 por los químicos. Según Hdezsan (2012) en su Blog de Fibras Sintéticas y Especiales menciona:

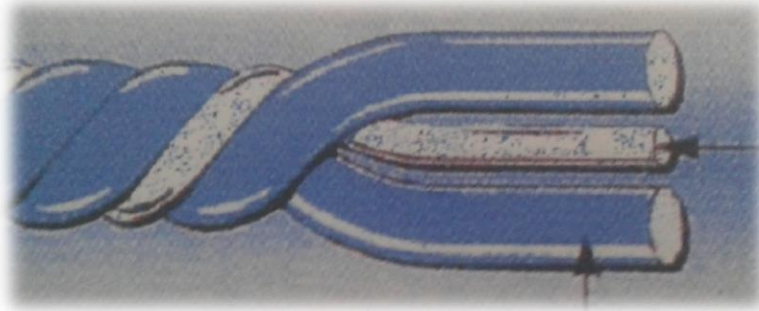
El elastano quizá es conocido como Lycra, que es el nombre comercial de la casa Dupont para este tejido, aunque también lo elaboran otras empresas textiles. El elastano es muy resistente y elástico, y posee una gran capacidad de recuperación. Se combina a otras fibras para adicionarles elasticidad, que a su vez aportará confort a las prendas. Los tejidos que incluyan elastano necesitan lavarse con precaución y plancharse a temperatura baja. (p.1)

Según (Haro Vaca, 2011), en su tema de grado determina:

Existe una gran variedad de hilos que se hacen con el Elastano, los cuales se indican a continuación:

**Elastano desnudo:** los cuales vienen en tubos y se los utiliza para urdidos. También se producen hilos de Elastano con Recubrimiento, este recubrimiento puede ser:

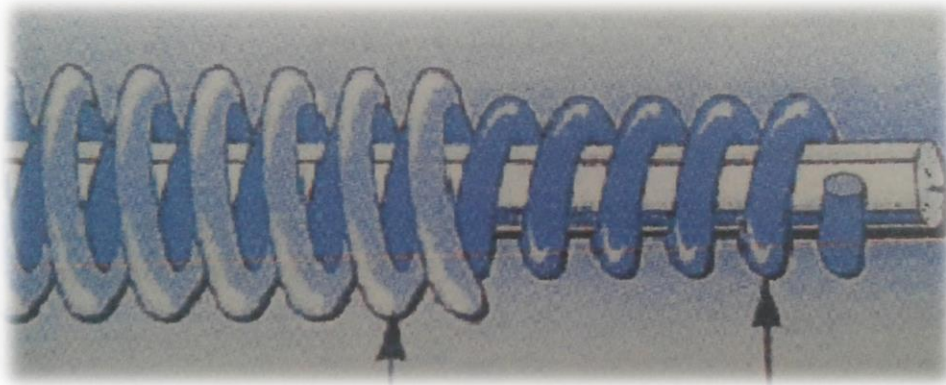
- a) **Sencillo:** El hilo sencillo es retorcido alrededor de un eje de elastano.



**Figura 19. Hilo de Elastano Sencillo**

**Fuente:** (Haro Vaca, 2011)

- b) **Doble:** son dos hilos retorcidos en sentido contrario, alrededor de un eje de elastano.



**Figura 20. Hilo de Elastano Doble**

**Fuente:** (Haro Vaca, 2011)

- c) **Core Spum:** fabricado con fibra cortada, sea natural o sintética, se refiere que va en la parte interna del cabo recubierto de elastano.
- d) **Entrelazado o recubierto con aire:** se fabrica alimentando bajo tensión, un hilo de elastano con otro rígido, retorciendo este alrededor del elastano.
- e) **Retorcido:** hilo de elastano retorcido con uno o dos hilos alrededor de un eje imaginario.

### 1.3.1. Propiedades físicas

- a) Se producen para comercializar con lustres Mate, Brillantes y Transparentes
- b) Tiene una tenacidad que va de 0.64 a 0.91 gr/dctex
- c) La elongación a la rotura 0.19%, es excelente
- d) Una recuperación de 95%
- e) Temperatura de ablandamiento es de 175°C
- f) La forma de la sección transversal, puede ser redonda, lobulada o irregular

### 1.3.2. Torsión

“El estiramiento es el proceso mediante el cual se paralelizan y orientan las fibras del polímero de la materia prima de alimentación, garantizando de esta forma un teñido uniforme” (Guzmán, 2013)

- A mayor velocidad de embobinado el hilo requiere menor orientación en las estiradoras.
- A mayor viscosidad del hilo este necesita orientación en las estiradoras
- A mayor temperatura de hilar necesita menor orientación en el estirado.
- A menor diámetro del orificio de la hilera, el hilo necesita menor orientación en el estirado

Según Giraldo Martínez (2015) en su Manual Técnico Textil Cuarta Edición menciona que:

El Elastano puede ser recubierto por torsión, con espirales de un filamento en una torsión (recubiertos simple), o por dos filamentos, en dos torsiones (recubierto doble). Se utiliza principalmente para medias, cintas elásticas, tejido de punto.

Puede ser **recubierto por aire** (entrelazado), en este caso el Spandex es recubierto por un multifilamento, mediante un chorro de aire, que los enreda (nodos). Es empleado primordialmente en tejido plano, y calcetería.

Puede ser recubierto por el método **Core Spum**. El Spandex es incorporado durante la fase del hilado de la fibra natural, quedando envuelto por la fibra. Es muy usado en tejido plano (denim, gabardina, etc.).

### 1.3.3. Resistencia

“Las propiedades elásticas de las telas y su tenacidad al encogimiento, antes y durante el acabado, dependen de la construcción de la tela y del contenido de fibras sintéticas” (Giraldo Martínez, 2015). El máximo estiramiento está gobernado por la estructura formada por los hilos no elásticos, mientras que la recuperación de sus condiciones

originales después del estiramiento y relajación es función de la capacidad de recuperación elástica de la fibra elastomérica.

#### 1.3.4. Título

Según Giraldo (2015) afirma referirse al grosor de un hilo resulta difícil ya sea por su tamaño o irregularidad, especialmente en fibras naturales, por lo que se ha denominado esta finura o espesor TÍTULO, existiendo dos tipos de sistemas:

**Sistema Directo:** “Su longitud es constante y cuanto mayor es el grueso del hilo mayor es el título del mismo” (Solé, 2012). Por otro lado, Giraldo (2015) dice el sistema directo expresa el peso de una determinada longitud de hilo.

- **Dctex (decitex):** “Es el peso en gramos de 10.000 m de filamento, seguido del número de cabos que lo conforman” (Giraldo Martínez, 2015)
- **Denier (Den):** “El Denier es el «peso en gramos de 9.000 metros de hilo”. Su equivalencia con el sistema dctex resulta inmediata:  $1 \text{ dctex} = 0.9 \text{ Den}$ ” (Giraldo Martínez, 2015)

**Sistema Indirecto:** “Este sistema expresa, cuanto mide, un determinado peso de hilo. Se llaman inversos justamente porque cuanto mayor es el número, más delgado es el hilo” (Giraldo Martínez, 2015). Según Lavado (2012) afirma que: estos sistemas también se le los identifica como números, la longitud es variable y el peso permanece constante.

Según Giraldo (2015) en su Manual Técnico Textil Cuarto Edición, menciona que:

- **Número Métrico (Nm):** El número métrico expresa los miles de metros, por kilo de cada cabo.  
Por ejemplo, en la industria lanera un hilo formado por 2 cabos de 60.000 metros por kilogramo cada uno, se expresa como  $2/60 \text{ Nm}$ , pero ese mismo título en la industria algodonera, podría describirse como  $\text{Nm } 60/2$ .
- **Número Inglés (Ne):** Es el número de madejas de 840 yardas (768,08 metros) que pesan 1 lb (libra inglesa = 451,59 gramos). Es suficiente con saber que hay

que multiplicar por 1,7 para pasar del sistema inglés al métrico. Esta numeración ha sido siempre la habitual para el Algodón.

Fórmulas de conversión para varios sistemas de hilatura					
Convertir a:	Tex	deditex (dtex)	denier (den)	No. Métrico (Nm)	English Cotton No. (Ne)
tex		10 x Tex	9 x Tex	$\frac{1000}{\text{tex}}$	$\frac{591}{\text{tex}}$
deditex (dtex)	$\frac{\text{dtex}}{10}$		0.9 x dtex	$\frac{10000}{\text{dtex}}$	$\frac{5910}{\text{dtex}}$
denier (den)	$\frac{\text{den}}{9}$	$\frac{\text{den}}{0.9}$		$\frac{9000}{\text{den}}$	$\frac{5314}{\text{den}}$
No. Métrico (Nm)	$\frac{1000}{\text{Nm}}$	$\frac{10000}{\text{Nm}}$	$\frac{9000}{\text{Nm}}$		0.59 x Nm
English Cotton No. (Ne)	$\frac{591}{\text{Ne}}$	$\frac{5910}{\text{Ne}}$	$\frac{5314}{\text{Ne}}$	Ne x 1.69	

**Figura 21.** Conversión de Títulos  
**Fuente:** (Giraldo Martínez, 2015)

#### 1.4. INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTO

##### 1.4.1. DINAMÓMETRO JAMES HEAL



**Figura 22.** Dinamómetro James Heal

**Fuente:** Equipo de Laboratorio CITEX – UTN 2017

“Vienen a ser aquellos donde se somete al hilado a una fuerza de tracción hasta provocar su rotura” (Lavado, III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería, 2013, p:129)

Los parámetros que se obtienen de estos análisis son:

- a) **Resistencia a la rotura**, que puede expresarse en unidades de fuerza, tenacidad, longitud de rotura, trabajo
- b) **Alargamiento a la rotura**, ya sea en valores absolutos (longitud) o valores relativos (unitario y porcentual)
- c) **Tiempo de rotura**, es el intervalo de tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo hasta alcanzar la rotura. Su valor está relacionado de manera inversa al incremento de la carga o alargamiento del espécimen.

Según Lavado (2013) menciona que: cualquier hilo, sometido a ensayos de dinamometría, puede arrojar valores diferentes de resistencia y alargamiento a la rotura, esta desviación en los valores va a depender de los elementos que involucran el ensayo en sí mismo, como:

### **Características del equipo**

Según Lavado (2013) en III. La Industria Textil y su Control de Calidad, menciona que:

#### **a) Tipo**

Los dinamómetros se basan en tres principios de trabajo distintos (CRE, CRL, CRT), además dentro de cada grupo con el mismo principio podemos encontrar variedad de fabricantes, modelos y antigüedad.

#### **b) Capacidad**

Se entiende como el rango de medición, es decir, la diferencia entre el valor mayor y el menor que puede leer el *equipo*. Generalmente, un equipo con un rango de medición muy grande es menos sensible que uno con menor capacidad.

### c) **Calibración**

De manera general podemos indicar que el objetivo de toda calibración de un equipo es lograr exactitud y precisión en su medida. En un dinamómetro debe calibrarse la fuerza, el alargamiento y la velocidad de tracción con patrones por un laboratorio de calibración certificado para ello.

En los dinamómetros **CRE** la variación del alargamiento del espécimen permanece constante. Estos dinamómetros son los que actualmente están normalizados, cumplen la condición que los alargamientos experimentados por el hilo durante el ensayo son directamente proporcionales a los respectivos tiempos de ensayo.

## **NORMA ESPAÑOLA UNE-EN ISO 2062:2009**

Según la AENOR (2010) en Asociación Española de Normalización y Certificación afirma que:

ISO 2062: 2009 especifica métodos para la determinación de la fuerza de ruptura y el alargamiento a la rotura de los hilos textiles tomados de los paquetes.

ISO 2062: 2009 especifica métodos que usan la velocidad constante de los extensómetros de extensión de espécimen (CRE).

ISO 2062: 2009 se aplica a todos los tipos de hilos, excepto vidrio, elastómero, aramida, polietileno de alto peso molecular (HMPE), polietileno de ultra alto molecular (UHMPE), hilos de cerámica y carbono y cinta de poliolefina.

ISO 2062: 2009 es aplicable a hilados de paquetes, pero puede aplicarse a hilados extraídos de tejidos, sujeto a acuerdo entre las partes interesadas.



