

22

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE QUIMICA

DESARROLLO DE UN SISTEMA METROLOGICO EN LA  
INDUSTRIA TEXTIL

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS  
DE EDUCACION CONTINUA QUE  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
Q U I M I C A

PRESENTA

IRMA GONZALEZ HERNANDEZ

REPOSICION DE LA COPIA  
FACULTAD DE QUIMICA

MEXICO, D.F. 2001



62



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

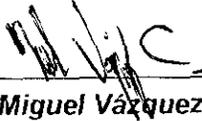
## **JURADO ASIGNADO**

**Presidente**                    **Prof. María de los Angeles Olvera Treviño**  
**Vocal**                         **Prof. Filiberto Rivera Torres**  
**Secretario**                  **Prof. Miguel Vázquez Contreras**  
**1er Suplente**                **Prof. José Antonio Chico Morales**  
**2º Suplente**                 **Prof. Zoila Nieto Villalobos**

**Sitio donde se desarrollo el tema :**

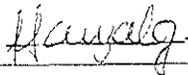
**Biblioteca de la Facultad de Química**

**Asesor del tema**



**IQ. Miguel Vázquez Contreras**

**Sustentante**



**Irma González Hernández**

20

## AGRADECIMIENTOS :

Gracias a Dios por darme la oportunidad de haber concluido una meta más en mi vida, y solo le pediría que me de la sabiduría para saber encontrar el camino para llegar a él.

Gracias a mis padres y hermanos por el haberme apoyado durante toda mi niñez y adolescencia y muy especialmente a hermanditos por el haberme dado la vida.

Gracias a todos mis profesores por el haberme inculcado el gusto y satisfacción por el estudio.

Dedico este trabajo a mi futuro hijo con el deseo de darle lo mejor de mi.

Muchas veces he dicho que el amor que ha llegado a mi vida, me transformo llevándome a un mundo inalcanzable y doy gracias a Dios por el haberme dado esa dicha

# CONTENIDO

	Página	
1.0	Introducción	1
2.0	Objetivo	3
3.0	Importancia de la Metrología	3
4.0	Procesos de Manufactura de los textiles	4
5.0	Equipos e instrumentos de medición	30
6.0	Sistema Metrológico de acuerdo al punto 4.11 de la Norma ISO 9001	41
6.1	Requisito 4.11 Control de los equipos de inspección, medición y prueba	41
6.2	Sistema Metrológico	42
6.2.1	Instalaciones, seguridad y condiciones ambientales	43
6.2.2	Selección, identificación y localización de materiales y equipos	44
6.2.3	Mantenimiento y calibración de los equipos	49
6.2.4	Aseguramiento en la medición	64
6.2.5	Personal	65
6.2.6	Método de prueba	66
6.2.7	Incertidumbre en las mediciones	67
6.2.8	Técnicas estadísticas	71
6.2.9	Validación de métodos	72
6.2.10	Mantenimiento de archivos/registros y control de documentos	75
6.2.11	Auditorías internas de calidad	75
7.0	Discusión	76
8.0	Conclusiones	77
9.0	Glosario	78
10.0	Bibliografía	80

## 1.0 INTRODUCCION

Durante muchos años se protegió al mercado interno mexicano, de este modo el industrial solamente se preocupaba por ser el mejor en calidad y precio, sin embargo, con el tratado de libre comercio, y los efectos de la globalización, las empresas se vieron en la necesidad de mejorar y garantizar la calidad de sus productos, así como en precio y servicio

En la actualidad las empresas deben estar actualizadas para responder a la situación de cambio, para ello es necesario contar con un sistema de calidad tipo ISO 9001, apropiado al tipo y volumen de trabajo de tal forma que garantice la confiabilidad de los resultados emitidos

Los sistemas de calidad ISO 9001, esta constituido por una estructura jerárquica de documentación, la cual estará conformada en el nivel más alto por las políticas y objetivos de calidad establecidos y la norma aplicable, seguida por el nivel intermedio, el cual describirá las actividades de las unidades funcionales individuales necesarias para implantar el sistema de calidad, dichas actividades quedarán plasmadas en un manual de procedimientos administrativos y técnicos, por último el nivel de menor grado será la base de la organización, la cual incluye todos los registros y formatos que las personas de la organización requiere para evidenciar sus actividades.

Los procedimientos administrativos serán aquellos que describan actividades relacionadas con la planeación, coordinación, ejecución y control de los recursos de la organización, y los procedimientos técnicos, de ingeniería o de prueba, describen actividades de calibración, métodos de prueba, limpieza de materiales, manejo, cuidado y almacenamiento de patrones y materiales de referencia, entre otras cosas

El sistema de calidad ISO 9001, en el requisito 4.11 involucra el control de los equipos e instrumentos de medición, para lo cual deberá contar con el equipo de medición y prueba necesarios para la realización de las actividades que tengan que ver con la calidad del producto, por lo que la validez de todas las mediciones deberán fundamentarse en la precisión con la que se efectúan, para ello se contará con un sistema metroológico que deberá contar con materiales de referencia, patrones nacionales e internacionales para las calibraciones, equipos calibrados, instalaciones y condiciones ambientales adecuadas, así como personal capacitado y calificado, entre otras cosas.

A todo el equipo se le dará el mantenimiento adecuado para protegerlo contra la corrosión y otras causas de deterioro.

Todo equipo que haya sido sometido a una sobredescarga o a un mal manejo, o que de resultados dudosos o que por cualquier otra causa se logre demostrar que está defectuoso, se pondrá fuera de servicio temporalmente hasta que haya sido reparado, en el caso de equipos de medición deberá demostrarse mediante calibraciones que está en condiciones confiables.

Pensando en lo provechoso que será un sistema metroológico para los laboratorios de pruebas y lo que representa obtener resultados repetibles y exactos, acerca del comportamiento de las fibras en las prendas de vestir, ya que son de gran importancia para la toma de decisiones, respecto al proceso y condiciones de ventas, pretendemos con el desarrollo del presente trabajo dar los lineamientos generales para la correcta operación de los laboratorios de pruebas en la industria textil.

Los laboratorios de pruebas tendrán la responsabilidad de asegurarse de que el equipo sea el apropiado para el propósito para el cual va a ser utilizado, así como que esa característica la va a conservar adecuadamente durante toda la vida útil del equipo.

## 2.0 OBJETIVO

Desarrollar un sistema metrológico para la industria textil, basado en los requerimientos que marca el punto 4.11 de la norma ISO 9001, que garantice la calidad de la materia prima y del producto terminado, de acuerdo a las normas y estándares de calidad.

## 3.0. IMPORTANCIA DE LA METROLOGÍA

En la actualidad los tratados de libre comercio a nivel mundial, nos abren las puertas para introducir nuestros productos, siempre y cuando se cumpla con los estándares de calidad establecidos, para lograr esto tenemos que contar con un sistema de aseguramiento de la calidad, el cual debe contemplar un sistema metrológico que garantice la confiabilidad del producto que se elabora

Por la importancia que ocupan en la actualidad los temas relacionados con la calidad en México, ha existido la necesidad de contar con directrices generales de normalización, reglamentación, acuerdo o tratados, con la intención de lograr la calidad en nuestros productos, para poder competir en los mercados nacionales e internacionales.

La industria textil como tal tiene poco tiempo trabajando en sistemas de calidad documentados y no es la excepción los sistemas metrológicos, los cuales se apoyan en la normalización y control de calidad, esto quiere decir, proporcionar productos de calidad que brinden al usuario la seguridad y el servicio para lo cual fueron diseñados, lo cual se logrará con el Aseguramiento de las mediciones, que es el objetivo de la metrología

## 4.0. PROCESOS DE MANUFACTURA DE LOS TEXTILES

El alimento, alojamiento y vestido son necesidades básicas del hombre. Todas las prendas de vestir están fabricadas de textiles, que a su vez están formados de fibras naturales y/o sintéticas, dando apariencia estética, variando en color, diseño y textura. A continuación se da una descripción general de las fibras que comúnmente se utilizan hoy en día <sup>1</sup>

### 4.1. Clasificación de las fibras textiles

La primera clasificación de las fibras textiles, se dio en base a su procedencia, por lo que se agruparon en :

- a) Fibras naturales
- b) Fibras artificiales
- c) Fibras sintéticas

Las fibras naturales a su vez se dividen en fibras vegetales (como el algodón, lino, cáñamo, yute ramio, henequén, etc), animales (lana y seda entre otras) y minerales (como el asbesto y vidrio)

Las fibras artificiales son todas aquellas que son obtenidas por medios físicos o mecánicos, mediante procesos de integración o desintegración química, pero en las cuales entra como elemento básico o primordial alguna sustancia de procedencia orgánica vegetal o animal, por ejemplo, las fibras derivadas de la celulosa se obtiene el rayón en sus cuatro modalidades que son nitrocelulosa, viscosa, cuproamoniaca, acetatos y sus derivados

<sup>1</sup> Bernard Textiles Fibre to Fabric pp 35

Las fibras sintéticas, son aquéllas que parten de un compuesto químico, que es un monómero que a través de un proceso químico, es transformado en polímero de un tamaño determinado de cadena, entre las cuales destacan las siguientes fibras . poliamidas, poliésteres, poliacrilonitrílicas, polivinílicas, poliuretanos, polietilenos, polipropilenos y polifluorocarburos, entre otras.

#### 4.2. Propiedades fisicoquímicas de las fibras.

Una fibra para poder utilizarla como textil, debe reunir varias condiciones estructurales y una serie de características particulares. Entre las condiciones esenciales, indicaremos como principal, la de poderse unir a otras mediante procesos de torsión, comprensión, entrelazamiento, y uniformidad en longitud, en el caso de las fibras sintéticas cuando se tejen entre ellas, no hay problema, ya que son fibras de filamento continuo, lo que les permite hilarse con mayor facilidad, sin embargo, la mayoría de las fibras sintéticas son fibras con poca retención de humedad (lo que les confiere una acumulación de energía electrostática), retención de arrugas, mala transpiración, etc , que lo hacen un género de mal gusto para el consumidor, por lo general, las prendas de vestir son una combinación de fibras naturales, artificiales y sintéticas, *que se unen mediante procesos de torsión, para lo cual se necesita que las fibras que se van a unir sean de una longitud uniforme, que a su vez le dan propiedades de mayor resistencia y durabilidad al tejido*

En cuanto a las características fisicoquímicas de las fibras,<sup>2</sup> se destacan la longitud, diámetro o finura, forma o sección, rizado o torcido, color y brillo, resistencia, densidad o peso específico, alargamiento, elasticidad, rigidez, flexibilidad, plasticidad, absorción de humedad, conductividad del calor, conductividad de la electricidad, composición química, entre otras, a continuación se describen dichas propiedades

- 1) La longitud de una fibra - Es la distancia en milímetros (mm) que existe entre la base y la punta de las fibras, no existen conjuntos de fibras de una misma longitud aunque sea de una misma calidad y de igual procedencia.
- 2) El diámetro o finura, indica el grueso medio de las fibras en micras o milésimas de mm , ninguna fibra tiene exactamente el mismo diámetro en toda su longitud, en la mayoría de las fibras vegetales el diámetro máximo se encuentra en la parte central disminuyendo hacia los extremos, mientras que en las fibras animales como la lana y demás pelos animales, el diámetro va disminuyendo desde la base en que se produjo el corte o arranque, en la seda el diámetro es sumamente irregular Las fibras sintéticas tienen un diámetro más uniforme
- 3) La sección a simple vista y aún viéndolas al microscopio, las fibras aparecen como tubos más o menos cilíndricos, u ovalados, o bien como cintas más o menos aplastadas En realidad estas formas tienen una superficie en su mayoría sumamente irregulares, que facilita en gran manera la cohesión entre las mismas al momento de hilarse, dificultando el deslizamiento ente unas y otras Las fibras sintéticas son más regulares, lo que dificulta la hilatura, cuando se mezclan con fibras naturales
- 4) El rizado o torcido se presenta a la vista una serie de ondulaciones a lo largo o con aspecto de retorcidas sobre si mismas, las fibras que poseen estas cualidades presentan menos dificultad en su hilatura y proporcionan hilos más resistentes
- 5) El color y brillo, son cualidades inherentes a todas y cada una de las fibras textiles El color oscila entre el blanco casi puro, hasta el negro o pardo de algunos pelos animales, con una gama extensísima de tonos grises, amarillentos, pardos o azulados

- 6) La densidad o peso específico, expresa la densidad lineal y generalmente se mide en gramos por denier (un denier es el peso en gramos de 9000 metros de hilo), las fibras de menor densidad tienen mayor poder de cobertura en los tejidos.
- 7) La resistencia, es una de las cualidades esenciales y más valiosas en cualquier fibra, y significa la resistencia que éstas oponen a la rotura bajo la acción de una fuerza en sentido longitudinal, generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado
- 8) El alargamiento o elongación indica la longitud que aumenta en una fibra sometida a una fuerza de tracción al momento de ruptura. Se expresa en porcentaje sobre su longitud.
- 9) La elasticidad es la longitud que recupera una fibra cuando cesa de estar sometida a una fuerza de tracción, se expresa en porcentaje de la longitud recuperada sobre la estirada.
- 10) La rigidez indica la resistencia de las fibras a ser deformadas por una fuerza, la cual puede ser por "presión" o por "tracción". La primera de las mediciones tiene importancia cuando se hilan mezclas de fibras distintas, y la segunda en todos los casos
- 11) La flexibilidad, es la propiedad contraria a la rigidez y señala la que tienen algunas fibras de no ofrecer ninguna resistencia a la deformación sometidas a una fuerza, principalmente cuando ésta es por presión. En el caso de las fibras vegetales, por ejemplo, casi todas tienen altos índices de rigidez, mientras el algodón lo tiene muy bajo, siendo esta propiedad la que proporciona a esta fibra su gran suavidad característica. Las fibras flexibles son más fácilmente hilables que las rígidas

- 12) La plasticidad expresa la cualidad que tiene determinadas fibras de mantenerse unidas cuando han sido sometidas a presión. Se dice que una fibra carece de plasticidad cuando recupera su volumen y forma original en el momento en que deja de estar sometida a presión. Cuando la recuperación ha sido ejercida por mucho tiempo, como en el caso de fibras fuertemente empacadas. Puede considerarse que la falta de plasticidad es consecuencia de la rigidez. En la mayoría de las fibras la plasticidad aumenta con el calor, principalmente en las constituidas por sustancias animales.
- 13) La absorción a la humedad, en general todas las fibras textiles tienden a cargarse de humedad y la cantidad absorbida dependerá de la que existe en el ambiente, expresándose en porcentaje sobre el peso de la fibra, la falta de humedad en los textiles provoca acumulación de energía electrostática.
- 14) En mayor o en menor grado todas las fibras permiten el paso o circulación del calor. Su conductividad se mide por las calorías que permite pasar a través de un determinado grueso de fibras, lo cual indica el poder aislante o retardante del calor.
- 15) Aunque todas las fibras permiten el paso de la energía eléctrica entre ellas, hay una diferencia muy grande en el grado en que permiten efectuarlo a través de ellas. Cuando una fibra determinada opone mucha dificultad a dicha circulación, se dice que es mala conductora y entonces la energía existente queda acumulada en la masa de las fibras. Dado que la fricción entre las fibras y con objetos se originan siempre cierta cantidad de energía, en las fibras de bajo poder conductor (lana, acetato, poliéster, etc.) se acumula siempre una fuerte carga de electricidad electrostática, la cual es fácilmente eliminada de modo natural en las fibras de buena conductividad.

## 16) Composición química.-

- a) La celulosa es una materia orgánica clasificada dentro de los hidrocarburos cuya composición química es : carbono 44.4, hidrógeno 6.2 y oxígeno 49.4 %  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . La unidad básica de la molécula de la celulosa es la unidad de glucosa, que es la misma para fibras naturales y regeneradas. La reactividad química de la celulosa se relaciona a los grupos oxhidrilo (grupos OH) de la unidad de glucosa. Estos grupos reaccionan rápidamente ante la humedad, los colorantes y acabados especiales. Los productos químicos, como los blanqueadores que provocan la descomposición de la cadena molecular de la celulosa, casi siempre atacan al átomo de oxígeno y provocan en él una ruptura
- b) Algodón.- Libre de impurezas tiene la siguiente composición Celulosa 91.1%, agua 7.5 %, materias nitrogenadas 0.6 %, grasa 0.4 % y materias minerales 0.4 %, tiene de 2,000 a 12,000 residuos de glucosa por molécula. Las cadenas moleculares están en forma de espiral
- c) Las fibras elementales de lino tienen de 20 a 50 mm de longitud con diámetro de 12 a 30 micras, son fibras procedentes del tallo de las plantas, conteniendo un 70 % de celulosa, mezclada íntimamente con un 20 a 22 % de sustancias pépticas, un 6 a 8 % de materias gomosas, resinas y residuos leñosos y de 1 a 2 % de cenizas o materia mineral.
- d) El cáñamo es una planta dicotiledónea, constituida por celulosa en menor cantidad y por lignina en mayor cantidad
- e) La composición química del yute consta de 60 a 70 % de celulosa sumamente cargada de lignina, con 20 a 25 % elementos pépticos y de 2 a 3 % de cenizas o residuos minerales

- f) La composición química del ramio es bastante parecida a la del cáñamo con un 75 a 80 % de celulosa
- g) Lana.- Es una proteína llamada queratina formada por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. La molécula de lana esta constituida por cadenas moleculares flexibles unidas por enlaces cruzados de cistina (azufre) y por puentes salinos. Los enlaces de cistina son muy importantes, ya que si se ponen en contacto con álcalis pueden destruir toda la estructura.
- h) Seda.- Contiene carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en cadenas de polipéptidos, con grupos reactivos amino( $\text{NH}_2$ ) Las cadenas moleculares están casi extendidas
- i) Rayón - Son fibras de celulosa regenerada, que se preparan disolviendo y resolidificando la celulosa natural de árboles de pino o inters (estopa) de algodón, las fibras difieren en estructura física, pero son similares en composición química La distribución de las cadenas moleculares en las fibras, aunque semejante, varían en orientación y longitud
- j) Acrílico - Son fibras elaboradas por polímeros sintéticos que, cuando menos, contienen un 85 % en peso de acrilonitrilo ( $-\text{CH}_2-\text{CHCN}-$ ), además de un 15 % de aditivos catiónicos y aniónicos que producen una estructura más abierta y sitios para que reacciones con lo colorantes y el teñido sea más fácil
- k) Modacrílicas - Están constituidas por un 85 % de unidades de acrilonitrilo, cloruro de vinilo ( $\text{CH}_2\text{CHCl}$ ), cloruro de vinilideno ( $\text{CHCCl}$ ) o dicianuro de vinilideno ( $\text{CH}_2\text{CCN}$ )
- l) Acetato - Es una fibra constituida por acetato de celulosa donde dos de los grupos oxhidrilo se han sustituido por grupos acetilo, los cuales tienden a

mantener las moléculas separadas de manera que no se empaquen en regiones regulares (áreas cristalinas). Hay menos atracción entre las cadenas moleculares y como resultado de ello, no existen enlaces de hidrógeno y las moléculas de agua no penetran con tanta facilidad lo que explica la menor absorbancia del acetato

- m) **Nylon.**- Es una fibra formada por una poliamida sintética de cadena larga en donde por lo menos un 85 % de los enlaces amida (-CO-NH-) están unidos directamente a dos anillos aromáticos.
- Los diversos tipos de nylon son poliamidas con grupos amida recurrentes, todos contienen CHON, difiriendo en su ordenamiento químico.
- El nylon 6.6 está formado por hexametilendiamina y ácido dibásico
- El nylon 6 está formado por caprolactama
- n) **El poliéster.**- Son fibras formadas por un polímero de cadena larga compuesto al menos de un 85 % en peso de un éster de alcohol dihidrico y ácido tereftálico (p HOOC-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-COOH) y el poliéster PCDT constituido por tereftalato de 1,4 ciclohexileno dimetileno.
- ñ) **Olefina** - Son polímeros sintéticos de cadena larga constituidos por un mínimo de 85 % de etileno, propileno o cualquier otra unidad de olefina excepto los poliolefinas amorfas que se clasifican como hules. Las fibras de olefina no tiene grupos polares, lo que dificulta el teñido, el cual debe hacerse en solución
- o) **Saran.**- Esta constituida por un 80 % en peso de unidades de cloruro de vinilo (CH<sub>2</sub>CCl).
- p) **Vinyon** - Esta constituida por un 85 % en peso de unidades de cloruro de vinilo (CH<sub>2</sub>CHCl)

- q) Spandex - Es una fibra elastomérica constituida por un 85 % en peso de poliuretano segmentado
- r) Aramid - Es una fibra de poliamida aromática de cadena larga
- s) Vidrio - Está constituido por arena, sílice y piedra caliza, combinadas con aditivos de feldespatos y ácido bórico, estos materiales se funden en hornos eléctricos para obtener filamentos.
- t) El asbesto conocido como amianto, constituido por silicato de magnesio a veces combinada con calcio, se obtienen en canteras o en minas

A continuación se dan valores de algunas propiedades de las diferentes fibras

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y LUZ SOLAR	
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	RESISTENCIA A LA LUZ SOLAR
Nylon	Vidrio
Olefina	Acrílico
Poliéster	Modacrílico
Spándex	Poliéster
Lino	Lino
Acrílicos	Algodón
Algodón	Rayón
Seda	Triacetato
Lana	Acetato
Rayón	Olefina
Acetato	Nylon
Vidrio	Lana
	Seda

Buena



Mala

**DENSIDAD Y ABSORBANCIA**

FIBRA	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	FIBRA	ABSORBANCIA (% EN PESO)
Algodón	1.55	Triacetato arnel	3.2
Rayón	1.52	Acrílico	1.3 a 2.5
Lino	1.50	Spándex	0.75 a 1.3
Acetato	1.31 a 1.32	Modacrílico	0.4 a 4.0
Lana	1.31	Poliéster	0.4 a 0.8
Modacrílico	1.28 a 1.38	Olefina	0.01 a 0.1
Seda	1.25	Fluorocarbono	0
Poliéster	1.23 a 1.40	Vidrio	0.0 a 0.3
Acrílico	1.16 a 1.22		
Nylon	1.14		
Seda	1.25		

La densidad se refiere a la relación de peso de un volumen determinado de fibra a un volumen igual de agua

A la absorbancia también se le conoce como tasa legal de humedad que se expresa como porcentaje del peso en seco a 20 °C y 65 % de humedad relativa

**RECUPERACIÓN ELÁSTICA**

% de recuperación de un estiramiento de 2 a 5 %

Lana	99
Seda	92
Algodón	75
Lino	65
<b>Fibras artificiales</b>	
Nylon	100
Spándex	99
Poliéster	97
Olefina	95
Acrílico	92
Modacrílico	88
Acetato	58
Rayón	54

ALARGAMIENTO : RUPTURA		
% de alargamiento en el punto de ruptura		
Fibras naturales	Normal	Húmedo
Lana	25	35
Seda	20	30
Algodón	3.7	9.5
Lino	2	2.2
Fibras artificiales		
Caucho	500	500
Spándex	500	500
Acetato	25	30
Nylon	23	28
Acrílico	20	26
Poliéster	18	18
Nylon HT	16	18
Olefina	15 a 25	15 a 25
Rayón	15	20
Modacrílico	14	14
Poliéster HT	9	9
Rayón HWM	6.5	7
Vidrio	3.1	3.1
Aramid	2.3	4
Las condiciones normales son : 65 % de humedad relativa y 20 °C.		

RESISTENCIA (TENACIDAD DE RUPTURA)		
	(g/denier)	
Fibras naturales	En seco	En húmedo
Lino	5.5	6.5
Seda	4.5	3.9
Algodón	4.0	5.0
Lana	1.5	1.0
Fibras artificiales y sintéticas		
Vidrio	7	7
Poliéster (filamento HT)	6.3 a 9.5	6.3 a 9.5
Nylon 6 (filamento)	6.0 a 9.5	5.0 a 8.0
Nylon 66 HT	6.0 a 9.5	5.0 a 8.0
Olefina	4.8	6
Aramid (filamento)	4.3 a 5.1	3.2 a 3.9
Poliéster (filamento)	4.0 a 5.5	4.0 a 5.5
Aramid (fibra corta)	3.7 a 5.3	2.7 a 4.1
Nylon 66 (filamento)	3.5 a 7.2	3.2 a 6.5
Nylon 66 (fibra corta)	3.0 a 6.0	2.6 a 5.4
Rayón HT	3.0 a 6.0	1.9 a 4.6
Nylon 6 (fibra corta)	2.5	2
Poliéster (fibra corta)	2.5 a 5.5	2.5 a 5.5
Rayón HWM	2.5 a 5.5	1.8 a 4.0
Acrílico	2.0 a 3.5	1.8 a 3.3
Fluorocarbono	2	2
Modacrílica	2.0 a 3.5	2.0 a 3.5
Novoloid	1.5 a 2.5	1.3 a 2.3
Saran	1.5	1.5
Acetato	1.2 a 1.5	0.8 a 1.2
Rayón	0.73 a 2.6	0.7 a 1.8
Vinyon	0.7 a 1.0	0.7 a 1.0
Spandex	0.6 a 0.9	0.6 a 0.9
Caucho	0.34	0.34

PROPIEDADES TERMICAS						
	PUNTO DE FUSIÓN		PUNTO DE REBLANDECI-MIENTO		TEMPERATURA SEGURA DE PLANCHADO	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C
Fibra						
Algodón	No se funde				425	218
Lino	No se funde				450	232
Seda	No se funde				300	149
Lana					300	149
Acetato	446	230	364	184	350	177
Triacetato arnel	575	302	482	250	464	240
Acrílico			400-490	204-254	300-350	149-179
Aramid	No se funde se carboniza a más de 800 °F (430 °C)					
Vidrio			1400-3033			
Modacrílico	410	210	300	149	200-250	93-121
Novoloid	No se funde					
Nylon 6	414	212	340	171	300	149
Nylon 66	482	250	445	229	350	177
Olefina	275	135	260	127	150	66
Poliéster	480	249	460	238	325	163
PET						
Poliéster PCDT	550	311	490	254	350	177
Rayón	No se funde				375	191
Saran	350	177	300	149	No se plancha	
Spándex	446	230	347	175	300	149
Vinyon	285	140	200	93	No se plancha	