#### 1.4.2. BALANZA ANALÍTICA RADWAG AS 310.R2



**Figura 23.** Balanza Analítica Radwag As 310.R2  
**Fuente:** Equipo de Laboratorio CITEX – UTN 2018

Según Radwag (2011) menciona: Las balanzas representan un nuevo nivel de estándar de precisión, sirve para medir masas, usadas principalmente en laboratorios y la cual arroja resultados analíticos. Sus unidades de pesaje con las que se trabaja son: mg (peso miligramo), g (peso gramo), ct (peso quijote)

Technical data:	AS 60/220/C/2	AS 110/C/2	AS 160/C/2	AS 220/C/2	AS 310/C/2 **
Max capacity	60 g/220 g	110 g	160 g	220 g	310 g
Minimal load	1 mg	10 mg	10 mg	10 mg	10 mg
Readability	0,01 mg/0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg
Tare range	-220 g	-110 g	-160 g	-220 g	-310 g
Repeatability *	0,04 mg / 0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg
Linearity	± 0,07 mg / 0,2 mg	± 0,2 mg	± 0,2 mg	± 0,2 mg	± 0,3 mg
Pan size	ø 70 mm	ø 85 mm	ø 85 mm	ø 85 mm	ø 85 mm
Stabilization time	6/3,5 s	3,5 s	3,5 s	3,5 s	3,5 s
Sensitivity drift	1 ppm/°C in temperature +15° - +35°C				
Working temperature	+10° - +40°C				
Power supply	110 + 230 V AC / 50 + 60 Hz / 13,5 + 16 V DC / 1,1 A				
Adjustment / Calibration	internal (automatic)				
Display	LCD (backlit)				
Net weight/Gross weight	5,6/8,3 kg	5,5/8,2 kg	5,6/8,3 kg	5,6/8,3 kg	5,6/8,3 kg
Packaging size	495x385x515 mm				

\* Repeatability is expressed as a standard deviation from 10 weighing cycles.

\*\* non-verified balance

**Figura 24.** Datos técnicos – Balanza Analítica Radwag As 310. R2  
**Fuente:** Equipo de Laboratorio CITEX – UTN 2017

### 1.4.3. TORSIÓMETRO ELECTRÓNICO TWIST-TESTER 61S



**Figura 25.** Torsiómetro Electrónico Twist-Tester 61S  
**Fuente:** Equipo de Laboratorio CITEX – UTN 2017

El instrumento se usa para determinar la torsión valores de hilos simples y gemelos. Un sensor inductivo se detiene automáticamente cuando la prueba ha terminado. “Las unidades de medición es igual al número de vueltas (torsiones) por unidad de longitud (centímetros, pulgadas, metros, etc.)” (Lavado, III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería, 2013, p:107)

### **NORMA ISO 2061:2015**

Según la AENOR (2010) en Asociación Española de Normalización y Certificación afirma que:

ISO 2061: 2015 especifica un método para la determinación de la dirección de la torsión en los hilos, la cantidad de torsión, en términos de vueltas por unidad de longitud, y el cambio en la longitud en destorcer, por el método de recuento directo.

Esta Norma Internacional es aplicable a

- a) hilos sueltos (hilados y filamentos)
- b) hilados pesados, y
- c) hilos cableados.

Se dan procedimientos separados para cada tipo de hilo. El método está diseñado principalmente para hilos en paquetes, pero, con precauciones especiales, los procedimientos pueden usarse para hilos tomados de telas. No es adecuado para la determinación de la torsión en un monofilamento

#### 1.4.4. MULTÍMETRO



**Figura 26** Multímetro

**Fuente:** Equipo de Laboratorio CITEX – UTN 2017

“El multímetro es un instrumento que permite medir diferentes magnitudes eléctricas: tensiones alternas y continuas, corrientes alternas y continuas y resistencia” (Vasco, 2018)

### **MEDIDA DE RESISTENCIAS**

Según Postigo Linares (2012) en Calibración de Multímetros Digitales menciona:

La medida de las resistencias (el multímetro funcionando como ohmímetro) se efectúa básicamente a partir de la Ley de Ohm: se aplica una tensión (procedente de una pila interna del aparato) y se mide la corriente que circula por el circuito de medida. Para realizar una medida correcta es necesario que la resistencia a medir este libre, es decir, que NO esté conectada a un circuito.

## CAPITULO II: HILOS CONDUCTORES

### 2.1. Generalidades

Los textiles hechos de fibras naturales o manufacturadas actúan de manera predominante como aisladores. Los textiles conductivos son creados ya sea revistiendo un sustrato no conductivo, o introduciendo el material conductivo dentro del sustrato. “Los conductores eléctricos son normalmente hilos metálicos de cobre blando [...] se encuentra en forma de alambre o de cable, los cuales se usan para conducir la corriente eléctrica desde la fuente de energía hasta la carga” (Giraldo, s.f,p.1)

Los hilos conductivos disponibles en la actualidad no son apropiados para el circuito textil debido a su alta resistencia eléctrica o a su dificultad de elaboración.

### 2.2. Clasificación

Los conductores normalmente son de baja resistencia eléctrica y deben ser fuertes y flexibles.

Según (Giraldo) en su documento acerca de Conductores Eléctricos menciona que:

Los sistemas electrónicos usan materiales conductores tales como el cobre, el aluminio y la plata, por su alta conductividad eléctrica, bajo costo, peso reducido, bajo coeficiente de oxidación, alta resistencia a la corrosión y alta conductividad térmica; es decir; son buenos conductores de calor. (p.1)

### 2.3. Características

**Tabla 2.** Ventajas y Desventajas de los Textiles Conductivos de Alambre Metálico

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Alta resistencia	Características de fragilidad; se puede romper con el doblado
Un producto de fácil acceso con el 85% del mercado	Más pesado que la mayoría de los textiles
No es sensitivo al lavado o al sudor	No puede proveer calentamiento uniforme

**Elaborado por:** Rosero 2018

Los filamentos de metal – hechos típicamente de latón, acero inoxidable, aluminio, cobre o níquel – son pesados y menos flexibles que las fibras textiles basadas en polímeros, lo que no son características favorables que las fibras textiles para los textiles de prenda electrónica.

#### 2.4. Hilado

Según Bowles, Shahariar, Bhakta, & S. Jur, en la Revista de Textiles Panamericanos (2017) afirman:

Los hilos conductivos son un paso lógico para crear circuitos textiles. Los hilos bicompatibles, compuestos de acero inoxidable o de plata, se pueden usar como componentes conductivos. La plata es el más conductivo de estos materiales, pero el acero inoxidable produce un hilo más barato. En la actualidad, la Industria Textil está tratando de usar la misma maquinaria de hilatura y de tricotado que se ha usado durante décadas para fabricar hilos y tejidos conductivos. Los hilos que contienen acero inoxidable o plata son más difíciles de fabricar en maquinaria tradicional debido a la fricción y la abrasión del hilo metálico en los componentes metálicos de las máquinas. (p.39)

#### 2.5. Composición

Los hilos de oro, de plata, de cobre dorado, etc., en general se emplean asociados con la seda, el algodón u otras materias textiles, ya sea formando parte directa de la urdimbre o de la trama, como sucede con los galones, por ejemplo, ya sea en forma de bordado, espolinado, etc. “Los hilos metálicos carecen de la elasticidad necesaria para ser trabajados fácilmente junto con los textiles vegetales o animales corrientes” (Blanxart, sf, p.8)



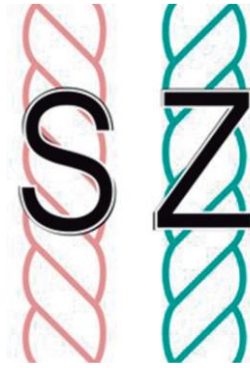
**Figura 27.** Contextura de los hilos metálicos  
**Fuente:** (Blanxart)

La desventaja de utilizar este tipo de fibras es que, al ser finas, difícilmente soporta los procesos de hilado y tejido por su baja flexibilidad. Es por eso que actualmente las empresas han optado por la implementación de fibras poliméricas con características conductora, ya que estas poseen mayor flexibilidad y confort.

## 2.6. Propiedades físicas

### 2.6.1. Torsión

Según Giraldo (2015) determina que: es el sentido de giro con el que queda el hilo, después de ser sometido a algún tipo de proceso: Texturizado, Retorcido, enconado, etc. Se denomina como: torsión S o Z. Cuando el giro es en el sentido de las agujas del reloj, se llama Torsión Z y el contrario será S.



**Figura 28.** Sentido de Torsión  
**Fuente:** (Giraldo Martínez, 2015)

### 2.6.2. Resistencia

“El proceso para producir fibras metálicas es el estiramiento de alambre, un proceso de producción mecánico. Este proceso se caracteriza por sus diferentes pasos de dibujo, denominado trenes grueso, medio, fino y cardado” (Redstrom, Redstrom, & Mazé, 2005)

### 2.6.3. Título

Según Lavado (2012). En III. La Industria Textil y su Control de Calidad menciona los principales sistemas directos de titulación de los hilos son:

#### **Título tex (tex)**

Este sistema, que tiende a convertirse en el sistema universal para la densidad lineal, expresa el peso en gramos de 1000 metros de material.

Tiene la virtud de su sencilla aplicación, debido al uso de las unidades internacionales de masa y longitud.

Por ejemplo:

- Si 1000 metros de un hilo tienen un peso de 20 gramos, se dice que el título tex del hilo es 20.
- Si 1000 metros de un hilo tienen un peso de 170 gramos, se dice que el título tex del hilo es 170.

Igual que en las demás unidades métricas del SI, también con el sistema de numeración tex pueden calcularse y utilizarse submúltiplos y múltiplos. La siguiente tabla muestra una selección con los correspondientes símbolos.

### Título denier (*Td* o *De*)

Se empleaba desde tiempos muy remotos en la industria de la seda natural, y antes que se descubriesen los métodos de fabricación de las fibras hechas por el hombre. Actualmente se emplea en la titulación de hilos de fibras artificiales y sintéticas, tanto en fibra cortada como en filamento continuo.

Básicamente este sistema indicaba la cantidad de madejas de 20 *auanas* cada una (1 *auna* = 22,5 m) contenidas en 1 *denier* (1 *denier* = 0,05 gramos). Por la dificultad que ofrecía esta cifra para el cálculo del título del hilo, se buscó un factor (20) que, multiplicado por las unidades de longitud y peso, obtuviera cifras enteras. Así tenemos:

- Si 9000 metros de un hilo pesan 15 gramos, se dice que el título denier del hilo es 15.
- Si 9000 metros de un hilo pesan 350 gramos, se dice que el título denier del hilo es 350.

**Tabla 3. Coeficientes de Torsión**

COEFICIENTES DE TORSION	
Destino del hilo	$\alpha$ Métrico
Urdimbre	4,2
Trama	3,4
Bonetería	2,4
Crepe	5

**Fuente:** (Catalina, 2013)

**Elaborado:** Rosero – 2018

COEFICIENTE DE TORSIÓN	TIPO Co DE HILO SEGÚN SU LONGITUD	URDIMBRE	TRAMA	TEJIDO DE PUNTO
$\alpha_e$	Corto	3,9 – 4,9	3,3 – 3,8	-
	Mediano	3,8 – 4,6	3,0 – 3,5	2,5 – 3,0
	Largo	3,3 - 3,6	2,5 – 3,0	2,1 – 2,6
$\alpha_m$	Corto	120 – 150	100 – 115	-
	Mediano	115 – 135	90 – 105	75 – 90
	Largo	100 – 115	75 – 90	65 – 80
$\alpha_{tex}$	Corto	3790 – 4740	3160 – 3630	-
	Mediano	3630 – 4270	2840 – 3320	2370 – 2840
	Largo	3160 – 3650	2370 – 2840	2050 – 2530



## CAPITULO III: TEXTILES ULTRA INTELIGENTE O DE TERCERA GENERACION

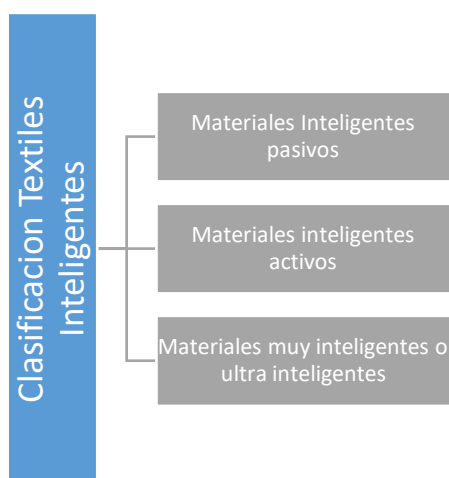
### 3.1. Generalidades

Se los conoce con este nombre los textiles capaces de alterar su naturaleza en respuesta a la acción de diferentes estímulos externos, físicos o químicos, “los materiales inteligentes, tienen la capacidad de detectar un estímulo externo (temperatura, humedad, luz, esfuerzo, campos eléctricos y magnéticos) y como respuesta pueden modificar sus propiedades, estructuras o funciones” (Velosa Gamboa, Luna, & Ardila , 2014). Colchester (2008) afirma que: las nuevas innovaciones que existen en el siglo XXI permiten tener otra perspectiva hacia el futuro de los textiles inteligentes, acumulando energía solar o capaces de transmitir luz o calor, telas sensibles, telas que transmitan electricidad.