PROPIEDADES FISICAS					
FIBRA	INDICE REFRACCION		RESISTENCIA	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	PUNTO DE FUSION (°C)
	LONGI TUDINAL	TRANS VERSAL			
Asbesto	1.50 – 1.55	1.49	Fuerte	2.1 – 2.8	Arriba de 350
Celulosa	1.58 – 1.60	1.52 – 1.53	Fuerte	1.51	-
Seda	1.59	1.54	Fuerte	1.32 – 1.34	-
Lana	1.55 – 1.56	1.55	Débil	1.15 – 1.30	-
Acetato secundario	1.47 – 1.48	1.47 – 1.48	Débil	1.32	260
Acrílico	1.50 – 1.52	1.50 – 1.52	Débil	1.12 – 1.19	-
Anidex	Opaca		-	1.22	Se ablanda a 190
Aramid	-	-	Fuerte	1.38	Se carboniza a 400
Azlon	1.53 – 1.54	1.53 – 1.54	Ninguna	1.30	Ninguno
Vidrio	1.55	1.55	Ninguna	2.4 – 2.6	850
Metálica	Opaca		-	Variable	Arriba de 300
Modacrili ca	1.54	1.53	Débil	1.30 (or) 1.36	188 (or) 120
Novoloid		1.5 – 1.7	Ninguna	1.25	Ninguno
Nylon	1.57	1.51	Fuerte	1.12 – 1.15	213 – 225
Nylon 6-6	1.58	1.52	Fuerte	1.12 – 1.15	256 – 265
Nitril	1.48	1.48	Nada	1.20	218
Poliéster	1.71 – 1.73	1.53 – 1.54	Intenso	1.38 (or) 1.23	250 – 260 (or) 282
Polietileno	1.56	1.51	Fuerte	0.90 – 0.92	135
Polipropil	1.56	1.51	Fuerte	0.90 – 0.92	170
Rayón	1.54 – 1.56	1.51 – 1.53	Fuerte	1.51	Ninguno
Caucho	Opaco		-	0.96 – 1.06	Ninguno
Saran	1.61	1.61	Débil	1.70	168
Spándex	Opaco		-	1.20 – 1.21	230
Vinal	1.55	1.52	Fuerte	1.26 – 1.30	-
Vinyon	1.53 – 1.54	1.53	Débil	1.34 – 1.37	230 (or) 400

### 4.3. Fibras sintéticas

Hooke en el siglo XVII, sugirió que si un líquido adecuado se pasaba a presión a través de una pequeña abertura y se le permitía congelarse, podría producirse una fibra. Se requirieron muchos años para elaborar las primeras soluciones para hilatura y diseñar equipos que las convirtieran en filamentos.

Todos los procesos de hilatura de las fibras sintéticas se basan en tres etapas generales <sup>3</sup>

- 1 Preparar una solución viscosa tipo jarabe
2. Extruir esta solución a través de una hilera o torbera para formar una fibra
- 3 Solidificar la fibra por coagulación, evaporación o enfriamiento.

Las materias primas pueden ser compuestos químicos que sintetizan formando resinas, las cuales se disuelven o se funden. La solución se conoce como solución de hilatura o pasta hilable. La extrusión es una parte muy importante del proceso de hilatura, la cual consiste en forzar o bombear la solución de hilatura a través de los pequeños orificios de una hilera o torbera.

La hilatura se hace por tres métodos diferentes

- a) Hilatura en húmedo - Especial para acrílico, rayón y spandex. El proceso empieza disolviendo la materia prima con productos químicos, posteriormente la fibra se hila dentro de un baño químico, y por último la fibra se solidifica cuando se coagula por el baño.
- b) Hilatura en seco - El proceso se recomienda para fibras de acetato, acrílico, modacrílico, spandex, triacetato y vinyon. Primeramente las resinas sólidas se

<sup>3</sup> Z. J. Gosicki Textile Design pp 49

disuelven con disolventes, para que la fibra se hile con aire caliente, finalmente la fibra solidifica por evaporación del disolvente

- c) Hilatura por fusión.- El proceso es para fibras de nylon, olefina, poliéster y saran. Las resinas sólidas se funden en una autoclave, hilándose las fibras con aire, las cuales se solidifican al enfriarse

Quando se produce una fibra sintética, sus propiedades fisicoquímicas son diferentes a las fibras naturales, las cuales pueden proporcionar ventajas o desventajas para ciertos usos, por lo que continuamente se están haciendo esfuerzos para modificarlas, las modificaciones de una fibra sintética básicamente se obtiene al variar la solución de hilatura, alterando las condiciones de hilatura o variando el proceso después de la hilatura, así pues, normalmente las fibras sintéticas son fibras brillantes y para deslustrarlas se agrega un pigmento blanco, ó dióxido de titanio, a la solución de hilatura antes de extruirla.

Una de las ventajas de la fibras sintéticas, es que se pueden modificar sus propiedades como pueden ser

- 1) Modificación de la forma . en su sección transversal, grosor o huecos
- 2) Modificaciones en la estructura molecular y cristalinidad alta tenacidad, baja formación de frisas (pilling), bajo alargamiento.
- 3) Aditivos al polimeros o a la solución de las fibras para teñido cruzado, antiestáticos , resistentes a la luz solar, retardantes del fuego, etc

Se han elaborado modificaciones complejas que combinan polimeros de la misma familia genérica, o bien dos polimeros de diferentes grupos genéricos, como entidades separadas dentro de una misma fibra o hilo

El cambio de la forma de la sección transversal es la manera más fácil de alterar las propiedades mecánicas de una fibra, casi se hacen combinaciones de la forma del orificio de las hilas para obtener las formas deseadas. Es posible lograr cualquier tipo de forma: plana, trilobal, cuadrilobal, pentagonal, en estrella, cruciforme, en hoja de trébol y en forma de letras del alfabeto como Y y T.

La forma plana fue una de las primeras variaciones producidas, que tienen a recibir y reflejar la luz de manera semejante a un espejo; así que presentan brillo o destellos.

La forma trilobal se ha utilizado mucho tanto en fibras de nylon como en poliéster, las cuales se hilan a través de una hilera que tiene tres ranuras dispuestas en forma triangular. Algunas de las ventajas de este tipo de fibras son:

- Un tacto agradable semejante a la seda
- Encubre la suciedad
- Volumen intrínseco sin demasiado peso
- Brillo y color semejante a la seda
- Resistencia a las arrugas a un alto denier

Las fibras que varían en grosor, se refiere aquellas fibras del tipo de gruesos y delgados, los cuales presentan variación en diámetro a lo largo de su longitud como resultado de un estirado desigual después de la hilatura. Cuando se tejen estos hilos dan el efecto de una seda de tipo dupioni o una estructura semejante al lino. Las áreas gruesas o nodos tomarán un tinte más intenso creando interesantes efectos de tonos superpuestos.

Las fibras huecas o multicelulares, semejantes al pelo o la piel de muchos animales contiene cedillas de aire que proporcionan aislamiento en climas fríos. Las plumas de los pájaros son huecas para darles flotación. Es posible construir cedillas de

aire y filamentos huecos similares también en las fibras artificiales, mediante el uso de compuestos formadores de gases que se añaden a las soluciones de hilatura, por medio de una inyección de aire en la boquilla a medida que la fibra se forma, o por modificaciones de la forma de los orificios de la hilatura. Las fibras huecas hiladas por fusión pueden formarse pirolisando parte del polímero que fluye a la hilatura, de manera que forme gas y, después, forzando el polímero con burbujas, en forma de filamentos huecos. Este tipo de fibras tienen excelente resistencia a la abrasión y al desgaste. Se utilizan en zapatos, sombreros y bolsas de mano, entre otras cosas.

Las fibras que sufren modificaciones en su estructura molecular y cristalinidad, se debe principalmente al estirado de la fibra, la cual modifica su curva de esfuerzo – deformación, que es la base de la tenacidad elevada (y de la baja tenacidad). La resistencia de la fibra se incrementa : 1) por estirado para alinear y orientar las moléculas, reforzando las fuerzas intramoleculares y por 2) modificación química del polímero de la fibra para aumentar el grado de polimerización, mediante la adición de compuestos de amonio.

La propiedad de alta tenacidad se obtiene cambiando la velocidad de coagulación, la velocidad de hilatura y por adición de modificadores a la solución de hilatura. Lo anterior da como resultado la formación de una parte externa orientada y un núcleo amorfo, el incremento en la orientación de esta fibra aumenta la resistencia a la tensión.

En las fibras hiladas por fusión, la longitud de la cadena molecular puede variarse en la etapa del polímero estableciendo cambios en los tiempos, temperatura, presión y productos químicos. Las moléculas largas son más difíciles de separar que las cortas. El estirado en caliente de los poliésteres y el estirado en frío del nylon alinean las moléculas en tal forma que se refuerzan las fuerzas intermoleculares. El poliéster de alta tenacidad se utilizan en la actualidad en cuerdas para neumáticos, el nylon en llantas para autos, camiones, aviones, etc.

Las fibras con baja formación de frisas (pilling) se elaboran de tal manera que se reduzca la vida de flexibilidad al disminuir el peso molecular medido en términos de viscosidad intrínseca. Cuando se reduce la resistencia a la abrasión por flexión las frisas de fibras se reponen casi tan pronto como se forma, y la tela conserva su apariencia atractiva

Las fibras de baja elongación se diseñan como fibras de refuerzo para incrementar la resistencia a la torsión y a la abrasión de las telas. La baja elongación se obtiene al cambiar el balance de tenacidad y extensión. Las fibras de alta tenacidad tienen propiedades de baja elongación. Los usos finales son principalmente en ropa de trabajo y artículos sometidos a uso constante.

Las fibras para teñido cruzado se modifican al agregar pigmentos a la solución de hilatura, de tal manera que cuando emergen de la hilera ya se encuentran teñidas.

La luz ultravioleta es la causa de la degradación de las fibras, así como de la decoloración. Cuando se absorbe la luz ultravioleta, se ocasionan daños debido a una reacción de óxido – reducción entre la energía radiante y la fibra o el tinte que se encuentra en ella. Para aumentar la resistencia de las fibras a la luz solar pueden agregarse estabilizadores como son compuesto nitrogenados. Estos estabilizadores deben seleccionarse cuidadosamente de acuerdo a la fibra y al tinte.

Las fibras resistentes a las flamas dan mejor protección a los consumidores, las fibras sintéticas pueden modificarse cambiando su estructura polimérica, mediante la adición de compuestos insolubles en agua a la solución de hilatura, estas modificaciones de la fibra hacen que sea resistentes a la flama, aunque varía su resistencia.

También es posible cambiar la afinidad de las fibras por los colorantes, con el fin de proporcionar fibras con mayor grado de solidez del color. De la misma forma se

pueden modificar el tamaño y la forma de los orificios de las hileras, para producir filamentos de diferentes diámetros y secciones transversales, las cuales influyen sobre la resistencia de la fibra al deslizamiento de la costura, el tacto, y el aspecto de la telas. En las fibras para alfombras, la forma de la sección transversal se cambia para dar a las fibras mejores propiedades para encubrir la suciedad.

El cable de filamento se puede cortar a cualquier longitud, casi siempre la fibra se estira en frío, después de la hilatura para mejorar su resistencia. De esta forma las propiedades de las fibras sintéticas se pueden ir modificando, y dar el mejor uso a la fibra

#### **4.4.- Procesos de hilatura.**

La resistencia de los hilos depende más del poder de cohesión o adhesión de las fibras y de los puntos de contacto, que resultan al aplicar presión por torsión. Mientras mayor sea el número de puntos de contacto, mayor será la resistencia de la fibra a deslizarse dentro del hilo. Las fibras onduladas tienen más puntos de contacto. La fricción de una fibra contra otra da resistencia al deslizamiento longitudinal.

Aunque se ha implantado la hilatura continua y se ha introducido cierta automatización, la hilatura convencional requiere de máquinas individuales y de mano de obra para 1) el limpiado de las fibras y su ordenación en forma paralela, 2) el estirado para la constitución de una mecha y 3) torcerlas y mantenerlas unidas dándoles resistencia.

El proceso de hilatura convencional cubre los siguientes aspectos <sup>4</sup>

<sup>4</sup> Z.J. Grosicki Textile Desing pp 154

4.4.1. **Apertura.**- La apertura separa, limpia y mezcla las fibras. Las fibras se encuentran sumamente comprimidas en las pacas y muchas de ellas han permanecido en ese estado hasta por un año. Las pacas abiertas viajan sobre dispositivos de alimentación con tolvas o en carrusel. La suciedad y basura se eliminan con aire a alta velocidad. Las fibras limpias y sueltas se introducen en forma de tela a la unidad de cardado.

4.4.2 **Cardado.**- El cardado endereza parcialmente las fibras y forma con ellas una trama delgada que se unen en una cuerda suave conocida como mecha o cinta cardada. La máquina para cardar se compone de cilindros cubiertos con una guarnición gruesa y pesada

4.4.3 **Estirado.**- El estirado aumenta el paralelismo de las fibras y combina varias mechas de carda en una cinta de manual. Esta es una operación de mezclado que contribuye a dar mayor uniformidad al hilo. El estirado se lleva a cabo por medio de conjunto de rodillos, cada uno de los cuales gira a mayor velocidad que el conjunto anterior

4.4.4 **Peinado.**- Si van a hilarse fibras largas, al cardado y al estirado seguirá el peinado. El objetivo fundamental del peinado es colocar las fibras en posición paralela y eliminar cualquier fibra corta del resto, de manera que las fibras peinadas tendrán una longitud más uniforme

4.4.5 **Trenzado** - El paso por la mecha o trenzado reduce el diámetro de la cinta o mecha de manual, aumenta el paralelismo de las fibras y proporciona torsión

4.4.6 **Hilatura** - La hilatura proporciona la torsión, que hace del hilo simple un hilado de fibra discontinua. La hilatura en anillo estira, tuerce y enrolla en una sola operación, proporcionando así el hilo que se utilizará para el tejido de la tela

#### 4.5 Elaboración de telas

Las telas tejidas se elaboran<sup>5</sup> con dos o más conjuntos de hilos entrelazados perpendicularmente. Los hilos que corren en dirección longitudinal se llaman hilos de urdimbre y los que van en dirección transversal son los hilos de trama. La posición perpendicular de los hilos proporciona a la tela mayor firmeza y rigidez. Las telas tejidas varían en el patrón de entrecruzamiento (tipo de tejido), en la cuenta de hilo por pulgada cuadrada y en el balance de hilos de trama y urdimbre.

El telar moderno básico consta de dos soportes o enjulios, uno para la urdimbre y otro para la tela. La urdimbre se levanta y se baja por medio de un dispositivo de malla - lizos. Un lizo es un marco en que se sujetan las mallas. Una malla es un alambre con un orificio en el centro a través del cual pasa el hilo. Hay tanta mallas como hilos de urdimbre en la tela y se encuentran sujetas por dos o más lizos. En el telar de dos lizos, cuando uno de ellos se eleva, los hilos forman una calada a través de la cual se insertan los hilos de trama. Una lanzadera lleva el hilo de trama a través de esta calada. Un peine aprieta el hilo de trama sobre la tela para así lograr un tejido firme. El peine es un conjunto de alambres en un marco y los espacios entre ellos se llama dientes.

El tipo de tejido se constituye a partir de los tres ligamentos básicos, que son el tafetán, sarga y satén, los cuales tiene una gran variedad en el número de hilos por urdimbre y trama, lo que le confiere propiedades de resistencia al rasgado, lo cual se refleja en la durabilidad de las prendas.

El ligamento de tafetán es el más simple de los tres ligamentos fundamentales, se forma con hilos perpendiculares que pasan alternativamente por encima y por debajo de cada uno de ellos. Cada hilo de urdimbre se entrelaza con un hilo de trama para formar el número máximo de ligamentos. El ligamento no tiene derecho ni revés a

menos que este estampado o que se le de un acabado superficial. Los hilos de urdimbre y trama son del mismo tamaño y se encuentran separados a la misma distancia. Las telas de tafetán tiene a arrugarse más, se deshilachan menos y son menos absorbentes que otro ligamentos

Dentro de las variaciones del ligamento de tafetán se encuentran los balanceados, sin balancear y de esterillas, los cuales tienen uno o más hilos entrelazados como uno solo. Los ligamento de tafetán balanceados tiene mayor número de aplicaciones y son las que constituyen el mayor grupo de telas tejidas. Pueden hacerse de cualquier peso, desde muy ligeras hasta muy pesadas. Los ligamentos de tafetán sin balancear aumentan el número de hilos de urdimbre, hasta que la cuenta es aproximadamente el doble que la de los hilos de trama. Los ligamentos de tafetán esterilla se elaboran con dos o más hilos de trama colocados en la misma calada. Los ligamentos de esterilla son los más comunes son 2x1, 2x2, 2x3, y 4x4, estas telas tiene flexibilidad y resistencia a las arrugas por que hay menos entrecruzamiento por pulgada cuadrada.

En el ligamento de sarga cada hilo de urdimbre o de trama hace una basta sobre dos o más hilos de urdimbre o de trama, con una progresión de entrecruzamiento de uno a la derecha o a la izquierda para formar una línea diagonal identificable, llamada espiga. Una basta es la parte de un hilo que cruza sobre dos o más hilos de la dirección opuesta. Los tejidos de sarga varían en el número de hilos utilizados. Las telas de sarga tiene derecho y revés, hay menos entrecruzamientos, lo que permite que los hilos se muevan con más libertad, da a la tela mayor suavidad, flexibilidad y recuperación de arrugas que en otra tela comparable de tejido de tafetán

La línea de la sarga puede ser muy inclinada, regular u oblicua. Mientras más diferencia haya entre el número de hilos de urdimbre y trama, más pronunciada será la línea de la sarga. Las telas de sarga muy pronunciadas tendrán una lata cuenta de urdimbre y por lo tanto serán más fuertes en la dirección de la urdimbre. Las sargas

pesadas como la gabardina y la mezclilla, predominan los hilos de urdimbre en el lado derecho de la tela, puesto que estos hilos tiene mayor torsión, siendo más fuertes y más resistentes a la abrasión

Los tejidos de satén cada hilo de urdimbre hace una basta sobre cuatro hilos de trama y se entrelazan con el quinto hilo de trama con una progresión de entrecruzamiento de dos a la derecha o a la izquierda. O bien, cada hilo de trama hace una basta sobre cuatro hilos de urdimbre y se entrelaza con el quinto hilo de urdimbre con una progresión de entrecruzamiento de dos a la derecha o a la izquierda. Las telas con este tipo de tejido se caracterizan por su lustre debido a las largas bastas que cubren la superficie, las telas tiene derecho y revés. Una cuenta de hilos alta les da resistencia, durabilidad, cuerpo, firmeza y resistencia al viento. El menor número de entrecruzamiento proporciona flexibilidad y resistencia al arrugamiento pero permite el deslizamiento de los hilos y el deshilachado

#### 4.6. Acabado

El acabado de los hilos y tela consiste en el teñido y acabado para darle la apariencia final, dichos procesos se clasifican en :<sup>6</sup>

4.6.1 Teñido - Los textiles pueden teñirse durante la etapa de fibra, hilo o tela, dependiendo de los efectos del color que se desee o quizá de la calidad y uso final de la tela. Se alcanza una mejor penetración del colorante teñiendo la fibra en lugar del hilo o bien teñiendo el hilo en lugar de teñir las piezas de tela

Los procesos de teñido comúnmente usados son los teñidos de fibra y teñido en pieza, (usando máquinas tipo Jigger, Foulard o Jet)

4.6.2 El acabado final se define como cualquier proceso realizado sobre la fibra, hilo o tela para cambiar la apariencia (lo que se ve), el tacto (lo que se siente) y el comportamiento (lo que hace a la tela). Los acabados comúnmente usados son los acabados generales a base de resinas y suavizantes, acabados estéticos (bordados, estampados) y los acabados especiales, que pueden ser acabados antiarrugas, repelentes al agua, a la suciedad, etc.

4.6.3. Los estampados son diseños que se producen con colorantes (pigmentos) en forma de pasta o colocando los colorantes sobre la tela. Normalmente el colorante no penetra por completo la tela. Los principales procesos de estampado son :

- a) Estampado directo.- Es un proceso manual con bloques de madera, en donde se graba un diseño sobre un molde. Este se sumerge en una charola con colorante y se estampa sobre la tela
- b) Estampado directo con rodillos - En un cilindro de hierro fundido se coloca la tela que se va a estampar, en el rodillo de estampado de cobre, está grabado con el diseño. Hay tantos rodillos diferentes como colores que se aplican a la tela. Las telas casi siempre se cubren ligeramente con adhesivo de goma, después de estampada la tela se seca, se vaporiza o recibe un tratamiento para fijar el colorante. El estampado duplex, es un estampado con rodillos que imprime *ambos lados de la tela con el mismo patrón o con dibujos distintos*
- c) Estampado por termotransferencia - Los diseños que pasan a la tela por calor y presión a través de un papel especialmente impreso. El papel en si se estampa por rotograbado, flexografía, offset o un proceso de serigrafía. La tela o la prenda se coloca sobre un marco de plástico y se humedecen con una solución especial. El papel se coloca sobre la tela y después se recubre con una capa de hule de silicón. Este conjunto se somete a presión y temperatura de 200 °C

durante unos segundos, en los cuales el dibujo se vaporiza y pasa el colorante por sublimación del papel a la tela.

- d) **Estampado con pantalla.-** El diseño se aplica a la pantalla de manera que toda, excepto el motivo, quede recubierto con un material resistente. Se utiliza una pantalla por cada color. El color se hace pasar a través de la pantalla por medio de una rasquera.

Los procesos de la industria textil, son muy variados y dependen de las disposiciones de cada fábrica, por lo que es un poco difícil de estandarizar las características de calidad del producto terminado, sin embargo, en nuestro caso nos enfocaremos a aquellas mediciones que son de vital importancia, que nos servirán de referencia para conocer la calidad de nuestro lote de producción.

La mayoría de los procesos textiles son secretos de cada fábrica, lo que dificulta, un poco determinar las características propias de cada proceso.

## 5.0 EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y PRUEBA

El hecho de que los datos analíticos van a ser utilizados para tomar decisiones, implica la necesidad de tener datos confiables. En muchos casos una respuesta aproximada o una respuesta incorrecta, es peor que no tener una respuesta, porque puede conducir a interpretaciones erróneas. Para ser valiosos los datos deben describir con exactitud las características que afectan la calidad del producto, por lo que al seleccionar los equipos e instrumentos de medición y prueba, debemos asegurarnos que la precisión y exactitud en la medición son las adecuadas para cada prueba, así como la incertidumbre es conocida y compatible con las tolerancias para dicha medición.

En los procesos de manufactura de los textiles, se consideran como puntos de inspección y prueba aquellos que afectan la calidad del producto, por lo que nos enfocaremos, a inspeccionar y evaluar algunas características relevantes de la materia prima, durante el proceso y producto terminado, por lo que a continuación se da un listado de la propiedad a evaluar, así como la referencia del método de prueba y tipo de equipo de medición que se necesitan para realizar dicha prueba <sup>7 8</sup>

### 5.1. Puntos de inspección y prueba en :

#### a) Materia prima

CARACTERISTICA	METODO	EQUIPO
Alargamiento de la fibra	---	Stelometer
Densidad	NMX-A-057-2000	Balanza analítica
Finura de la fibra	NMX-A-053-1964	Micronaire
Humedad	NMX-A-154-1970	Balanza analítica

<sup>7</sup> AATCC (American of Textile Chemists and Colorist) Vol 72

<sup>8</sup> J. William Weaver Analytical Methods for a Textile Laboratory pp 110

CARACTERISTICA	METODO	EQUIPO
Identificación	NMX-A-084-1995	Balanza analítica
Identificación	NMX-A-265-1986	Microscopio
Impurezas orgánicas	NMX-A-140-1970	Lámpara UV
Longitud de la fibra	--	Vernier
Pureza de productos auxiliares	---	Balanza analítica Material volumétrico
Pureza de colorantes	---	Espectrofotómetro UV/VIS
Punto de fusión	NMX-A-188-1995	Fisher Johns
Resistencia de la fibra	---	Instron mackengie tester
Resistencia a la tracción	NMX-A-059-1996	Dinamómetro
Viscosidad	NMX-A-307-1996	Viscosímetro

b) Durante el proceso

CARACTERISTICA	METODO	EQUIPO
Agentes humectantes	NMX-A-0138-1968	Espectrofotómetro de Infrarrojo
Ancho de telas	NMX-A-052-1995	Flexómetro
Densidad	NMX-A-057-2000	Balanza analítica
Deslizamiento a la costura	NMX-A-272-1990	Dinamómetro
Irregularidad del hilo	---	Uster
Potencial de hidrógeno	NMX-A-098-1967	Potenciómetro
Resistencia a la abrasión	NMZX-A-102-1983	Abrasiómetro
Resistencia al rasgado	NMX-A-109-1995	Dinamómetro
Ruptura	NMX-A-069-1988	Dinamómetro
Tono	---	CIELAB
Torsion del hilo	NMX-A-302-1994	Torsiómetro

c) Producto terminado

CARACTERISTICA	METODO	EQUIPO
Densidad	NMX-A-072-1999	Balanza analítica
Resistencia al pilling	NMX-A-177-1995	Tester Pilling
Solidez del color al sudor	NMX-A-065-1995	Perspirómetro
Solidez del color a la sublimación	NMX-A-100-1984	Scorch Tester.
Solidez del color a la luz	NMX-A-165-1995	Cámara de xenón
Solidez del color al agua	NMX-A-070-1997	Tester Spray
Solidez del color al frote	NMX-A-073-1995	Crokmeter
Solidez del color al lavado	NMX-A-074-1995	Lavadora, termómetro

## 5.2. Principios de construcción y operación de los equipos e instrumentos de inspección y prueba.

A continuación se dan algunas explicaciones breves del funcionamiento de algunos equipos comunes en el área textil

### 1. Abrasiómetro taber

El aparato de plataforma rotatoria y doble cabeza de abrasión, esta hecho de una unidad de diseño compacto con porta muestras circulares movibles, un par de brazos de pivote en los cuales se colocan las ruedas abrasivas, un motor para girar la plataforma y la muestra, un ventilador para enfriar el motor, una boquilla de vacío y un contador para indicar el número de revoluciones de la plataforma porta muestra

La distancia vertical del centro del pivote de los brazos abrasivos a la parte superior, debe ser aproximadamente de 25 mm La plataforma porta muestras, debe

girar en el plano de sus superficies, esta debe girar aproximadamente a 70 rpm., se colocan muestras circulares de 10 cm cuadrados de área, accionando el interruptor.