Se conoce como textil inteligente al desarrollo de una estructura textil capaz de actuar frente a la acción de un estímulo externo físico o químico, modificando alguna de sus propiedades, principalmente para conferir beneficios adicionales independientemente de si posea o no componentes electrónicos (p:125)

### CLASIFICACION DE TEXTILES INTELIGENTES

Los textiles inteligentes pueden clasificarse de muchas maneras, según su forma de reacción:



**Figura 29.** Clasificación de los Tejidos Inteligentes  
**Elaborado por:** Alejandra Rosero, 2017

### **3.2. Sensores**

Son transductores que nos permite medir la variable física de un sistema de fuerza física, presión etc. Dentro de los materiales textiles inteligentes actúan como un sistema nervioso detectando las señales del entorno

### **3.3. Actuadores**

Hace la función inherente de proporcionar una señal eléctrica al sistema de control. Estos actúan directamente sobre la señal o desde la unidad central de control conjuntamente con lo sensores.

### **3.4. Conductores**

#### **Materiales de Tercera Generación**

Según Tao en Smart technology for textiles and clothing—introduction and overview (2001) menciona:

También nuestra piel es considerada como material inteligente ya que ella posee sensores y actuadores, que conjuntamente con nuestro cerebro es capaz de adaptarse y reaccionar a los diferentes estímulos y condiciones naturales externas como al sol, calor, al frío, entre otras. En esta última década bajo la inspiración de la naturaleza se han dado nuevas invenciones que han dado origen a la creación de productos novedosos, es así que se ha llegado a crear textiles ultra inteligentes o muy inteligentes.

Según Tao (2001): los textiles ultra inteligentes integran materiales textiles compuestos de sensores de fibra óptica, encontrando ropa muy inteligente. Los materiales muy inteligentes combinan diferentes áreas de investigación y utilizan tecnología de primera y segunda generación

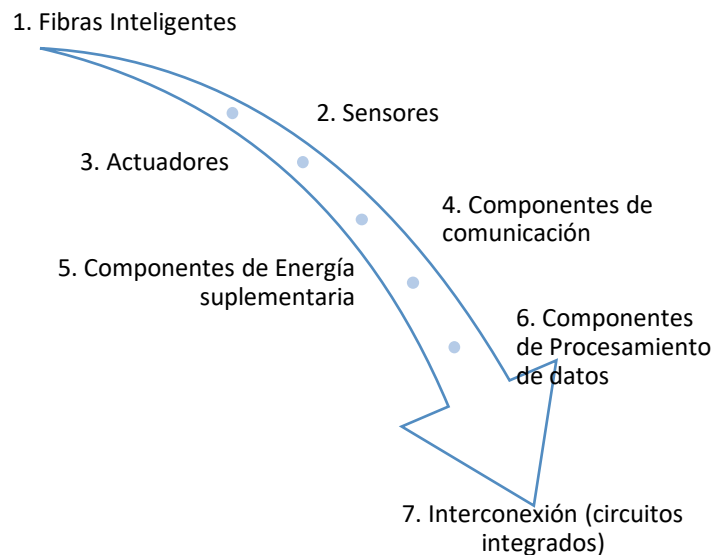
#### **Principios de los Textiles Ultra Inteligentes**

“Se deduce que los materiales textiles considerados de tercera generación se encuentran definidos en un principio por tres componentes principales: sensores, actuadores y por unidad de procesamiento, que permite al actuador conducirse sobre la base de las señales del sensor” (Langenhove, 2011, p.121)

En el 2005 Tao X.M define cinco componentes que conforman una ropa inteligente, como son:

1. Interfaces
2. Componentes de comunicación
3. Componentes de gestión de datos
4. Componentes de gestión de energía
5. Los circuitos integrados

En la actualidad podemos definir a más de 5 elementos básicos y describir su principal función.



**Figura 30.** Características principales de los Textiles Inteligentes de Tercera Generación

**Fuente:** (Colchester, 2008)

**Elaborado por:** Rosero, 2017

La innovación de estos materiales es muy importante para lograr el desarrollo exitoso de los textiles ultra inteligentes, considerándose así una parte muy fundamental. Es así que se han determinado como principales materiales textiles los siguientes:

- ✓ Materiales textiles conductores
- ✓ Fibras electro-activas
- ✓ Fibras ópticas
- ✓ Fibras ópticas de vidrio
- ✓ Fibras ópticas de polímero

- ✓ Materiales nanotecnológicos

### **Materiales textiles conductores**

Se deduce que la electro-conductividad de los materiales textiles es la base para dar origen a los textiles inteligentes. En la actualidad ya se encuentran en uso y comercialización determinados materiales textiles con capacidad conductiva.

### **Fibras electro activas**

Según Langenhove en Smart Textiles: An Overwien (2011) afirma:

Existe una amplia gama de fibras electro activas una mejor que otra. [...] la propiedad de las fibras se presenta en dos formas, la primera se encuentra localizada en su interior en forma de núcleo y la segunda se puede encontrar en forma de recubrimiento. En su interior actúan los electrodos positivos y negativos [...]. Es así que podemos considerar que las fibras electro activas juegan el mayor rol en el futuro de los textiles inteligentes.

## **TÉCNICAS DE FABRICACION**

Durante la última década, se han utilizado muchas técnicas y materiales para fabricar textiles inteligentes.

**Fibras conductivas:** los hilos conductores se usaron principalmente en áreas técnicas: ropa militar, aplicaciones médicas y fabricación de productos electrónicos. “las estructuras textiles que exhiben conductividad o sirven una función electrónica o computacional se llaman electro-textiles” (Redstrom , Redstrom, & Mazé, 2005, p.59-93)

El proceso para producir fibras metálicas es el estiramiento de alambre, un proceso de producción mecánico. Este proceso se caracteriza por sus diferentes pasos de dibujo, denominado trenes grueso, medio, fino y cardado

## CAPITULO IV: CONDUCTIVIDAD

### 4.1. Origen de la Conductividad

“La conductividad eléctrica es el movimiento de la carga eléctrica. La habilidad de diferentes sustancias para permitir el flujo de una carga está determinada por la movilidad de los electrones portadores de la carga o de los iones que contenga la sustancia” (Biblioteca Digital, s.f.)

### 4.2. Leyes

#### LEY DE OHM

Según la Biblioteca Digital (s.f.) En 1826 el profesor de física Simón Ohm estableció la siguiente ley:

Como resultado de varios experimentos que efectuó para investigar la relación entre la corriente que pasa por un alambre y la diferencia de potencial establecida entre los extremos del mismo: "La corriente que pasa por un alambre a temperatura constante es proporcional a la diferencia de potencial en sus extremos." El conductor que siga esta relación (los conductores eléctricos) obedece a la ley de Ohm:

$$\text{(diferencia de potencial)} = \text{(constante)} \times \text{(corriente)}$$

(Biblioteca Digital, s.f.) En otras palabras, la resistencia de un conductor es la proporción de la diferencia de potencial a través de él y la corriente que fluye. A la unidad de resistencia eléctrica se le llama ohm y se define como: "la resistencia de un conductor dado, cuando se aplica una diferencia de potencial de 1 volt en sus extremos y una corriente de 1 ampere fluye por él":

$$\frac{\text{Voltios}}{\text{Amperes}} = \text{OHMS}$$

lo que formalizado de otra manera es:  $V=IR$

Según Biblioteca Digital (s.f): la resistencia de un metal puro aumenta con la temperatura, pero la resistencia de otros materiales conductores, como el carbón, por ejemplo, decrece con la temperatura. En otras sustancias, como los semiconductores (germanio, silicio y selenio), las disoluciones iónicas que contienen las sales y los suelos, la resistencia también disminuye cuando aumenta la temperatura.

#### 4.3. Definición

Según Lavado (2013) menciona que: la conductividad eléctrica es la medida de la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica, su aptitud para dejar circular libremente las cargas eléctricas. La conductividad depende de la estructura atómica y molecular del material, los metales son buenos conductores porque tienen una estructura con muchos electrones con vínculos débiles y esto permite su movimiento. La conductividad también depende de otros factores físicos del propio material y de la temperatura.

### **CONDUCTIVIDAD ELECTRICA**

(Lavado, III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería, 2013)

Es la capacidad de transferir cargas eléctricas, y se expresa en *siemens por metro*. Esta propiedad se relaciona con la triboelectricidad del siguiente modo: si una fibra genera electricidad ante una acción de frotamiento y no es capaz de transferir esta carga (por su baja conductividad eléctrica), se comporta como un imán, adhiriéndose a superficies con carga opuesta. Si este fenómeno ocurre en las etapas de la hilandería, ocasiona enredos sobre los cilindros y rodillos de estiraje, con el consiguiente paro de maquinaria. Cuando se trata de prendas, el tejido se adhiere al cuerpo y genera baja confortabilidad; también atrae el polvo y partículas pequeñas, ensuciándose más rápido.

Mariano (2011) menciona: esto hace que se lo pueda originar en diámetros tan pequeños que otros metales no soportarían sin romperse. Es compatible con los materiales modernos, si bien por su buena resistencia al óxido se lo puede utilizar sin necesidad de protección superficial. El cobre combina conductividad y alta ductilidad. Solé (2012) afirma: las fibras de baja conductividad eléctrica producen descargas en el cuerpo al estar en contacto con estas fibras.

Según la (Biblioteca Digital, s.f.) existen tipos de conductores que afectan la conductividad de un circuito y estos son:

a. Conductores de primer orden

Los conductores de primer orden son aquellos que poseen conductancia eléctrica, en los cuales los portadores de la carga son los electrones. Se caracterizan por tener una conducción sin transferencia substancial de masa. La mayoría de los metales, el grafito y algunos óxidos muestran este tipo de conducción. A veces, a estos materiales se les conoce como conductores metálicos y su conductividad decrece cuando aumenta la temperatura.

b. Conductores de segundo orden

Los conductores de segundo orden poseen conductancia iónica o electrolítica, y los portadores de la carga son los iones. En este tipo de conductores se da una transferencia de masa asociada con la conductividad. Las soluciones acuosas con sales disueltas, los suelos y las sales iónicas son algunos ejemplos de este tipo de conductores. Su conductividad aumenta cuando se incrementa la temperatura.

#### 4.4. Medición

Las mediciones del voltaje se pueden efectuar sobre el rango de 0.4 mV hasta 100V con exactitudes de 0.1 por ciento. Las mediciones de corriente se pueden llevar a cabo desde 0.1uA hasta  $10^3$  C con exactitudes de 0.2 por ciento. Se miden resistencias altas tales como 40M $\Omega$  con una exactitud de 1 por ciento. Las mediciones de resistencia menores tienen una exactitud de 0.2 por ciento.

#### 4.5. Instrumentación

➤ Multímetro Analógico

Según Wolf & Smith (s.f) menciona que: los multímetros analógicos son instrumentos de laboratorio y de campo muy útiles y versátiles, capaces de medir voltaje, corriente, resistencia, ganancia de transistor, caída de voltaje en los diodos, capacitancia e impedancia. Se les llama por lo general multímetros. En últimas fechas se han ampliado y mejorado por la incorporación de microprocesadores a los multímetros se han aumentado en forma considerable sus posibilidades. Sin embargo, se agrega una escala analógica en la escala digital para dar una indicación visual de entradas que varían con el tiempo.

➤ Multímetros Digitales

“Los multímetros digitales tienen mejor exactitud y eliminación de errores de lectura” (Wolf & Smith, s.f). Según Pallás (2007) afirma: los multímetros digitales fueron unos de los primeros instrumentos con presentación numérica y se han convertido en el instrumento electrónico de medida más común. Es el instrumento más adecuado para medir tensiones e intensidades de corriente continua y alternad. Su desventaja es que no permiten ver la forma de onda de la señal que miden.