### 3. Crokmeter

El equipo esta constituido por una base y un brazo con un contador de vueltas que opera manualmente, primeramente se ajusta el falange (dedal) del frotímetro en el gancho, checádo que el indicador de vueltas esté en posición cero, posteriormente se coloca la muestra seca o húmeda sobre la base del frotímetro. En la falange del aparato sujetar con el anillo uno de los cuadros de tela blanca (muestra testigo) con el tejido oblicuo a la dirección del frote, bajar el falange sobre la superficie de la muestra y frotar hacia atrás y hacia delante 10 veces a una velocidad de una vuelta por segundo, finalmente la muestra se evalúa.

### 5. Dinamómetro

El aparato de rasgado Elmendorf mide la energía requerida para propagar (o continuar) un rasgado de la muestra de prueba

- a) Para obtener resultados válidos de la medición, el instrumento debe de estar nivelado y correctamente ajustado a cero
- b) La energía potencial esta almacenada en el sector conformada por el péndulo al elevar su centro de gravedad a una distancia conocida sobre su punto neutral. En la posición elevada las mordazas para la muestra son amoldadas y están listas para la prueba. Es por ello que se eleva el péndulo hasta que se detenga, debiendo estar las mordazas en el mismo plano

- c) Las muestras son preparadas exactamente con un ancho de 63 mm en la dirección de rasgado. La muestra es colocada en las mordazas con la orilla inferior ajustada cuidadosamente contra los topes. Luego ambas mordazas son cerradas para asegurar las muestras
- d) Al inicio se hace un ligero corte utilizando la cuchilla, el cual esta concentrado entre las mordazas y esta ajustado para producir un corte de  $20 \pm 0.15$  mm de longitud. Esto permite una longitud de rasgado de 43 mm
- e) El tope del péndulo es liberado, permitiendo al péndulo columpiarse hacia delante bajo la fuerza de gravedad. El espécimen es rasgado al momento de que la mordaza del péndulo se aleja de la mordaza fija. Durante el balanceo o el movimiento de vaivén. El trabajo total hecho al rasgarse la muestra es la diferencia entre la energía potencial del péndulo elevado y la suma de las energías cinéticas y potencial restantes al completar el rasgado. Esta suma determina la amplitud del vaivén del péndulo todas las perdidas de fricción del viento son compensadas a través de la calibración y de esta manera el trabajo total hecho sobre la muestra puede ser obtenida al medir la amplitud del vaivén
- f) La máxima amplitud del vaivén del péndulo es registrada por el dispositivo de lectura digital. La escala adherida al péndulo esta calibrada para indicar la fuerza promedio del rasgado como un porcentaje de la capacidad del péndulo

## 5 Espectrofotómetro UV/VIS

El equipo mide una cantidad de luz o energía radiante transmitida a través de una solución, como una función de la longitud de onda. Los equipos están constituidos por cinco componentes básicos: una fuente de energía radiante, un dispositivo para obtener luz monocromática, un recipiente para la muestra, un detector de la radiación y un registrador.

## 6. Instron Mackendie Tester

El Instron es un dinamómetro que emplea un medidor de deformación. El aparato utiliza celdas de carga intercambiables, lo que permite su empleo en una gama de carga muy amplia, de 0.0001 a 1000 newton. La celda de carga se ubica en la cruceta fija superior, de donde se conecta la mordaza superior mediante un cople universal. La mordaza inferior se mueve mediante unas varillas con cuerda, a cada lado del aparato. Permite variar la magnitud del alargamiento constante, a intervalos de 0.5 a 125 cm/min, mediante cambio de engranes. En la parte inferior se tiene un tablero con los controles que gobiernan el movimiento.

La celda de carga está conectada a la cabina de control, que encierra varios circuitos electrónicos y el equipo de la pluma registradora. La celda de carga contiene un balancín en forma decantiléver. Los medidores de deformación, son unas rejillas de alambre muy fino que se adhieren a la superficie del balancín. Se emplean cuatro medidores de deformación, que se conectan en forma de puente de Wheatstone, teniendo cada uno una resistencia nominal de 120 ohms.

## 7. Micronaire

Mide la finura de un lote de fibras, contra un patrón previamente establecido. El aparato se ajusta regulando la corriente de aire, en seguida se introduce el estándar por el orificio patrón y se ajusta la posición del flotador con los tornillos para que la parte superior coincida con las líneas rojas, en seguida se coloca la muestra en el cilindro del compresor, para eliminar aglomeraciones, posteriormente se activa el pistón de compresión de fibras y se lee el valor.

## 8 Perpirómetro

Los especímenes del textil, en contacto con tejidos adyacentes, se tratan en dos soluciones diferentes, que contienen histidina, se drenan y colocan entre dos placas de acrílico de 60 x 115 mm a una presión de 12.5 kPa proporcionada por una pesa de 5 Kg. Este equipo se utiliza para determinar el grado de solidez del color al agua de mar, al agua y al sudor. Los cambios se evalúan mediante la escala de grises.

## 9 Random Tester Pilling

Este aparato es apropiado para determinar la resistencia a la formación de pilling (bolitas sobre la tela). Las muestras se introducen en las cámaras recubiertas de corcho, y se da dos ciclos de 30 minutos. Estas cámaras se accionan mediante un motor, también cuenta con un sistema de inyección de aire, el cual es accionado por una compresora y el tiempo se controla con la ayuda de un cronómetro digital.

## 10 Scorch Tester

Este aparato nos determina la solidez del color de un material textil a la sublimación, o sea a la transferencia de color por medio de calor y su funcionamiento consiste en el calentamiento de una placa metálica, regulando el calentamiento con un termostato, además cuenta con un indicador de temperatura digital.

## 11. Tester Spray

El aparato es muy sencillo y solo consta de un embudo con orificios (tipo boca de regadera) para rociar la tela, la cual cae por gravedad a una cierta fuerza y dependiendo de la calidad y acabado de la tela, esta se manchara o se mojará.

## 12. Torsiómetro

El torsiómetro consiste en un par de mordazas, una de las cuales es giratoria en ambas direcciones y conectada positivamente a un dispositivo contador de vueltas. El aparato puede ser manual o movido por un motor. La posición de una o ambas mordazas debe ser ajustable para colocar a los especímenes, el aparato debe estar provisto de un mecanismo de tensión variable, para asegurar una fuerza específica aplicable al espécimen al inicio y final de la prueba, se retira completamente durante la operación de torcido y destorcido.

El equipo es apropiado para determinar las vueltas de torsión de hilados. La muestra se sujeta en la cabeza de la mordaza fija y la rotatoria se tuerce o destuerce manualmente con el uso de un motor. El motor de velocidad variable da movimiento a la cabeza de la mordaza giratoria.

El número de vueltas se controla mediante el motor y cuenta con un contador de estas.

## 13 Uster

Este equipo, nos determina la regularidad de un hilo, mecha o pabito, es decir, nos cuantifica el número de fibras por sección. Su utilidad es básica para un buen hilado, ya que desde el principio de la producción, podemos controlar la regularidad de estas mechas a través de unos valores dados

La instalación completa de regularimetría consta de varios aparatos, que son los siguientes

- a) Regularímetro.- Este aparato analiza por medio de una células la cantidad de fibras por sección, o sea la regularidad de una mecha, pabito o hilo
- b) Integrador.- Este aparato recoge los valores entregados por el regularímetro y los integra en un valor numérico (U% ó CV%), los cuales son valores universales aceptados
- c) Contador de imperfecciones - Este aparato cuantifica mecánicamente la cantidad de partes delgadas, gruesas y neps o motas que está analizando el regularímetro.
- d) Espectrógrafo - Este aparato nos determina el espectro del material que se está analizando y nos lo proporciona en forma de una curva dentro de un papel graficador (espectrograma) Este papel contiene unas longitudes de onda registradas. Analizando las curvas en concordancia con la longitud de onda podemos establecer que tipo de defecto presenta el material que estamos analizando, ya sea defecto de estiraje o defecto mecánico y poder ubicar en dónde se presenta tal defecto

De la lista anterior de equipos e instrumentos de medición, en seguida se clasifican en equipos cuantitativos (nos dan un valor numérico) y cualitativos (nos dan un valor de apreciación):

CUANTITATIVOS	CUALITATIVOS
Abrasiómetro taber	Cámara de arco de xenón
Balanza analítica	Crokmeter
Balanza granataría	Lámpara UV
CIELAB	Lavadora
Dinamómetro	Microscopio
Espectrofotómetro de Infrarrojo	Perspirómetro
Espectrofotómetro UVVIS	Random Tester Pilling
Fisher Johns	Scorch Tester
Flexómetro	
Instron Mackendie Tester	
Material volumétrico	
Micronaire	
Potenciómetro	
Stelometer	
Termómetro	
Torsiómetro	
Uster	
Vernier	
Viscosímetro	

Para los equipos e instrumentos de medición se dan a continuación las características mínimas de exactitud, tolerancias e intervalo de medición :

No	EQUIPO	E.M.T	INTERVALO DE MEDICION
1	Abrasiómetro taber	0.5 N	0 a 1000 N
2	Balanza analítica	0.0001 g	0.0000 a 160.0000 g
3	Balanza granataría	0.1 g	0 a 2100 g
4	CIELAB	1 nm	380 a 780 nm
5	Espectrofotómetro de Infrarrojo	1 $cm^{-1}$	700 a 4000 $cm^{-1}$
6	Dinamómetro	1 kg/cm	0 a 1000 kg/cm
7	Espectrofotómetro UV/VIS	1 nm	180 a 780 nm
8	Fisher Johns	1 °C	- 10 a 500 °C
9	Flexómetro	0.1 cm	0 a 3 metros
10	Instron Mackendie Tester	0.1	0.1 a 1000 micrones
11	Material volumétrico		No aplica
12	Micronaire	1 N	0 a 1000 N
13	Potenciómetro	0.01	0.00 a 14.00 unidades de pH
14	Stelometer	0.1 %	0.0 a 100 %
15	Termómetro	0.1 °C	0.0 a 210 °C
16	Torsiómetro	0.1 %	0.0 a 100 %
17	Uster	1 %	0 a 100 %
18	Vernier	0.05 mm	0 a 50 mm
19	Viscosímetro	1 cps	0 a 100 cps
20	Manómetro	0.05 $kg/cm^2$	0 a 10 $kg/cm^2$

## 6.0. SISTEMA METROLÓGICO DE ACUERDO AL REQUISITO DEL PUNTO 4.11 DE LA NORMA ISO 9001

En la actualidad los efectos de la globalización nos marca los lineamientos para ser una industria competitiva, y para tal efecto debemos regirnos por sistemas de calidad, que en nuestro caso nos enfocaremos a cumplir con los requisitos del punto 4.11 de la Norma ISO 9001, que al texto dice .<sup>9</sup>

### 6.1. Requisito 4.11.- Control de los equipos de inspección, medición y prueba.

**4.11.1 Generalidades** El suministrador debe establecer y mantener al día procedimientos documentados para controlar, calibrar y realizar el mantenimiento de los equipos de inspección, medición y prueba (incluyendo el soporte lógico usado en los ensayos) utilizados por el suministrador para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados. Los equipos de inspección, medición y prueba deben ser utilizados de manera que se asegure que la incertidumbre de la medida es conocida y compatible con la capacidad de la medida requerida.

Quando se utilice como método adecuado de inspección un programa informático o unas referencias comparativas, como materiales de prueba, éstos deben ser comprobados para demostrar que son capaces de verificar la aceptabilidad del producto, antes de ser puestos en circulación para su uso durante la producción, la instalación o el servicio posventa, y debe ser revisados con una periodicidad preestablecida. El suministrador debe establecer el alcance y la frecuencia de dichas revisiones, y debe conservar los registros actualizados correspondientes como evidencia de dicho control.

Quando la disponibilidad de datos técnicos relativos a los equipos de inspección, medición y prueba sea un requisito especificado, dichos datos deben ponerse a disposición del cliente cuando éste o su representante lo requieran, para verificar que los equipos de inspección, medición y ensayo son adecuados funcionalmente.

**NOTA** Para los fines de esta Norma Internacional "equipos de medida" incluyen los aparatos e instrumentos de medida.

**4.11.2 Procedimiento de control** El suministrador debe

- a) Determinar qué medidas deben realizarse, la exactitud requerida, y seleccionar los equipos de inspección, medición y prueba adecuados que sean aptos para la exactitud y precisión necesarias.
- b) Identificar todos los equipos de inspección, medición y prueba, que puedan afectar a la calidad del producto, y calibrarlos y ajustarlos a intervalos establecidos o antes de su utilización, contra equipos certificados que tengan una relación conocida y válida con patrones internacionales o nacionales reconocidos. Cuando no existan tales patrones debe documentarse la base utilizada para la calibración.

<sup>9</sup> ISO 9001 Modelo de calidad para diseño, desarrollo, producción instalación y servicio

- c) Definir el proceso empleado para la calibración de los equipos de inspección, medición y prueba, incluyendo los detalles sobre el tipo de equipo, la identificación única, la localización, la frecuencia de las comprobaciones, el método de comprobación, los criterios de aceptación y las acciones que se deben realizarse cuando los resultados no sean satisfactorios.
- d) Identificar los equipos de inspección, medición y prueba con una marca, o con el registro de identificación aprobado que indique su estado de calibración
- e) Conservar los registros de calibración de los equipos de inspección, medición y prueba.
- f) Evaluar y documentar la validez de los resultados de las inspecciones y pruebas obtenidos con anterioridad, cuando se compruebe que los equipos de inspección, medición y prueba no estén bien calibrados
- g) Asegurar que las calibraciones, inspecciones, mediciones y pruebas se realizan en condiciones ambientales adecuadas.
- h) Asegurar que el manejo, la conservación y el almacenamiento de los equipos de inspección, medición y prueba sean tales que no alteren su exactitud y adecuación al uso.
- i) Proteger las instalaciones de inspección, medición y prueba, incluyendo tanto los materiales de ensayo como el soporte lógico, frente a ajustes que pudieran invalidar la calibración realizada

NOTA . Se puede utilizar como orientación el sistema de conformidad metrológica dado en la Norma ISO 10012

## 6.2. Sistema Metrológico.

Una vez conociendo los requerimientos que marca el punto 4.11 de la Norma ISO 9001, y los puntos de medición más importantes para los procesos de manufactura de la industria textil, el departamento de control de calidad en coordinación con la dirección general de la compañía, tienen la responsabilidad de seleccionar las instalaciones, condiciones ambientales, mantenimiento y calibración de los equipos, así como el personal, métodos de prueba, sistemas de calidad, etc que conformaran el sistema metrológico

A continuación se describen las etapas más importantes, de dicho sistema

### 6.2.1 Instalaciones, seguridad y condiciones ambientales

Para que un laboratorio de pruebas opere en las mejores condiciones, debe contar con un área independiente de los demás departamentos, se recomienda que cuente con compartimentos individuales para resguardar la conformidad de los materiales, estándares y patrones de referencia.

De la misma forma los equipos deben contar con un área especial de localización, siendo distribuidos en relación a su funcionamiento, es decir, se contará con una área especial para balanzas, otra para equipos que trabajen a altas temperaturas, como son máquinas de igualación de tonos, hornos de secado, ramas de secado, foulard, etc, una más para equipos de hilatura, una para espectrofotómetros y una más para preparación de muestras y lavado de material.

Las medidas de seguridad son las normales para cualquier Laboratorio de Pruebas, entre las que se destacan principalmente la limpieza del área y materiales, evitar ingerir alimentos, usar batas, guantes, goggles y zapatos de seguridad, impedir el paso a personal ajeno al área, evitar la contaminación de los materiales, estándares y patrones de referencia, mantener al día los registros de calidad, etc

En lo concerniente a las condiciones ambientales, éstas son de vital importancia, ya que de ellas dependerá en mucho la veracidad de los resultados, por lo que se debe evitar al máximo las vibraciones, corrientes de aire, variación de voltaje, polvos, partículas suspendidas, así como mantener las condiciones ambientales controladas incluyendo una temperatura de  $20 \pm 2$  °C y humedad relativa de  $65 \pm 2$  %

## 6.2.2 Selección, identificación y localización de materiales y equipos

Una vez detectado los puntos de inspección y medición, se seleccionaran los materiales, reactivos, estándares y patrones de referencia, así como la selección de equipos e instrumentos de inspección y medición, de acuerdo a los métodos de prueba que se van aplicar, es muy importante cumplir a medida de lo posible con las características que marca el método de prueba, para la adquisición de los materiales y equipos

En el momento que se adquieran cada uno de los materiales y equipos, se procederá a identificarlos, por medio de una clave única la cual se anotará en una etiqueta que no se desprenda, además se anexará los siguiente datos

Materiales	Equipos
Nombre del material	Nombre del equipo
Fecha de recepción	Fecha de puesta en práctica
Fecha de apertura	Fecha de calibración
Número de lote	Fecha de próxima calibración,
	Nombre y firma de la persona que calibra
	Clave o número de inventario

Se recomienda hacer un croquis de la ubicación de cada uno de los equipos e instrumentos de medición, con el fin de asignar un lugar para cada uno y evitar al máximo que estos se muevan de su lugar (ver diagrama 1)

Es importante al seleccionar los equipo, patrones de calibración, materiales y estándares de referencia, sean internacionalmente reconocidos, para facilitar la trazabilidad en la medición, el intercambio tecnológico y el acuerdo de las especificaciones del producto

La agrupación y distribución de los equipos para la industria textil, se recomienda dividirla por secciones (ver planos de distribución), ordenadas de la siguiente manera

A continuación se enlistan todos los aparatos considerados por sección

### **Sección 1** Recepción de muestras

1. Escritorio
2. Anaquel

### **Sección 2.** Hilatura

Esta sección es para el análisis completo de características físicas de hilos de fibra corta y de filamento continuo, ya sean fibras de origen natural, sintético o mezclas, así como en hilo individual, en madeja o muestras tomadas de telares, ya sea de material en crudo, teñida o acabada

- |    |             |   |                           |
|----|-------------|---|---------------------------|
| 3  | Uster       | 6 | Abrasiómetro Taber        |
| 4. | Dinamómetro | 7 | Instron Marckendir Tester |
| 5. | Torsiómetro |   |                           |

### **Sección 3** Espectrofotómetros

- 8 Espectrofotómetro de infrarrojo
- 9 CIELAB
- 10 Espectrofotómetro UV/VIS

**Sección 4. Microscopia**

11. Microscopio

**Sección 5. Instrumentos de pesar**

12. Balanza analítica Sauter
13. Balanza granataría Mettler
14. Balanza analítica Mettler

**Sección 6. Calibración**

En esta sección se contará con áreas de almacenarán para los materiales de referencia, patrones internacionales y nacionales, así como sus respectivas áreas de calibración

15. Area dimensional
16. Area para presión
17. Area para temperatura

**Sección 7. Almacenamiento de muestra**

18. Anaquel para fibras
19. Anaquel para telas crudas
20. Anaquel para hilos
21. Anaquel para telas acabadas

**Sección 8** Acondicionamiento y preparación de muestras

- |     |               |    |                       |
|-----|---------------|----|-----------------------|
| 22. | Potenciómetro | 24 | Termómetro            |
| 23. | Viscosímetro  | 25 | Campana de extracción |

**Sección 9.** Acabado.

- |    |                       |     |                          |
|----|-----------------------|-----|--------------------------|
| 26 | Random Tester Pilling | 29. | Spray Tester             |
| 27 | Laundometro           | 30. | Crockmeter (Frotímetro ) |
| 28 | Dinamómetro Elmendorf | 31. | Scorch Tester            |

**Sección 10** Almacenamiento de reactivos para el análisis

- |     |                          |                 |
|-----|--------------------------|-----------------|
| 32  | Riesgos moderados:       | código naranja  |
| 33  | Riesgos a la salud       | código azul     |
| 34  | Riesgos de incendio:     | código rojo     |
| 35  | Riesgos por reactividad. | código amarillo |
| 36. | Riesgos por corrosión    | código blanco   |

**Sección 11** Hornos de secado

- |      |                 |
|------|-----------------|
| 37   | Horno de secado |
| 38   | Rama            |
| 39.- | Mufla           |
| 40   | Foulard         |

**Sección 12.** Sección de Lavado de material

- 41. Lavado de material
- 42. Estantes de almacenamiento de material de vidrio
- 43. Accesorios en general

**Diagrama de ubicación de equipos e instrumentos de medición**SALIDA  
EMERGENCIA

ENTRADA

### 6.2.3. Mantenimiento y calibración de los equipos

Es importante que se establezcan sistemas de mantenimiento preventivo, y correctivo, de manera que los equipos funcionen adecuadamente y por ello la siguiente sección presenta algunas ideas orientativas sobre lo que debería considerarse para iniciar dichos sistemas de mantenimiento, así como un directorio de empresas y personas físicas que puedan proporcionar servicios de mantenimiento y calibración especializados.

- a) **Mantenimiento preventivo** - Debe entenderse la revisión sistemática y programada de los equipos e instrumentos de medición del Departamento de Control de Calidad, que comprenda : Limpieza, lubricación, chequeo de partes mecánicas, eléctricas, así como calibraciones de ser necesario

Para cubrir este tipo de mantenimiento, deberá cumplirse los siguientes requisitos

- 1 Establecer un registro de cada equipo e instrumento de medición que incluya :
  - Nombre del equipo
  - Nombre del fabricante
  - Marca, modelo y número de serie
  - Fecha de recepción y puesta en servicio
  - Características eléctricas
  - Localización actual
  - Fecha y firma de la persona que realiza el mantenimiento
  - Condiciones en que se encuentra para poder operar
  
- 2 Realizar un inventario detallado de accesorios y/o refacciones para cada equipo e instrumento de medición que incluya
  - Nombre del accesorio con el número de serie y localización

- 3 Mantener por lo menos un stock mínimo de refacciones o piezas de recambio para sustituir aquellas que se desgasten, se descompongan o se quemen.
- 4 Establecer un programa mensual de mantenimiento, en el que se consignent los equipos que lo requieran, el número de revisiones planeadas por período que se harán a cada equipo e instrumento de medición, las fechas en que se cumplió realmente con el mantenimiento y las observaciones pertinentes

Obviamente, debe cuidarse que el establecimiento de los programas, planes, así como la realización de mantenimiento mismo sean realizados por personal calificado que conozca los principios de los equipos e instrumentos de medición, en cuanto al funcionamiento, calibración y manejo, de manera que se garantice su operación funcional

Los registros, inventarios, programas y planes, deben estar en un archivo y bajo control, como lo estipula el punto 4.11 de la norma ISO 9001

**b) Mantenimiento correctivo** Debe entenderse la reparación de los equipos y e instrumentos de medición, que sufran descomposturas en sus partes mecánicas, eléctricas por alguna de las siguientes causas

- Cuando se sometan a una sobrecarga de corriente
  - Cuando se manejen en forma incorrecta
  - Cuando se obtengan resultados dudosos
  - Cuando se deban sustituir partes por desgaste o inhabilitación.
- 2 Se debe establecer un registro de mantenimiento correctivo por equipo, en el que se consigne la fecha de la reparación, el tipo de falla que se corrigió, las

partes de repuesto que se usaron, los gastos de reparación y las observaciones pertinentes

- 3 Las refacciones o partes de repuesto que sea necesario utilizar se tomará del stock, cuidando en lo posible, de sustituirlas para mantener ese stock.
  - 4 Dado el gran número de equipos, es necesario que el personal asignado al mantenimiento sea capaz de detectar la falla, realizar el cambio de partes, la reparación, etc.
  5. En el caso de equipos especiales (espectrofotómetros, dinamómetros, etc), estos deben ser reparados por personal calificado, proporcionado por las empresas proveedoras de dichos equipos
  - 6 Bajo ningún concepto deben improvisarse las reparaciones, ya que esto puede traer como consecuencia un deterioro mayor de los equipos
  - 7 Después de la reparación el equipo debe ser calibrado y demostrarse que está en condiciones satisfactorias, antes de ponerlo en servicio nuevamente
- c) **Calibración.** Debe entenderse como el conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir , por lo que todo equipo nuevo debe calibrarse antes de ser puesto en servicio, ya sea por el mismo laboratorio o utilizando servicios de calibración externos que cuente con el certificado de reconocimiento para ejecutar dicho servicio

La calibración tiene como objeto fundamental asegurar el valor de la medición, así como dichas mediciones sean trazables a través de certificados que posea el Laboratorio de Pruebas, ya sea a un patrón nacional (trazable a CENAM) o

internacional (trazable a NIST o algún laboratorio primario de calibración) o a un material de referencia certificado, también es obligatorio que cuente con un programa de calibración y mantenimiento de los equipos e instrumentos de medición, el cual se hará en base a la carga de trabajo y sensibilidad del equipo, para esto se podrán auxiliar con la experiencia de los proveedores de dichos equipos e instrumentos, así como de las dependencias que se dedican a estas tareas. Hay que archivar los registros de tales actividades como evidencia objetiva para las auditorías de calidad

El seguimiento del programa de calibración y mantenimiento debe quedar evidenciado, para lo cual cada equipo contará con un expediente

Para hacer uso de los servicios ofrecidos, es conveniente que el o los responsables del Departamento de Control de Calidad elijan a la empresa o persona física que más convenga, en términos del tipo y calidad de los servicios, si el servicio es por trabajo individual o si el servicio debe establecerse por contrato a un tiempo determinado y el precio de los servicios. A continuación se da un listado general de las empresas y personas físicas que proporcionan servicio de mantenimiento y calibración

EMPRESA	FIRMA QUE REPRESENTA	EQUIPOS
Stoffel y Cía , S A de C V Naucalpan de Juárez	Sellweger Uster Scott Tester Inc SPINLAB, Inc	Equipo Uster Dinamómetro Scott Dinamómetro Stelometer Dinamómetro Pressley Fibrograph
Hani Mazal, S A Sullivan No 119	Instron Inc	Probador universal Instron
Interama, S A Apartado postal 151 Ciudad Satelite	Zweigle	Aspc electrico Torsiómetro eléctrico Devanador de tarjetas Balanza de numeracion directa Analizador de ablandamiento

EMPRESA	FIRMA QUE REPRESENTA	EQUIPOS
	SPINLAB	Fibrograph Dinamómetro Stelometer Dinamómetro Pressley Micronaire
Equipar, S.A. Juan Sánchez Azcona 1447	Atlas Electric Devices	Fideómetro Launder-o-metro Crockmeter Acelerador Scorch Tester Pilling Tester Perspirometer
Laboratorios Zeiss Carl Zeiss de México, S.A Av Patriotismo 604	Carl Zeiss	Fotomicroscopio a
Representaciones PRUP, Sta María la Redonda 85	Werner Mathis	Tina de redina Jigger Foulard Rama Pad - Steam
Embajada de Hungría Departamento comercial Homero 136	Metripex	Aspe eléctrico Torsiómetro eléctrico Flexómetro combinado Tensiómetro
Reparación de aparatos de laboratorio Calle Hortensia 21		Microscopio

d) **Documentación.** El Departamento de Control de Calidad contará con procedimientos documentados para cada uno de los equipos e instrumentos en relación a las actividades de mantenimiento y calibración, así como el establecimiento de procedimientos de control, con el fin de demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados.