## PARTE PRÁCTICA

### CAPITULO V: PRUEBAS FÍSICAS (ALGODÓN, POLIÉSTER, ELASTANO, HILO CONDUCTOR)

#### 5.1.TÍTULO

#### POLIÉSTER

Equipo de Laboratorio: BALANZA RADWAG AS 310.R2

Tabla 4. Prueba de Título - Poliéster

NÚMERO DE PRUEBAS	PESO (gr)	LONGITUD (m)	CARACTERÍSTICAS
Prueba n°1	0,0298	1	FILAMENTO (blanco)
Prueba n°2	0,0300		
Prueba n°3	0,0299		
Prueba n°4	0,0298		
Prueba n°5	0,0299		
Media	0,02988		
Desviación estándar	0,1208		
Coefficiente de variación	2,59%		

Fuente: Equipos Laboratorio CITEX

Elaborado por: Rosero 2018

#### ALGODÓN

Equipo de Laboratorio: BALANZA RADWAG AS 310.R2

Tabla 5. Pruebas de Título - Algodón

NÚMERO DE PRUEBAS	PESO (gr)	LONGITUD (m)	CARACTERÍSTICAS
Prueba n°1	0,0568	1	RETORCIDO (blanco) S
Prueba n°2	0,0599		
Prueba n°3	0,0580		
Prueba n°4	0,0559		
Prueba n°5	0,0578		
Media	0,05768		
Desviación estándar	0,001499		
Coefficiente de variación	2,6%		

Fuente: Equipos Laboratorio CITEX

Elaborado por: Rosero 2018

## ELASTANO

Equipo de Laboratorio: BALANZA RADWAG AS 310.R2

Tabla 6. Pruebas de Título - Elastano

NÚMERO DE PRUEBAS	PESO (gr)	LONGITUD (m)	CARACTERÍSTICAS
Prueba n°1	0,0067	1	FILAMENTO (blanco)
Prueba n°2	0,0068		
Prueba n°3	0,0067		
Prueba n°4	0,0067		
Prueba n°5	0,0068		
Media	0,00674		
Desviación estándar	4,89		
Coefficiente de variación	72551,92%		

Fuente: Equipos Laboratorio CITEX

Elaborado por: Rosero 2018

## HILO CONDUCTOR

Equipo de Laboratorio: BALANZA RADWAG AS 310.R2

Tabla 7. Pruebas de Título – Hilo Conductor

NÚMERO DE PRUEBAS	PESO (gr)	LONGITUD (m)	CARACTERÍSTICAS
Prueba n°1	0,1638	1	ACERO INOXIDABLE RETORCIDO (plomo) S 2 cabos
Prueba n°2	0,1605		
Prueba n°3	0,1535		
Prueba n°4	0,1694		
Prueba n°5	0,1694		
Media	0,1633		
Desviación estándar	0,006681		
Coefficiente de variación	4,09%		

Fuente: Equipos Laboratorio CITEX

Elaborado por: Rosero 2018

## 5.2. TORSIÓN

### HILO CONDUCTOR

**Equipo de Laboratorio:** TORSIÓMETRO ELECTRÓNICO TWIST-TESTER 61S

**Norma:** ISO 2061:2015

**Tabla 8.** Prueba de Torsión – Hilo Conductor

NÚMERO DE PRUEBAS	TORSIONES POR METRO (T/M)	SENTIDO DE TORSIÓN
Prueba N°1	188,3	S
Prueba N°2	212,4	
Prueba N°3	183	
MEDIA	194,57	
DESVIACIÓN ESTANDAR	15,67	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	8,05%	

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

**Intensidad de Torsión del Hilo Conductor – Coeficiente Inglés**

$$\text{Transformación} \rightarrow 194,57 \frac{\text{torsiones}}{\text{metro}} * \frac{1 \text{ metro}}{39,37 \text{ pulg}} = 4,94 T_{pp}$$

$$T_{pp} = \alpha \sqrt{Ne} \rightarrow \alpha = \frac{T_{pp}}{\sqrt{Ne}} \rightarrow \alpha = \frac{4,94}{\sqrt{8}}$$

$$\alpha = 1,56$$

### ALGODÓN

**Equipo de Laboratorio:** TORSIÓMETRO ELECTRÓNICO TWIST-TESTER 61S

**Norma:** ISO 2061:2015

**Tabla 9.** Prueba de Torsión – Algodón

NÚMERO DE PRUEBAS	TORSIONES POR METRO (T/M)	SENTIDO DE TORSIÓN
Prueba N°1	102,5	S
Prueba N°2	155	
Prueba N°3	100,8	
MEDIA	358,3	
DESVIACIÓN ESTANDAR	9,10	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	2,88%	

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## Intensidad de Torsión del Hilo De Algodón – Coeficiente Inglés

$$\text{Transformación} \rightarrow 358,3 \frac{\text{torsiones}}{\text{metro}} * \frac{1 \text{ metro}}{39,37 \text{ pulg}} = 9,10 T_{pp}$$

$$T_{pp} = \alpha \sqrt{Ne} \rightarrow \alpha = \frac{T_{pp}}{\sqrt{Ne}} \rightarrow \alpha = \frac{9,10}{\sqrt{10}}$$

$$\alpha = 2,88$$

### 5.3.RESISTENCIA/ELONGACIÓN

#### ALGODÓN

**Equipo de Laboratorio:** DINAMÓMETRO JAMES HALE

**Norma:** ISO 2062: 2009

**Tabla 10.** Detalles del Ensayo – Resistencia a la tracción Algodón

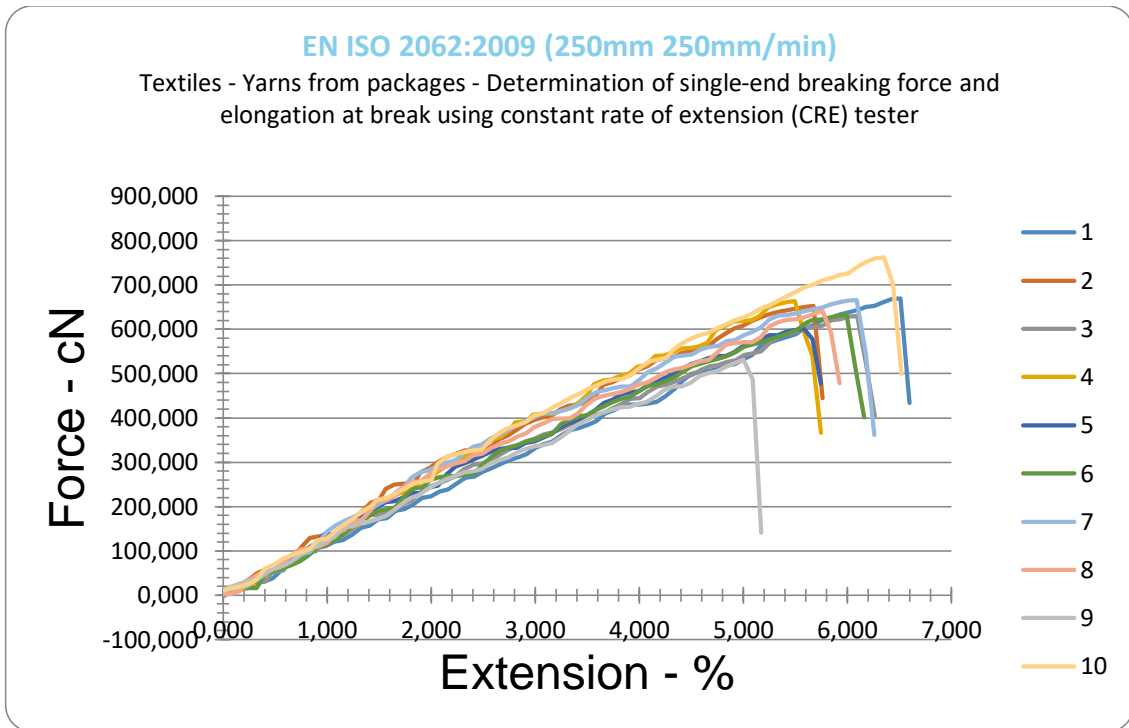
<b>Teste Name:</b>	Resistencia a la tracción
<b>Customer:</b>	Alejandra Rosero
<b>Reference:</b>	Blanco
<b>Material:</b>	Algodón 100%
<b>Número de Pruebas:</b>	10
<b>Dirección requeridas:</b>	No aplicable
<b>Plan de Mordazas:</b>	T15
<b>Separación de mordazas:</b>	250,00 mm
<b>Force Control Gain:</b>	25
<b>Cédula de carga:</b>	1000 N
<b>Load Cell SN:</b>	718817
<b>Versión:</b>	5.0.10.0
<b>Firmware:</b>	V2.7
<b>Titan SN:</b>	1410/15/1011
<b>Tested by:</b>	Administrador

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

Calibración del Dinamómetro

<b>Detección de rotura:</b>	20 %
<b>Pretensión:</b>	5,00 cN
<b>Velocidad:</b>	250,00 mm/min



**Figura 31.** Relación Fuerza cN - Elongación %

### POLIÉSTER

**Equipo de Laboratorio:** DINAMÓMETRO JAMES HALE

**Norma:** ISO 2062: 2009

**Tabla 11.** Detalles del Ensayo – Resistencia a la tracción Poliéster

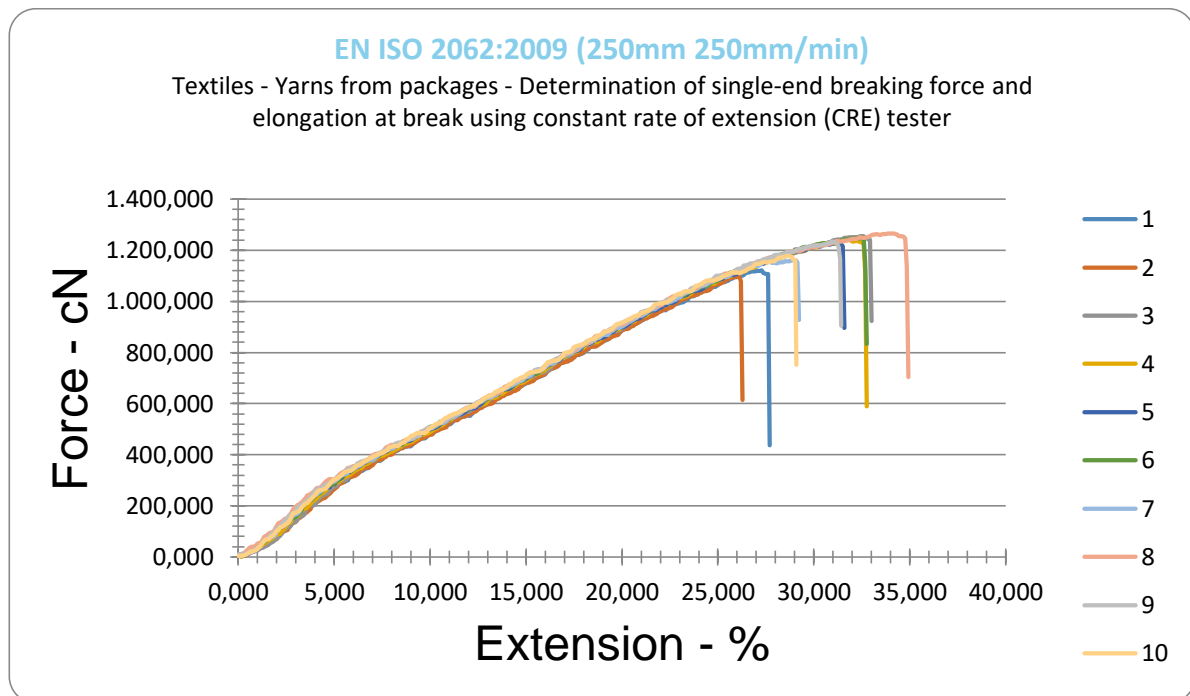
<b>Teste Name:</b>	Resistencia a la tracción
<b>Customer:</b>	Alejandra Rosero
<b>Reference:</b>	Blanco
<b>Material:</b>	Poliéster 100%
<b>Número de Pruebas:</b>	10
<b>Dirección requeridas:</b>	No aplicable
<b>Plan de Mordazas:</b>	T15
<b>Separación de mordazas:</b>	250,00 mm
<b>Force Control Gain:</b>	25
<b>Cédula de carga:</b>	1000 N
<b>Load Cell SN:</b>	718817
<b>Versión:</b>	5.0.10.0
<b>Firmware:</b>	V2.7
<b>Titan SN:</b>	1410/15/1011
<b>Tested by:</b>	Administrador

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## Calibración del Dinamómetro

<b>Detección de rotura:</b>	20 %
<b>Pretensión:</b>	5,00 cN
<b>Velocidad:</b>	250,00 mm/min



**Figura 32.** Relación Fuerza cN – Elongación %

## ELASTANO

**Equipo de Laboratorio:** DINAMÓMETRO JAMES HALE

**Norma:** ISO 2062: 2009

Para las pruebas de Resistencia a la Tracción del Hilo de Elastano, no se puede utilizar la Norma Española UNE-EN ISO 2062:2009; ya que esta no se puede aplicar a hilos de vidrio, elastómero, aramida, polietileno etc. (Ver FIGURA N°36). Por lo tanto, en el capítulo VI analizaremos la ficha técnica de este hilo.