El presente formato se recomienda utilizar para generar los procedimientos de calibración, mantenimiento y limpieza de los equipos e instrumentos de medición y prueba.

LOGOTIPO	NOMBRE DE LA EMPRESA	
	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (ISO 9001/NMX-CC-3)	
	MANUAL DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	
	AREA : METROLOGIA	TEMA: PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION, MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

## CONTENIDO

10	OBJETIVO
20	ALCANCE
30	POLÍTICAS DE CALIDAD
40	RESPONSABILIDAD
50	REFERENCIAS
60	DEFINICIONES
70	ACCIONES
71	CONDICIONES AMBIENTALES
72	PATRONES EMPLEADOS
73	INSTRUMENTOS Y MATERIAL NECESARIO
74	LIMPIEZA
75	MANTENIMIENTO
76	PROCESO DE CALIBRACION
77	BIBLIOGRAFIA
80	ANEXOS
81	HOJAS DE REGISTRO DE LA CALIBRACION

EDICION	D	M	A	SUSTITUYE A	D	M	A	REVISION	1	CLAVE	MAC-DOC-001
ELABORO				REVISO				APROBO			

Página x de y

Los registros de calibración a su vez arrojarán un informe, el cual deberá contener mínimo la siguiente información :

LOGOTIPO	NOMBRE DE LA EMPRESA	
	SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (ISO 9001/NMX-CC-3)	
	MANUAL DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	
	AREA : METROLOGIA	TEMA REPORTE CALIBRACIÓN

**Nombre, Domicilio y teléfono del laboratorio o persona física**

Número de folio del informe :

Nombre del equipo :

Clave única :

Localización :

Descripción del equipo. (Modelo, marca, serie clase, división mínima intervalo de medición, etc.)

Método de comprobación

Descripción del instrumento de referencia .

Condiciones ambientales

Tabla de resultados :

Criterios de aceptación es decir, en que intervalo se puede utilizar, si pasa o no pasa la calibración, en el caso de que no se pueda utilizar, hay que especificar las acciones que deban realizarse y etiquetar al equipo con la leyenda fuera de servicio

Persona que calibra

Fecha de calibración

Fecha próxima de calibración :

Estado del equipo.

EDICION	D	M	A	SUSTITUYE A	D	M	A	REVISION	1	CLAVE	MAC-DOC-001
ELABORÓ				REVISÓ				APROBÓ			

Página 1 de 1

Los informes se podrán mostrar a los clientes en el caso de que deseen verificar la conformidad de los resultados.

El propósito de que la industria textil tenga los registro de calibración de los aparatos, es con la finalidad de llevar un control de los mismos, que permita garantizar la confiabilidad en la medición y un grado de error mínimo en los equipos e instrumentos de prueba

El Laboratorio de Pruebas deberá contar con un calendario de mantenimiento y calibración, con el fin de conocer el estado de los aparatos de medición, así como establecer y mantener un grado de error mínimo entre los usuarios así como entre los diferentes organismos de comercio.

A continuación se da una guía de puntos de verificación de algunos de los equipos :

- a) Instrumentos de pesar : Calibración de exactitud, repetibilidad y carga excéntrica.<sup>10</sup>
- b) Material volumétrico.- Exactitud y repetibilidad. <sup>11</sup>
- c) Cronómetros.- Exactitud
- d) Termómetros.- Calibrar puntos específicos contra termómetros de referencia.
- e) Potenciómetro - Tendencia del electrodo o reducción de la respuesta y verificación de la pendiente usando soluciones estándar

<sup>10</sup> Flores Miranda Rivelino Propuesta para la calibración de balanzas pp 11

<sup>11</sup> Heredia Orozco Dorian Operación y calibración de material volumétrico pp 6

- f) Aparatos de calentamiento.- Sistema sensor de temperatura, estabilidad térmica, reproducibilidad
- g) Espectrofotómetros.- Repetibilidad y exactitud de la longitud de onda, estabilidad de la fuente, desempeño del detector (resolución, selectividad, estabilidad, linealidad, exactitud y repetibilidad), relación de la señal de ruido, calibración de la longitud de onda, transmitancia, intensidad o frecuencia
- h) Microscopios - Poder de resolución y retícula de calibración (para mediciones de longitud)
- i) Automuestreadores.- Repetibilidad y exactitud de la regulación del tiempo de los sistemas de reparto de la muestra

Los programas de mantenimiento y calibración, se elaboran con la finalidad de establecer los periodos máximos en cada caso, siempre y cuando se cumplan los siguientes criterios que se especifican a continuación .

- i) Que el equipo sea de buena calidad y con una estabilidad adecuada comprobada
- ii) Que el laboratorio cuente tanto con la capacidad en equipo como el personal experto para realizar las verificaciones internas adecuadas
- iii) Que si surge cualquier sospecha, o indicios de sobrecarga o malos manejos, el equipo será verificado inmediatamente y después a intervalos moderadamente frecuentes, hasta que se demuestre que su estabilidad no ha sido dañada

Cuando los criterios que se han señalado no puedan cumplirse adecuadamente, se especificarán intervalos más cortos

El período nominal máximo puede extenderse en casos especiales, cuando el laboratorio haya demostrado una capacidad de autoverificación excepcional o una participación exitosa en programas de pruebas de eficiencia

A continuación se da un ejemplo de los programas de mantenimiento y calibración para los equipos e instrumentos de inspección y prueba utilizados en la industria textil:

**RESPONSABLES DEL MANTENIMIENTO Y CALIBRACION**

No	EQUIPO	MANTENIMIENTO		CALIBRACION		OBSERVACIONES
		INTERNO	EXTERNO	INTERNO	EXTERNO	
1	Abrasiómetro Taber		Stoffel		Stoffel	
2	Balanza analítica		Mitutoyo		Mitutoyo	
3	Balanza granatana		Mitutoyo		Mitutoyo	
4	Cámara de arco de xenón		Equipar		Equipar	
5	CIELAB		Interama		Interama	
6	Crokmeter		Equipar		No aplica	
7	Diafragma inflado		Stoffel		Stoffel	
8	Dinamómetro		Interama		Interama	
9	Espectrofotómetro de infrarrojo		Perkin Elmer		Perkin Elmer	
10	Espectrofotómetro UV/VIS		Perkin Elmer		Perkin Elmer	

**RESPONSABLES DEL MANTENIMIENTO Y CALIBRACION**

No	EQUIPO	MANTENIMIENTO		CALIBRACION		OBSERVACIONES
		INTERNO	EXTERNO	INTERNO	EXTERNO	
11	Fisher Jones		Equipar		Equipar	
12	Flexómetro		Mitutoyo		Mitutoyo	
13	Instron Mackendie Tester		Interama		Interama	
14	Lámpara de luz UV		Equipar		No aplica	
15	Launderometro		Equipar		Equipar	
16	Microscopio		Zeiss		Zeiss	
17	Perspirometro		Equipar		No aplica	
18	Potenciómetro		Mitutoyo		Mitutoyo	
19	Random Tumble Pilling Tester		Equipar		No aplica	
20	Scorch Tester		Equipar		No aplica	

**RESPONSABLES DEL MANTENIMIENTO Y CALIBRACION**

No	EQUIPO	MANTENIMIENTO		CALIBRACION		OBSERVACIONES
		INTERNO	EXTERNO	INTERNO	EXTERNO	
21	Spray Tester		Equipar		No aplica	
22	Tensiómetro		Interama		Interama	
23	Termómetro		Mitutoyo		Mitutoyo	
24	Uster Tester		Interama		Interama	
25	Vernier		Mitutoyo		Mitutoyo	
26	Viscosímetro		Mitutoyo		Mitutoyo	
	ELABORO	SUPERVISO		AUTORIZO		

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACION**

No	EQUIPO	CLAVE	MESES												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Abrasiómetro Taber			*			♦					♦			*
2	Balanza analítica				*			♦				*			♦
3	Balanza granataria		♦		*					♦		*			
4	Cámara de arco de xenón					♦		*				♦			
5	CIELAB		*		♦					*			♦		
6	Crokmeter							♦							
7	Diafragma inflado				*			♦				*			
8	Dinamómetro		♦			*				♦				*	
9	Espectrofotómetro de infrarrojo							♦				*			
10	Espectrofotómetro UV/VIS			♦							*			♦	

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACION

No	EQUIPO	CLAVE	MESES												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
11	Fisher Jones							♦							♦
12	Flexómetro						♦								
13	Instron Mackendie Tester			♦						♦					
14	Lámpara de luz UV					♦							♦		
15	Lauderometro		♦							♦					♦
16	Microscopio							♦					♦		
17	Perspirometro			♦								♦			
18	Potenciómetro			♦					♦						
19	Random Tumble Pilling Tester					♦							♦		
20	Scorch Tester			♦							♦				

DESARROLLO DE UN SISTEMA METROLOGICO EN LA INDUSTRIA TEXTIL

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACION

No	EQUIPO	CLAVE	MESES												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
21	Spray Tester			♦						♦					♦
22	Tensiómetro				♣								♦		
23	Termómetro		♣												
24	Uster Tester				♣					♦			♣		
25	Vernier		♣							♦					♣
26	Viscosímetro			♣					♦						
♣ Calibración ♦ Mantenimiento															
ELABORO			SUPERVISO						AUTORIZO						

DESARROLLO DE UN SISTEMA METROLOGICO EN LA INDUSTRIA TEXTIL

## 6 2 4 Aseguramiento de la medición

El departamento de control de calidad, deberá contar con un sistema de aseguramiento de la medición, apropiado al tipo y volumen de trabajo que se realiza en la industria textil, que garantice la confiabilidad de los resultados, para lo cual se recomienda que a intervalos establecido se verifique el buen funcionamiento de los equipos e instrumentos de medición, es decir, para

### EQUIPO

### FORMA DE VERIFICAR

Balanzas	Pesas certificadas antes de iniciar el día
Material volumétrico	Antes de poner en uso y cada año
Flexómetro	Flexómetro certificado
Vernier	Bloques certificados
Viscosímetro	Soluciones patrón
Potenciómetro	Soluciones patrón
Termómetro	Termómetro certificado
Espectrofotómetros	Filtros o soluciones patrón
Manómetros	Manómetros certificados

Los demás equipos que nos den un valor de apreciación como resultado, solo se podrá comprobar su buen funcionamiento mediante la utilización de muestras (textiles) perfectamente caracterizadas, es decir, para x artículo si se conoce su comportamiento general, entonces nos podrán servir, para saber si el equipo esta funcionando correctamente

En el caso del desempeño de los analistas, este se podrá asegurar mediante la introducción de muestras ciegas, es decir, se meterá una muestra que se conozca perfectamente su comportamiento como si fuera una muestra normal, y dependiendo de los resultados se podrá comprobar la capacidad del analista, también es recomendable efectuar estudios de repetibilidad y reproducibilidad (concepto R & R)

### 6.2.5 Personal

En coordinación con el área de recursos humanos, el departamento de control de calidad, deberán definir los niveles mínimos de calificación y experiencia necesaria para los puestos clave dentro del mismo, las pruebas deben efectuarse por, o bajo supervisión de un analista calificado y experimentado, con estudios a nivel profesional o su equivalente, puede aceptarse calificaciones otorgadas por organismos de capacitación. El personal que está llevando a cabo su entrenamiento o que no tiene calificaciones relevantes puede realizar análisis dado que ellos han recibido un nivel de entrenamiento adecuado demostrable y son supervisados adecuadamente.

El departamento de control de calidad debe asegurarse que todo el personal reciba un entrenamiento adecuado para la correcta ejecución de las pruebas y operación de los equipos. En donde sea apropiado, incluirá un entrenamiento teórico de una técnica en particular. En donde sea posible, deben usarse medidas objetivas para evaluar que se haya alcanzado la capacidad adecuada durante el entrenamiento. Los analistas solo pueden llevar a cabo pruebas en muestras, si son reconocidos como competentes para hacerlo, o si lo hacen bajo la supervisión adecuada. La capacidad continua deberá ser monitoreada, por ejemplo utilizando técnicas de control de calidad.

El departamento de control de calidad mantendrá un registro actualizado del entrenamiento que cada miembro del personal ha recibido. El propósito de estos registros es proporcionar evidencias de que el personal ha sido entrenado adecuadamente. Los registros deberán incluir certificados o calificaciones académicas, asistencia a cursos, entrenamiento relevante en el trabajo, participación en proyectos de prueba de alta competencia (pruebas interlaboratorios), artículos técnicos publicados, entre otras cosas.