### NORMA ESPAÑOLA UNE-EN ISO 2062:2009

Según la AENOR (2010) en Asociación Española de Normalización y Certificación afirma que:

ISO 2062: 2009 especifica métodos para la determinación de la fuerza de ruptura y el alargamiento a la rotura de los hilos textiles tomados de los paquetes.

ISO 2062: 2009 especifica métodos que usan la velocidad constante de los extensómetros de extensión de espécimen (CRE).

ISO 2062: 2009 se aplica a todos los tipos de hilos, excepto vidrio, elastómero, aramida, polietileno de alto peso molecular (HMPE), polietileno de ultra alto molecular (UHMPE), hilos de cerámica y carbono y cinta de poliolefina.

ISO 2062: 2009 es aplicable a hilados de paquetes, pero puede aplicarse a hilados extraídos de tejidos, sujeto a acuerdo entre las partes interesadas.

**Figura 33.** Norma Española UNE ISO 2062:2009

## HILO CONDUCTOR

**Equipo de Laboratorio:** DINAMÓMETRO JAMES HALE

**Norma:** ISO 2062: 2009

**Tabla 12.** Detalles del Ensayo – Resistencia a la tracción Hilo Conductor

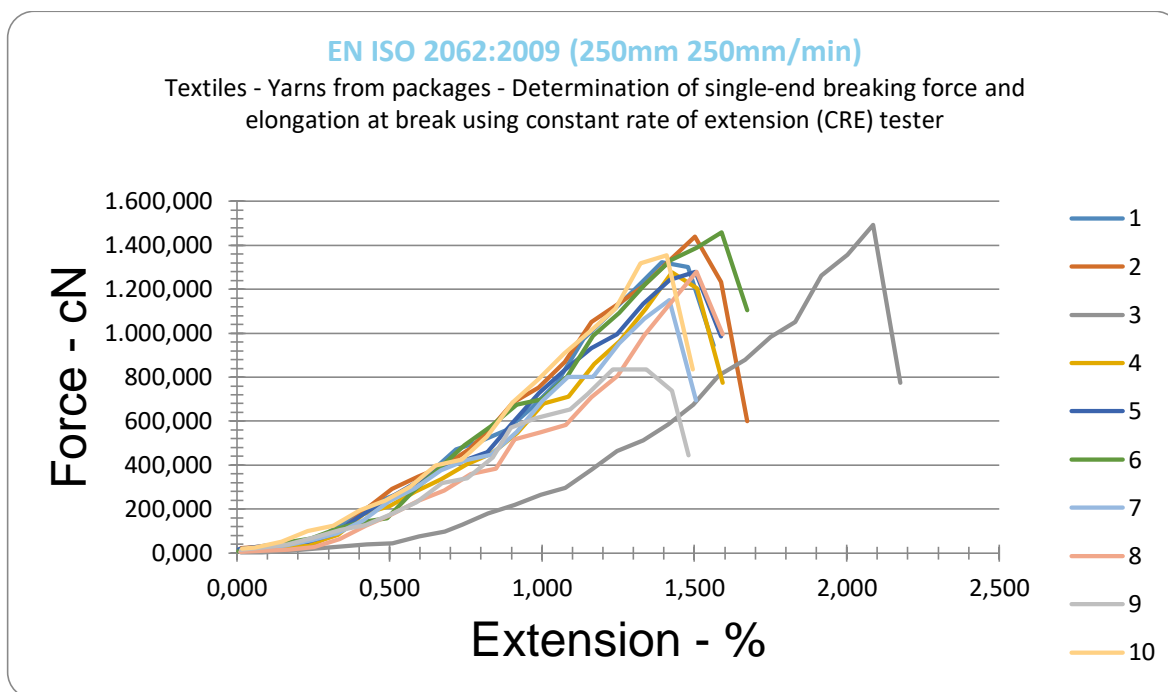
<b>Teste Name:</b>	Resistencia a la tracción
<b>Customer:</b>	Alejandra Rosero
<b>Reference:</b>	Hilo Conductor Plomo
<b>Material:</b>	Acero Inoxidable
<b>Número de Pruebas:</b>	10
<b>Dirección requeridas:</b>	No aplicable
<b>Plan de Mordazas:</b>	T15
<b>Separación de mordazas:</b>	250,00 mm
<b>Force Control Gain:</b>	25
<b>Cédula de carga:</b>	1000 N
<b>Load Cell SN:</b>	718817
<b>Versión:</b>	5.0.10.0
<b>Firmware:</b>	V2.7
<b>Titan SN:</b>	1410/15/1011
<b>Tested by:</b>	Administrador

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

Calibración del Dinamómetro

<b>Detección de rotura:</b>	20 %
<b>Pretensión:</b>	5,00 cN
<b>Velocidad:</b>	250,00 mm/min



**Figura 34.** Relación Fuerza cN- Elongación

## 5.4.CONDUCTIVIDAD

### ALGODÓN

**Equipo de Laboratorio:** MULTÍMETRO TRUPER MUT – 830

**Material:** Algodón (blanco) – 2 Cabos

**Tabla 13.** Pruebas de Conductividad - Algodón

NÚMERO DE PRUEBAS	LONGITUD (cm)	RESISTENCIA ELÉCTRICA $\Omega$ (Ohmios)
Prueba n°1	40	-
Prueba n°2	20	
Prueba n°3	10	
Prueba n°4	15	
Prueba n°5	5	
Media		-
Desviación estándar		-
Coficiente de variación		-

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018



## POLIESTER

**Equipo de Laboratorio:** MULTÍMETRO TRUPER MUT – 830

**Material:** Poliéster (blanco) – Filamento

**Tabla 14. Pruebas de Conductividad - Poliéster**

NÚMERO DE PRUEBAS	LONGITUD (cm)	RESISTENCIA ELÉCTRICA $\Omega$ (Ohmios)
Prueba n°1	40	-
Prueba n°2	20	
Prueba n°3	10	
Prueba n°4	15	
Prueba n°5	5	
Media		-
Desviación estándar		-
Coefficiente de variación		-

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## ELASTANO

**Equipo de Laboratorio:** MULTÍMETRO TRUPER MUT – 830

**Material:** Elastano (blanco) – Filamento

**Tabla 15. Pruebas de Conductividad - Elastano**

NÚMERO DE PRUEBAS	LONGITUD (cm)	RESISTENCIA ELÉCTRICA $\Omega$ (Ohmios)
Prueba n°1	40	-
Prueba n°2	20	
Prueba n°3	10	
Prueba n°4	15	
Prueba n°5	5	
Media		-
Desviación estándar		-
Coefficiente de variación		-

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## HILO CONDUCTOR

**Equipo de Laboratorio:** MULTÍMETRO TRUPER MUT – 830

**Tabla 16.** Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 40cm

NUMERO DE PRUEBAS	LONGITUD (cm)	RESISTENCIA ELÉCTRICA $\Omega$ (Ohmios)		CARACTERÍSTICAS
		2 cabos	4 cabos	
Prueba n°1	40	22,7 $\Omega$	14 $\Omega$	ACERO INOXIDABLE RETORCIDO (plomo) S
Prueba n°2		25,3 $\Omega$	15,2 $\Omega$	
Prueba n°3		22,1 $\Omega$	14 $\Omega$	
Prueba n°4		22,3 $\Omega$	13,1 $\Omega$	
Prueba n°5		23,7 $\Omega$	12,9 $\Omega$	
Media		23,22 $\Omega$	13,84 $\Omega$	
Desviación estándar		1,31	0,91	
Coefficiente de variación		5,66%	6,6%	

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

**Tabla 17.** Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 20cm

NUMERO DE PRUEBAS	LONGITUD (cm)	RESISTENCIA ELÉCTRICA $\Omega$ (Ohmios)		CARACTERÍSTICAS
		2 cabos	4 cabos	
Prueba n°1	20	11,1 $\Omega$	6,7 $\Omega$	ACERO INOXIDABLE RETORCIDO (plomo) S
Prueba n°2		12,4 $\Omega$	6,8 $\Omega$	
Prueba n°3		10,6 $\Omega$	6,4 $\Omega$	
Prueba n°4		10,3 $\Omega$	6,1 $\Omega$	
Prueba n°5		11,5 $\Omega$	6,2 $\Omega$	
Media		11,18 $\Omega$	6,44 $\Omega$	
Desviación estándar		0,82	0,30	
Coefficiente de variación		7,35%	4,73%	

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

**Tabla 18.** Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 15cm

NUMERO DE PRUEBAS	LONGITUD (cm)	RESISTENCIA ELÉCTRICA $\Omega$ (Ohmios)		CARACTERÍSTICAS
		2 cabos	4 cabos	
Prueba n°1	15	8,0 $\Omega$	5,3 $\Omega$	ACERO INOXIDABLE RETORCIDO (plomo) S
Prueba n°2		9,1 $\Omega$	5,7 $\Omega$	
Prueba n°3		7,9 $\Omega$	5,4 $\Omega$	
Prueba n°4		8,5 $\Omega$	4,8 $\Omega$	
Prueba n°5		8,4 $\Omega$	4,8 $\Omega$	
Media		8,38 $\Omega$	5,2 $\Omega$	
Desviación estándar		0,47	0,39	
Coefficiente de variación		5,68%	7,57%	

Fuente: Equipos Laboratorio CITEX

Elaborado por: Rosero 2018

**Tabla 19.** Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 10cm

NUMERO DE PRUEBAS	LONGITUD (cm)	RESISTENCIA ELÉCTRICA $\Omega$ (Ohmios)		CARACTERÍSTICAS
		2 cabos	4 cabos	
Prueba n°1	10	6,3 $\Omega$	3,6 $\Omega$	ACERO INOXIDABLE RETORCIDO (plomo) S
Prueba n°2		6,2 $\Omega$	3,4 $\Omega$	
Prueba n°3		6,7 $\Omega$	3,6 $\Omega$	
Prueba n°4		6,9 $\Omega$	3,5 $\Omega$	
Prueba n°5		7,1 $\Omega$	3,6 $\Omega$	
Media		6,64 $\Omega$	3,54 $\Omega$	
Desviación estándar		1,84	0,089	
Coefficiente de variación		27,84%	2,52%	

Fuente: Equipos Laboratorio CITEX

Elaborado por: Rosero 2018

**Tabla 20.** Prueba de Conductividad – Hilo Conductor - Longitud 5cm

NUMERO DE PRUEBAS	LONGITUD (cm)	RESISTENCIA ELÉCTRICA $\Omega$ (Ohmios)		CARACTERÍSTICAS
		2 cabos	4 cabos	
Prueba n°1	5	3,6 $\Omega$	2,0 $\Omega$	ACERO INOXIDABLE RETORCIDO (plomo) S
Prueba n°2		3,8 $\Omega$	2,7 $\Omega$	
Prueba n°3		3,6 $\Omega$	2,2 $\Omega$	
Prueba n°4		3,5 $\Omega$	2,2 $\Omega$	
Prueba n°5		3,8 $\Omega$	1,9 $\Omega$	
Media		3,66 $\Omega$	2,2 $\Omega$	
Desviación estándar		0,1341	0,3082	
Coefficiente de variación		3,66%	14,01%	

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

**CAPITULO VI: ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS FÍSICAS (ALGODÓN, POLIÉSTER, ELASTANO, HILO CONDUCTOR)**

**6.1. ANÁLISIS DE TÍTULO DE LOS HILOS**

**ALGODÓN**

*CONFORMADO POR DOS CABOS*

$$Ne = 0,59 \frac{l}{p} = 0,59 \frac{1m}{0,05768} = 10,22 Ne \rightarrow 20/2 Ne$$

**Tabla 21.** Análisis Título - Algodón

MATERIAL	TÍTULO		CARACTERÍSTICA	TORSIÓN
ALGODÓN	20/2	Ne	RETORCIDO (blanco)	S

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

**POLIÉSTER**

$$Tex = 1000 \frac{p}{l} = 1000 \frac{0,02988}{1 m} = 29,88 Tex \rightarrow 30/1 Tex$$

**Tabla 22.** Análisis de Título - Poliéster

MATERIAL	TÍTULO		CARACTERÍSTICA
POLIESTER	Tex	30	FILAMENTO (blanco)

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## ELASTANO

$$Dctex = 10000 \frac{p}{l} = 10000 \frac{0,00674}{1 m} = 67,4 Dctex$$

$$Tex = 1000 \frac{p}{l} = 1000 \frac{0,00674}{1 m} = 6,74 Tex$$

**Tabla 23.** Análisis de Título - Elastano

MATERIAL	TITULO		CARACTERÍSTICA
<b>ELASTANO</b>	Den	61f40	FILAMENTO (blanco)
	Tex	6,74	

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## HILO CONDUCTOR

*CONFORMADO POR DOS CABOS*

$$Ne = 0,59 \frac{l}{p} = 0,59 \frac{1m}{0,16332} = 3,61 Ne = 4Ne \rightarrow 8/2 Ne$$

$$Nm = \frac{l}{p} = \frac{1m}{0,16332} = 6,12 Nm = 6Nm \rightarrow 2/12 Nm$$

**Tabla 24.** Análisis de Título – Hilo Conductor

MATERIAL	TITULO		CARACTERÍSTICA	TORSION
<b>HILO CONDUCTOR</b>	Ne	8/2	ACERO INOXIDABLE RETORCIDO (plomo)	S
	Nm	2/12		

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

**Tabla 25.** Análisis Resultado Global de los Títulos

MATERIAL	PESO (gr)	LONGITUD (m)	TÍTULO
Algodón	0,05768	1	20/2 Ne
Poliéster	0,03834		30 Tex
Elastano	0,00674		61f40
Hilo Conductor	0,16332		8/2 Ne

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## 6.2. ANÁLISIS DE RESISTENCIA/ELONGACIÓN

### ALGODÓN

**Tabla 26.** Análisis de la Resistencia a la tracción – Algodón

NÚMERO DE PRUEBAS	FUERZA MÁXIMA (cN)	EXTENSIÓN (%)	TIEMPO DE ROTURA (s)
1	669,03	6,51	0:09
2	652,2	5,68	0:09
3	630,41	6,1	0:08
4	663,95	5,5	0:08
5	601,53	5,58	0:10
6	632,95	5,99	0:08
7	666,26	6,09	0:09
8	642,01	5,76	0:08
9	530,69	5,01	0:08
10	762,41	6,35	0:06
<b>Media</b>	<b>645,14</b>	<b>5,86</b>	<b>0:08</b>
<b>Desviación típica</b>	9,03%	7,59%	-
<b>Límites de confianza</b>	±27,56	±0,6287	-
<b>Coefficiente de Variación</b>	11,08%	9,26%	-

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## POLIÉSTER

**Tabla 27.** Análisis de la Resistencia a la tracción - Poliéster

NÚMERO DE PRUEBAS	FUERZA MÁXIMA (cN)	EXTENSIÓN (%)	TIEMPO DE ROTURA (s)
1	1121,04	27,27	0:16
2	1096,34	26,12	0:15
3	1255,55	32,58	0:19
4	1242,27	31,84	0:19
5	1231,08	31,16	0:18
6	1251,95	32,6	0:19
7	1161,2	29,06	0:17
8	1265,92	33,94	0:20
9	1233,6	31,03	0:18
10	1177,08	28,61	0:17
<b>Media</b>	<b>1203,6</b>	<b>30,42</b>	<b>0:18</b>
<b>Desviación típica</b>	60,46	2,54	-
<b>Límites de confianza</b>	±43,24	±1,82	-
<b>Coefficiente de Variación</b>	5,02%	8,36%	-

Fuente: Equipos Laboratorio CITEX

Elaborado por: Rosero 2018

## ELASTANO

**Tabla 28.** Ficha Técnica Hilo Elastano

<b>FICHA TÉCNICA - HILO DE ELASTANO</b>			
<b>Nombre</b>	Elastómero	<b>Temperatura</b>	4 - 27°C
<b>Composición</b>	Poliéster/Poliúrea	<b>%Humedad Relativa</b>	30 - 80
<b>%Elasticidad</b>	400 - 800	<b>Tiempo de almacenamiento</b>	3 meses en bobinas      6 meses en plegadores
<b>Densidad de las fibras</b>	1.2 - 1.4 g/cm <sup>3</sup>	<b>Tenacidad</b>	0.64 - 0.91 gr/dctex
<b>Título</b>	8 - 2500dctex	<b>%Elongación a la rotura</b>	0,19 excelente
<b>Electricidad Estática</b>	-	<b>Punto de Fusión</b>	230°C

Fuente: (Haro Vaca, 2011) – Empresa ASOTEXTIL

Elaborado por: Rosero 2018



## HILO CONDUCTOR

**Tabla 29.** Análisis de la Resistencia a la Tracción – Hilo Conductor

NÚMERO DE PRUEBAS	FUERZA MÁXIMA (cN)	EXTENSIÓN (%)	TIEMPO DE ROTURA (s)
1	1321,9	1,39	0:01
2	1438,3	1,5	0:01
3	1492,2	2,09	0:01
4	1277,35	1,43	0:01
5	1280,06	1,5	0:01
6	1459,98	1,59	0:01
7	1149,96	1,42	0:00
8	1278,71	1,51	0:01
9	836,32	1,23	0:00
10	1353,79	1,41	0:00
<b>Media</b>	<b>1288,86</b>	<b>1,51</b>	<b>0:01</b>
<b>Desviación típica</b>	189,35	0,2249	-
<b>Límites de confianza</b>	±135,42	±0,1608	-
<b>Coefficiente de Variación</b>	14,69%	14,93%	-

Fuente: Equipos Laboratorio CITEX

Elaborado por: Rosero 2018

**Tabla 30.** Análisis Globales de la Resistencia a la Tracción de los Hilos

MATERIAL	FUERZA MÁXIMA (cN)	EXTENSIÓN (%)	TIEMPO DE ROTURA (s)
<b>Algodón</b>	645,14	5,86	0:08
<b>Poliéster</b>	1203,6	30,42	0:18
<b>Elastano</b>	-	-	-
<b>Hilo Conductor</b>	1288,86	1,51	0:01

Fuente: Equipos Laboratorio CITEX

Elaborado por: Rosero 2018

### 6.3. ANÁLISIS CONDUCTIVIDAD DE LOS HILOS

**Tabla 31.** Análisis Global de la Conductividad de los hilos

MATERIAL	RESISTENCIA ELÉCTRICA $\Omega$ (ohmios)		LONGITUD(cm)	CONDUCTIVIDAD
	2 cabos	4 cabos		
<b>Algodón</b>	-	-	5 - 40	-
<b>Poliéster</b>	-	-	5 - 40	-
<b>Elastano</b>	-	-	5 - 40	-
<b>Hilo Conductor</b>	23,22 $\Omega$	13,84 $\Omega$	40	Mala
	11,18 $\Omega$	6,44 $\Omega$	20	Regular
	8,38 $\Omega$	5,2 $\Omega$	15	Buena
	6,64 $\Omega$	3,54 $\Omega$	10	Muy Buena
	3,66 $\Omega$	2,2 $\Omega$	5	Excelente

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## CAPITULO VII: RESULTADOS

**Tabla 32.** Resultados Globales de las Propiedades Físicas de los Hilos

MATERIAL	FUERZA MÁXIMA DE ROTURA (cN)	ELONGACION (%)	TIEMPO DE ROTURA (s)	SENTIDO DE TORSIÓN	$\alpha$ Inglés	TÍTULO	CONDUCTIVIDAD Resistencia Eléctrica $\Omega$ (ohmios) 4 cabos	
ALGODÓN	645,14	5,86	0:08	S 2 Cabos		20/2 Ne	-	
POLIÉSTER	1203,6	30,42	0:18	Filamento	-	30 Tex	-	
ELASTANO	-	-	-	Filamento	-	61f40	-	
HILO CONDUCTOR	1288,86	1,51	0:01	S 2 cabos	2,47	8/2 Ne	40 cm	13,84 $\Omega$
							20cm	6,44 $\Omega$
							15cm	5,2 $\Omega$
							10cm	3,54 $\Omega$
							5cm	2,2 $\Omega$

**Fuente:** Equipos Laboratorio CITEX

**Elaborado por:** Rosero 2018

## CONCLUSIONES

Al analizar los hilos de algodón, poliéster, elastano e hilo conductor se concluye que:

- La fuerza máxima de rotura del hilo conductor es mayor siendo directamente proporcional: entre mayor fuerza de rotura, el hilo es más resistente, lo que es adecuado para el proceso de tejeduría (trama), y con menor resistencia el hilo de algodón que será destinado para la trama. (VER TABLA N°30)
- En las pruebas de conductividad de cada hilo, se concluye que; los hilos de Algodón, Poliéster, Elastano, no tienen resistencia eléctrica, en cuanto al Hilo Conductor tiene excelente resistencia eléctrica (ohmios) tomando longitudes diferentes; siendo directamente proporcional: a mayor diámetro del hilo conductor, tiene mejor conductividad. (VER TABLA N°32)
- El porcentaje más alto de elongación es del hilo de elastano que varía de 400 – 800%, (VER TABLA N°28), y el porcentaje de elongación más bajo es del hilo conductor 1,51%, realizando la prueba en el dinamómetro con una velocidad de 250mm/min, seleccionados con estas propiedades para el área de tejeduría. (VER TABLA N°32)
- El hilo de algodón e hilo conductor se trabaja con 2 cabos (hilos retorcidos), títulos semejantes, teniendo un alfa inglés dentro de los rangos adecuados para realizar un tejido plano (VER TABLA N°4), hilo de algodón destinado para trama e hilo conductor destinado para urdimbre, siendo este último más resistente para trabajar en el telar vertical. (VER TABLA N°33)
- La conductividad del Hilo Conductor, varía dependiendo de la longitud que se le mide: 5, 10, 15, 20, y 40 cm; por lo tanto, es inversamente proporcional: a mayor longitud, mayor resistencia eléctrica y menor conductividad y a menor longitud, menor resistencia, por ende, mejor conductividad, que ayudará al último proceso adaptar un sistema de transmisión de datos. (VER TABLA N°32)

## RECOMENDACIONES

- El trabajo de investigación que se ha realizado, puede servir para realizar nuevas investigaciones, y así poder abrir más temas de investigaciones para los estudiantes o personas interesadas en el desarrollar productos nuevos e innovadores.
- Al momento de realizar cualquier tipo de pruebas en las máquinas de laboratorio, tomar en cuenta que las máquinas se encuentren en buen estado, y principalmente estén calibradas, para garantizar los resultados.
- Realizar un buen enconado de los hilos, para que cuando estos pasen al proceso de tejido (Urdición), puedan desenvolverse fácilmente cuando se está realizando este proceso.
- Realizar varias pruebas con diferentes hilos de algodón, poliéster, elastano e hilo conductor, que van a ser destinados al área de tejeduría, tomando en cuenta que los hilos que van al área de la urdimbre tienen que tener mayor resistencia, presentar mayor torsión, para evitar problemas al momento de realizar el tejido.
- Se debe trabajar con hilos retorcidos para mayor resistencia (algodón e hilo conductor), en caso del hilo conductor se debe trabajar con un diámetro mayor (4 cabos o más) y con menor longitud; ya que, a mayor diámetro del hilo, menor resistencia y mayor conductividad, y con hilos de filamento (poliéster y elastano), que ayudaran a realizar un buen tejido inteligente.

## ANEXOS

### Anexo 1. Devanado Hilo de Poliéster



**Fuente:** Rosero 2018

### Anexo 2. Torsiómetro



**Fuente:** Rosero 2018

### **Anexo 3. Prueba de Resistencia a la Tracción**



**Fuente:** Rosero 2018

### **Anexo 4. Calibración del Dinamómetro**



**Fuente:** Rosero 2018

### Anexo 5. Prueba de Título



**Fuente:** Rosero 2018

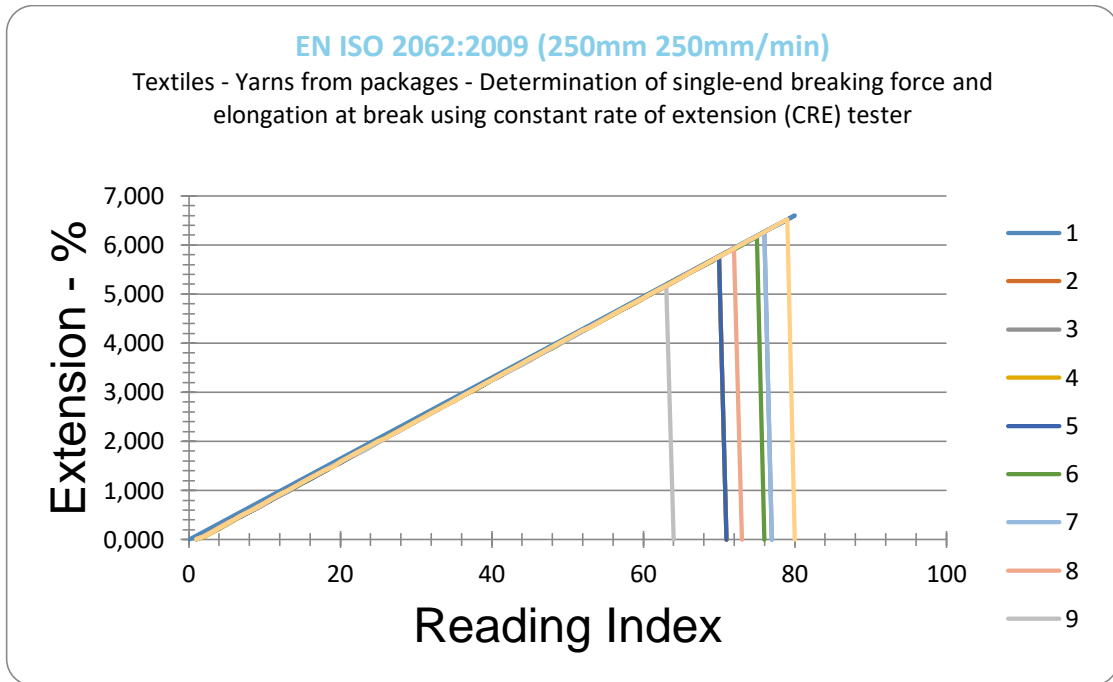
### Anexo 6. Enconado de los Hilos



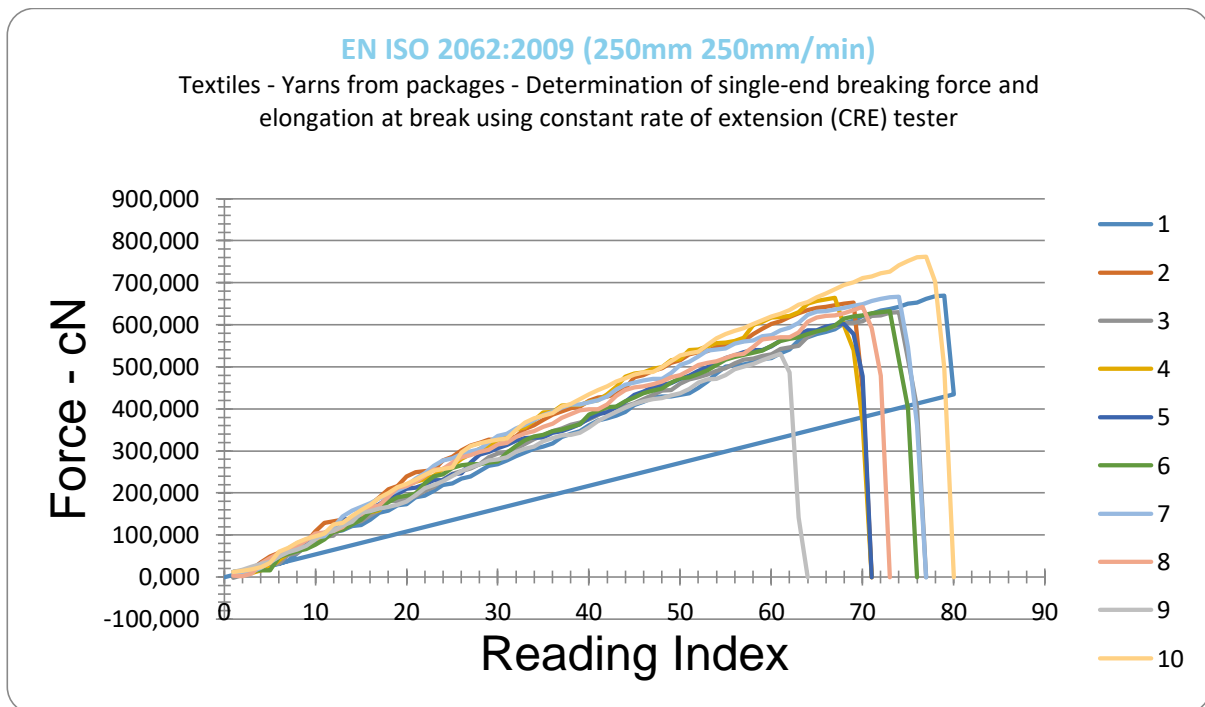
**Fuente:** Rosero 2018



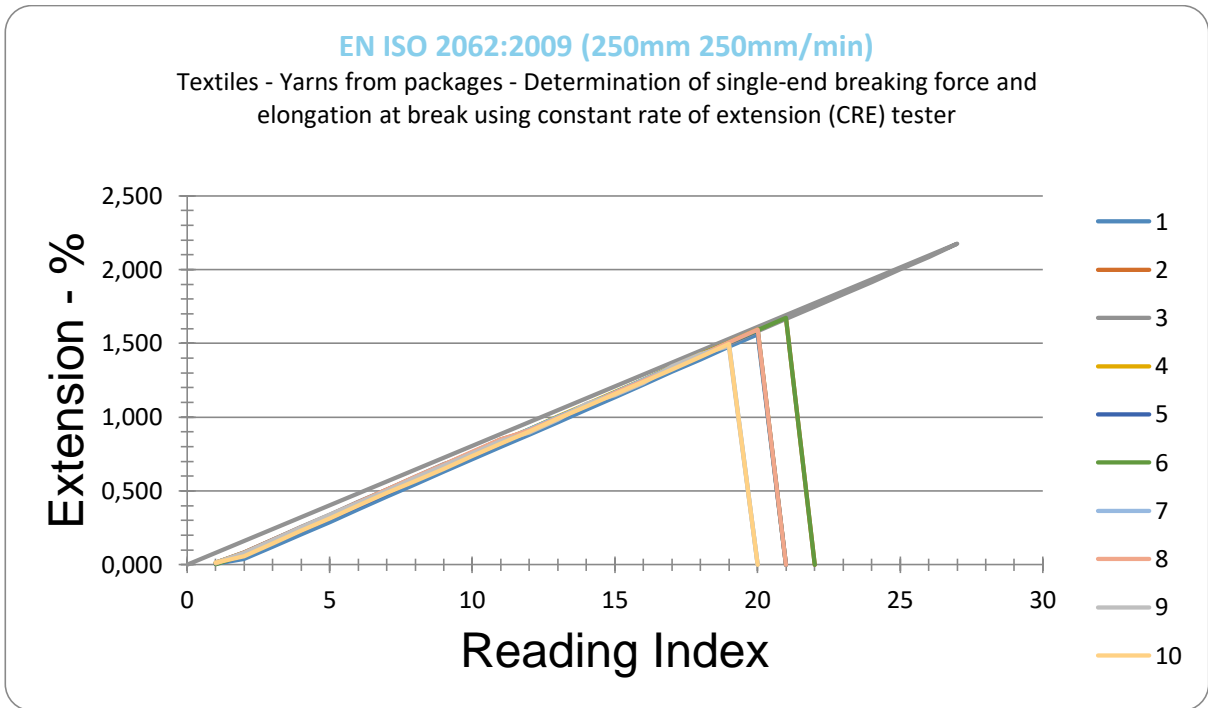
### Anexo 7. Elongación del Algodón - Resistencia



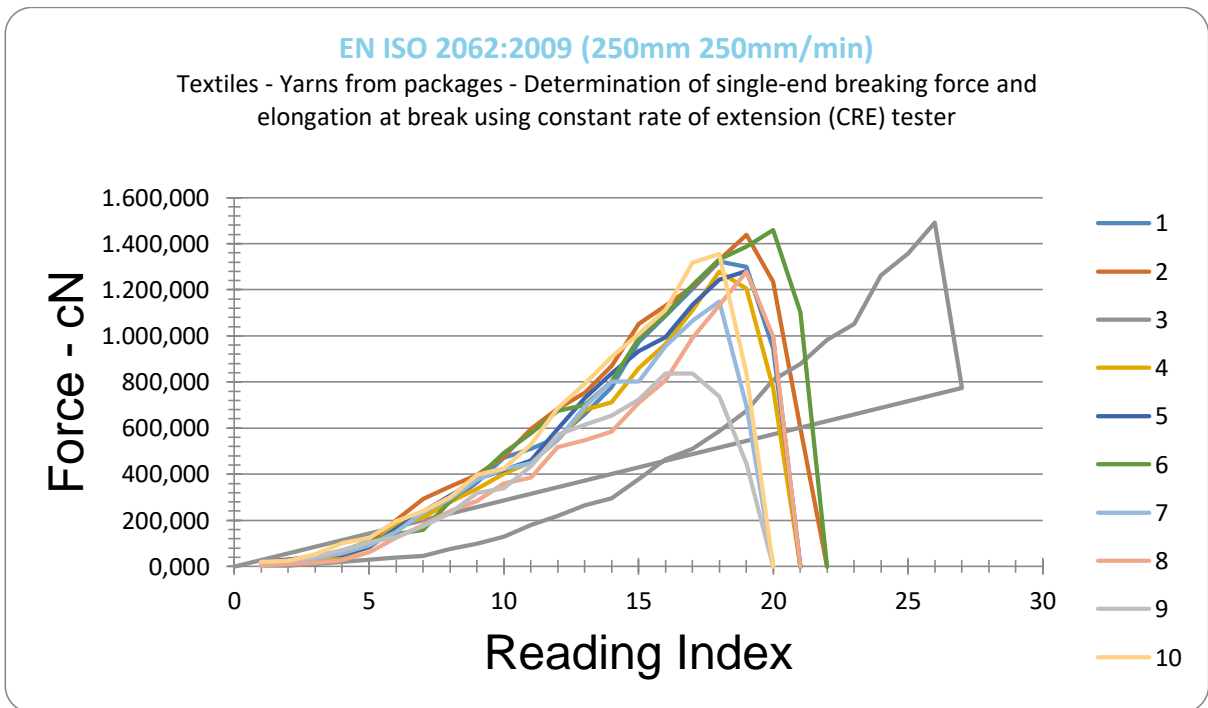
### Anexo 8. Fuerza (cN) del Algodón - Resistencia



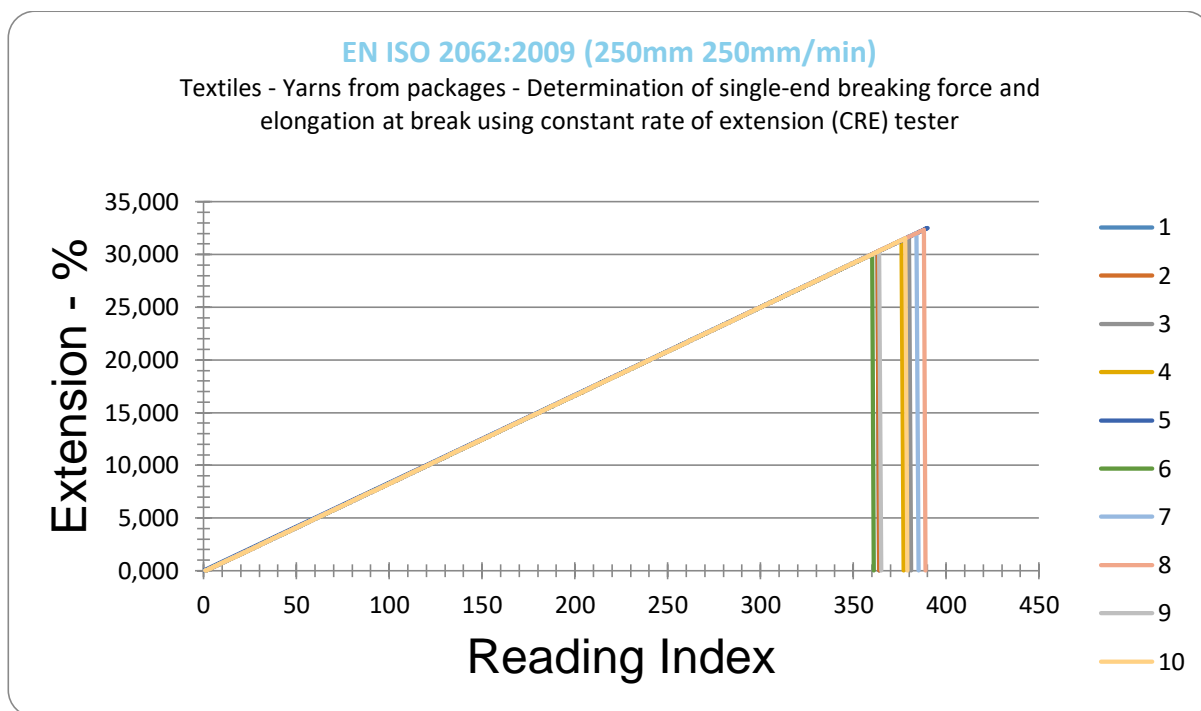
**Anexo 9. Elongación % del Hilo Conductor - Resistencia**



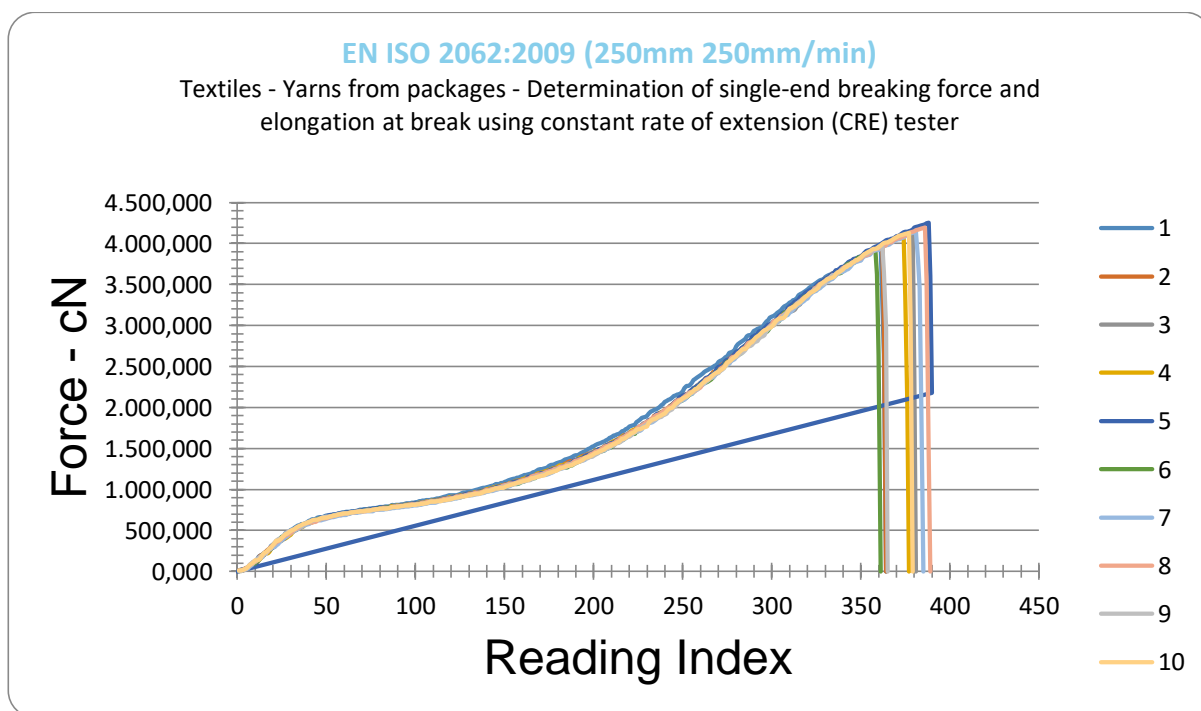
**Anexo 10. Fuerza cN del Hilo Conductor - Resistencia**



### Anexo 11. Elongación % del Hilo de Poliéster - Resistencia




### Anexo 12. Fuerza cN del Hilo de Poliéster - Resistencia



### Anexo 13. Norma Española UNE-EN ISO 2062:2010 – Resistencia a la tracción

UNE-EN ISO 2062:2010						
Estado	Fecha	Páginas	Idiomas	Formatos	Precio (€)	Comprar
Vigente	2010-04-14	16	<span>Español ▼</span>	<span>PDF ▼</span>	48 (€)	
Norma	<b>UNE-EN ISO 2062:2010</b>					
Título español	<b>Textiles. Hilos arrollados. Determinación de la fuerza o carga de rotura y del alargamiento en la rotura de hilos individuales con un equipo de velocidad constante de alargamiento (CRE) (ISO 2062:2009)</b>					
Título inglés	Textiles - Yarns from packages - Determination of single-end breaking force and elongation at break using constant rate of extension (CRE) tester (ISO 2062:2009)					
Título francés	Textiles - Fils sur enroulements - Détermination de la force de rupture et de l'allongement à la rupture des fils individuels à l'aide d'un appareil d'essai à vitesse constante d'allongement (ISO 2062:2009)					
Fecha Edición	2010-04-14					
	<b><u>Ver parte del contenido de la norma</u></b>					
ICS	<a href="#">59.080.20 / Hilos</a>					
Comité	<a href="#">CTN 40 - INDUSTRIAS TEXTILES</a>					
Equivalencias Internacionales	EN ISO 2062:2009 - Idéntico ISO 2062:2009 - Idéntico					
Anulaciones	Anula a: <a href="#">UNE-EN ISO 2062:1996</a>					

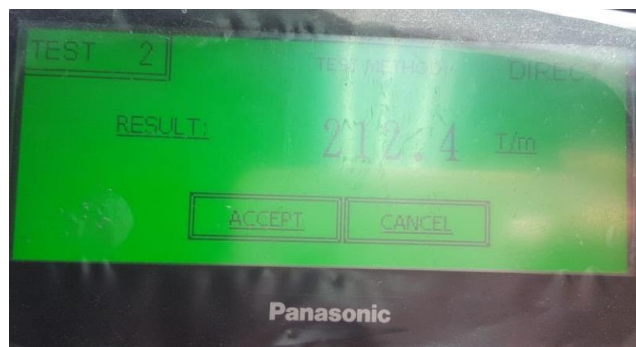
### Anexo 14. Norma Española UNE-EN ISO 2061:2015 – Torsión de los Hilos

UNE-EN ISO 2061:2015						
Estado	Fecha	Páginas	Idiomas	Formatos	Precio (€)	Comprar
Vigente	2015-10-28	20	<span>Español ▼</span>	<span>PDF ▼</span>	51 (€)	
Norma	<b>UNE-EN ISO 2061:2015</b>					
Título español	<b>Textiles. Determinación de la torsión de los hilos. Método por recuento directo. (ISO 2061:2015).</b>					
Título inglés	Textiles - Determination of twist in yarns - Direct counting method (ISO 2061:2015)					
Título francés	Textiles - Détermination de la torsion des fils - Méthode par comptage direct (ISO 2061:2015)					
Fecha Edición	2015-10-28					
	<b><u>Ver parte del contenido de la norma</u></b>					
ICS	<a href="#">59.080.20 / Hilos</a>					
Comité	<a href="#">CTN 40 - INDUSTRIAS TEXTILES</a>					
Equivalencias Internacionales	EN ISO 2061:2015 - Idéntico ISO 2061:2015 - Idéntico					
Anulaciones	Anula a: <a href="#">UNE-EN ISO 2061:2010</a>					

**Anexo 15. Torsión Hilo Conductor – Prueba N° 1**



**Anexo 16. Torsión Hilo Conductor – Prueba N° 2**



**Anexo 17. Torsiones Hilos Conductor – Prueba N° 3**



## BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. (14 de Abril de 2010). Obtenido de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0045183#.WqvnnuhubIU>
- Alonso Felipe, J. (2015). *Manual Control de Calidad en Productos Textiles y Afines*. Madrid.
- Blanxart, D. (s.f.). *La Industria Textil*.
- Bowles, A., Shahariar, H., Bhakta, R., & S. Jur, J. (2017). Prendas Electrónicas que se puede usar . *Textiles Panamericanos*, 38-39.
- Colchester, C. (2008). *Textiles: Tendencias Actuales y Tradicionales*. Barcelona: BLUME.
- Giraldo Martínez, J. (2015). *Manual Técnico Textil Cuarta Edición*. Medellín.
- Giraldo, I. (s.f.). SCRIB. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/300299237/Conductores-electricos-y-empalmes-pdf>
- Guzmán , O. (2013). Manual de Procesos. *Enkador Fibras Sintéticas y Textiles*, 53.
- Haro Vaca, H. (2011). *Normalización de parámetros en las variables que inciden en la calidad de la tela Jersey, mezcla Algodón 30/1 Elastao 40Denier, Colores oscuros, en el proceso de prefijado y termofijado, en la empresa AsoTextil*. Ibarra: UTN.
- Hdezsán, B. (Febrero de 2012). *Blogger*. Obtenido de <http://bettyhdezsán.blogspot.com/p/historia-de-la-fibra-de-elastano.html>
- Langenhove, L. (2011). *Smart Textiles: An Overview*.
- Lavado, F. (2013). *II. La Industria Textil y su Control de Calidad: Fibras Textiles*.
- Lavado, F. (2013). *III. La Industria Textil y su Control de Calidad: Hilandería*.
- Maldonado, J. (15 de Diciembre de 2009). *Procesos Textiles*. Obtenido de Hilatura de Algodón: <http://josemaldonadoingenieriatextil.blogspot.com/2009/12/hilatura-de-algodon.html>
- Mariano. (17 de Mayo de 2011). *INFO Alumbrera*. Obtenido de <http://www.infoalumbrera.com.ar/el-cobre-en-la-electricidad-y-en-la-energia/>
- Mejía Azcárate, F. (2015). *CIENCIAS TEXTILES - PROGRAMA DE TEXTILIZACIÓN*. Bogotá: Partida 267.
- Pallás Areny, R. (2007). *Instrumentos electrónicos básicos*. Barcelona: Marcombo.
- Postigo Linares, H. (18 de Mayo de 2012). *Calibración de Multímetros Digitales*. Obtenido de [http://www.inacal.gob.pe/inacal/files/metrologia/EVENTOS/SIMPOSIOS/2012-1/HP\\_multimetros.pdf](http://www.inacal.gob.pe/inacal/files/metrologia/EVENTOS/SIMPOSIOS/2012-1/HP_multimetros.pdf)
- Radwag. (19 de Julio de 2011). *Instrumental Científico BIRIDEN*. Obtenido de <http://www.biriden.com/es/division-cientifica/property/as-310-r2>
- Redstrom , M., Redstrom, J., & Mazé, R. (2005). *It + Textiles*. Suecia.

Sánchez Martín, J. (s.f.). Los Tejidos Inteligentes .

Solé, A. (2012). *Hilatura del Algodón: Fibras Textiles, Hilatura de Algodón, Parámetros de los hilos*. España.

Stoppa, M., & Chiolerio, A. (2014). *Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review*. Italy: Corso Trento 21.

Tao, X. (2001). *Smart fibres, fabrics and clothing*. England: Woodhead.

Vasco, U. d. (s.f.). Obtenido de [www.ehu.es/rperez/TE1/docu/multimetros.pdf](http://www.ehu.es/rperez/TE1/docu/multimetros.pdf)

Velosa Gamboa, A., Luna, S., & Ardila, S. (2014). *Materiales Inteligentes para Aplicación en Telemetría Deportiva*. Obtenido de <http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/geic/biblioteca/archivos/Trabypres/T10TCCo53.pdf>

Wolf, S., & Smith, R. (s.f). *Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio*. Kathleen Schiaparelli.