### 6.2.6 Método de prueba

Las funciones que afecten la calidad de los productos serán controlados por medio de los métodos de prueba, por lo que se utilizarán en la medida de lo posible métodos normalizados, como normas mexicanas, métodos AATCC (American Association of Textile Chemists and Colorist), métodos ISO de la serie 105 correspondientes a métodos de prueba de la industria textil, entre otros, el laboratorio debe verificar su propia capacidad para alcanzar un desempeño satisfactorio comparándolo con el desempeño documentado de las características del método

Los métodos de prueba deben contener como mínimo los siguientes apartados

1.0	<i>Objetivo</i>	9.0	<i>Condiciones ambientales</i>
2.0	<i>Alcance</i>	10.0	<i>Preparación y acondicionamiento</i>
3.0	<i>Responsabilidad</i>	11.0	<i>Procedimiento</i>
4.0	<i>Política de calidad</i>	12.0	<i>Fórmulas de cálculo</i>
5.0	<i>Definiciones</i>	13.0	<i>Interpretación de resultados</i>
6.0	<i>Campo de aplicación</i>	14.0	<i>Índice de reproducibilidad y repetibilidad</i>
7.0	<i>Equipos e instrumentos</i>	15.0	<i>Referencias bibliográficas</i>
8.0	<i>Materiales y reactivos</i>	16.0	<i>Registros de los resultados</i>

Todos los métodos deben estar documentados completamente incluyendo los datos de validación, limitaciones de la aplicabilidad, procedimientos para control de calidad y calibración. Los métodos obsoletos deben ser retirados pero deben ser retenidos en un archivo y etiquetarlos claramente como obsoletos

Cualquier cambio en el método que involucre solo ajustes menores, tal como el tamaño de la muestra o uso de diferentes reactivos, el método corregido debe ser validado y se debe informar de los cambios al personal que realiza las pruebas

### 6.2.7 Incertidumbre en las mediciones

Cada medición tiene una incertidumbre, la cual se puede definir como la duda que tiene la persona que mide, acerca de la calidad y la reproducibilidad de los valores que informa, la incertidumbre se puede calcular mediante un procedimiento expresándose como una desviación estándar o un cálculo múltiple de otras fuentes de incertidumbre. Los valores se reportaran con su correspondiente desviación estándar asegurando que cumpla con la capacidad de medida requerida, es decir, si la medición requiere de una aproximación de décimas de unidad, quiere decir que la desviación del valor reportado por lo menos debe tener dicha aproximación.

Internacionalmente se utiliza el concepto de incertidumbre para cuantificar y expresar la calidad de una medición, por lo que es importante mencionar que antes de realizar cualquier medición, es conveniente, identificar los eventos, conceptos, procedimientos, métodos y propiedades que pueden disminuir claridad o transparencia al número que se obtiene con la utilización del proceso de medición, ya que la incertidumbre de la medición, está compuesta de diversos factores, los cuales se clasifican en dos categorías, dependiendo de la forma en que se estime su valor numérico.

Estas dos categorías son la incertidumbre tipo A y B, las cuales se describen a continuación :

#### 1) Incertidumbre tipo A

Son aquellas que se evalúan mediante el análisis estadístico de una serie de observaciones (los componentes que se encuentran en esta categoría se caracterizan mediante las desviaciones estándar estimadas a partir de las observaciones realizadas). El cálculo se expresa de la siguiente forma

$$U_A = \frac{s \cdot t}{\sqrt{n}}$$

Donde

- S = Desviación estándar  
t = t de Student  
n = Número de muestras analizadas

## 2) Incertidumbre tipo B.

Son aquellas que se evalúan por otros métodos de observación, que no se puedan calcular por medios estadísticos

- a) Su determinación se basa en la experiencia, el juicio y el sentido común
- b) involucra cualquier estimación que no se obtenga mediante observaciones como datos del fabricante, comportamiento, condiciones ambientales, especificaciones, informe de calibración
- c) Tiene un carácter subjetivo
- d) Cuando el valor de la incertidumbre esta por un coeficiente es necesario eliminarlo

A continuación se expresan las fórmulas de la incertidumbre tipo B, según su distribución

i) Distribución rectangular simétrica  $\pm a$

$$U_B = \frac{\frac{a+a}{2}}{\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

ii) Distribución rectangular no simétrica

$$U_B = \sqrt{\frac{(a+a.)^2}{12}}$$

iii) Distribución triangular

$$U_B = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

Donde

a = División mínima del instrumento de medición que se está probando

Una vez conociendo ambas incertidumbre podemos evaluar las siguientes incertidumbres

- a) **Incertidumbre combinada** Es la incertidumbre típica del resultado de una medición, expresada como desviación estándar de la suma de diferentes magnitudes (varianza o covarianzas) ponderadas por su variación en los resultados.

$$U_c = \sqrt{(U_A)^2 + (U_B)^2 + (U_C)^2 + \dots}$$

- b) **Incertidumbre expandida** : Es la magnitud que define el intervalo (de una medida) dentro del cual se espera que los valores atribuibles a la medición se encuentre con un alto grado de confianza.

$$U_I = K * U_c$$

Donde

- K = Constante o factor de cobertura ( $2 < k < 3$  correspondientes al 95.5 y 99.7 % de nivel de confianza)
- $U_c$  = Incertidumbre combinada de la medición.

Para conocer la incertidumbre relacionada a la medición debemos realizar los siguientes puntos

- Construir el modelo de la medición
- Obtener la incertidumbre tipo A
- Obtener la incertidumbre tipo B
- Obtener la incertidumbre combinada
- Obtener la incertidumbre expandida

## 6.2.8 Técnicas estadísticas

Es muy importante que se lleve un registro y un tratamiento estadístico de todas las mediciones, validaciones y calibraciones con el fin de prevenir inexactitudes y detectar fallas a tiempo. Para tal efecto se recomienda que se empleen las técnicas de gráficas de control, diagramas de Pareto, histogramas, hojas de inspección, entre otras.

A continuación se da una breve explicación de dichas técnicas estadísticas :

1. Los diagramas de Pareto - Son cuadros de barras sencillas, que se utilizan después de haber reunido los datos para clasificar las causas, ordenados de mayor a menor, de modo que se puedan asignar un orden de prioridad, su empleo da origen a la regla 80 - 20. El 80 % de los problemas son originados por el 20% de las causas, o lo que es lo mismo, el 80% de los problemas pueden ser resueltos, eliminando el 20% de las causas.
2. Histogramas.- Sirven para medir la frecuencia con que ocurre algo, por ejemplo,
  - . Ós tipos de defectos que se encuentran en cada 100 lotes fabricados, las veces que se han rechazado recepciones, los tipos de quejas que se han tenido en un servicio
3. Diagramas de dispersión - Ilustran la relación entre dos variables, por ejemplo, en el caso de la humedad y peso de los textiles, el peso aumenta al aumentar el índice de absorción de humedad, se dice que hay correlación positiva, hay casos en que al aumentar una variable la otra disminuye
4. Estratificación - Este método sirve para clasificar datos por composición o género de los textiles, para obtener mayor información, este método se puede combinar con las otras herramientas, dando lugar por ejemplo a histogramas y diagramas de dispersión estratificados

5. Gráficas de control.- Se usan para reflejar las variaciones en un sistema dentro de límites superiores e inferiores estadísticamente determinados. Mientras las variables del proceso se encuentren dentro de los límites, se dice que el sistema está bajo control y que sus variables se deben a causas comunes o del sistema.
  
6. Hojas de inspección - También se conoce como planilla de inspección o de investigación, son formatos que facilitan la recolección de los datos que serán analizados con objetivos específicos, dependiendo del objetivo debe señalarse el formato, para que se reúnan los datos útiles y suficientes, por ejemplo, si se espera que la estratificación de los datos pueda mejorar la información, se debe tomar en cuenta esto desde que se reúnen dichos datos, y por consiguiente reflejado en el formato.

#### 6.2.9 Validación de métodos

Así como la medición de la incertidumbre para un método en particular, se necesita considerar otras verificaciones para asegurar que las características de desempeño del método son entendidas y demostrar que el método se encuentra científicamente bajo condiciones controladas. La validación de un método establece, por estudios sistemáticos de un laboratorio, que las características de desempeño del método satisfacen las especificaciones relacionadas con el uso destinado de los resultados analíticos. Las características de desempeño determinadas incluyen

- a) Selectividad y especificidad
- b) Intervalo de medición
- c) Linealidad
- d) Sensitividad
- e) Límite de detección

- f) Límite de cuantificación
- g) Exactitud y precisión

En el caso de las pruebas de acabado algunos de los métodos de prueba, los resultados son de apreciación, por lo que es importante que los parámetros antes mencionados queden establecidos claramente, de manera que el usuario pueda evaluar la muestra con el mismo criterio.

En algunos de los casos no todos los criterios podrán ser evaluados, pero para fines prácticos se describen a continuación cada uno de ellos :

- a) La selectividad se refiere a la extensión a la cual puede determinar analitos en particular en una mezcla compleja sin interferencias de otros componentes de dicha mezcla. La aplicabilidad del método debe ser estudiada usando varias muestras, desde estándares puros hasta matrices complejas.
- b) Intervalo - Para un análisis cuantitativo el intervalo de trabajo se determina examinando muestras con diferentes concentraciones del analito. El intervalo de trabajo es generalmente más extenso que el intervalo lineal, el cual se determina por el análisis de una serie de muestras variando la concentración del analito y calculando la regresión de los resultados, usualmente se utiliza el método de los mínimos cuadrados. Para los métodos que muestren buena linealidad se consideran suficientes 5 patrones diferentes (más un blanco) para producir curvas de calibración. En análisis cualitativos, es común examinar réplicas de las muestras y los estándares sobre un intervalo de concentraciones para establecer a qué concentración cae la muestra problema.
- c) Linealidad.- Se determina por análisis de muestras con concentraciones de muestras que alcanzan el intervalo del método pretendido. Los resultados se usan para calcular una regresión lineal contra el cálculo de la muestra usando el método de mínimos cuadrado.

- d) **Sensibilidad.**- Es la diferencia en la concentración de la muestra correspondiente a la diferencia más pequeña en la respuesta del método que puede ser detectada. Esta se representa por la pendiente de la curva de calibración y puede ser determinado por un procedimiento de mínimos cuadrados o experimentalmente, usando muestras de diferentes concentraciones
- e) El límite de detección de un analito se determina por análisis repetidos de un blanco de prueba y es la concentración del analito cuya respuesta es equivalente a la respuesta media del blanco más tres veces la desviación estándar.
- f) El límite de cuantificación.-. Es la concentración más baja del analito que puede ser determinada con un nivel aceptable de repetibilidad y exactitud. Este debe ser establecido usando un patrón apropiado a una muestra, es decir, usualmente es el punto más bajo de la curva de calibración (excluyendo blanco).
- g) La exactitud de un método es la cercanía del valor obtenido del analito con el valor verdadero. Pude ser establecido analizando un material de referencia apropiado. Donde un material de referencia apropiado no está disponible, se puede obtener una estimación de la exactitud mediante la adición de una cantidad conocida de algún patrón químico. La exactitud puede también ser establecida por comparación de resultados obtenidos por un método definido u otro procedimiento alternativo y vía estudios intercomparación
- h) La repetibilidad de un método es la expresión de la cercanía de concordancia entre resultados de prueba mutuamente independientes y usualmente esta expresada en términos de desviación estándar La repetibilidad es un tipo de precisión con respecto a las mediciones hechas bajo condiciones semejantes, es decir, mismo método, mismo material, mismo operador, mismo laboratorio, etc

## 6.2.10 Mantenimiento de archivos / registros y control de documentos

Una vez habiendo efectuado las mediciones, verificaciones y calibraciones, se deberá archivar todos los registros de los resultados de dichas pruebas, como son método de prueba, resultados de las auditorías internas de calidad, bitácoras de trabajo, registros de capacitación, certificados de calibración de los equipos y patrones que se hayan mandado a calibrar externamente, etc.

Actualmente se cuenta con diversos paquetes de computo que desarrollan programas de organización para laboratorios, pero debe respaldarse toda la información y contar con un sistema restringido a personal no autorizado, tanto en esta modalidad como en la de archivos convencionales, se debe manejar la información accesible a cada nivel del personal del laboratorio.

### 6.2.11 Auditorías internas de calidad

La auditoría y la revisión son aspectos importantes en la operación de un sistema de calidad. La auditoría de calidad viene siendo la revisión periódica que un laboratorio hace en su propio sistema de calidad para asegurar que es efectivo, que se lleva a cabo y que se encuentra conforme a las normas de calidad, así como asegurar que cumple con las necesidades del laboratorio

Las auditorías de calidad podrán auditar al personal, el estado y conformidad de los equipos e instrumentos de medición, los métodos de prueba, procedimientos de verificación y calibración de los equipos e instrumentos, la conformidad de los patrones, materiales y estándares de referencia, así como al sistema de documentación que involucra las bitácoras de trabajo, registros, certificados de calibración, reportes de resultados, entre otros

## 7.0. DISCUSIÓN

La industria textil, tiene relativamente poco tiempo de haber incursionado en la implantación de sistemas de calidad, y no es la excepción los sistemas metrológicos, a decir verdad son pocas las industrias que cuentan con laboratorios de pruebas acreditados, y según el Diario Oficial publicado el 7 de Julio de 1999, solamente tiene registrados a nueve industrias que cuentan con laboratorio de pruebas acreditados, por lo que es importante fomentar los procesos de calibración de equipos e instrumentos de medición y prueba, ya que hoy en día con los efectos de la globalización, nos enfrentaremos a grandes desafíos en cuestión de calidad, por lo que es urgente implantar sistemas de calidad que involucren al personal, equipo, procesos, producto, etc

Los sistemas metrológicos pueden convertirse en un factor que favorezca las ganancias en ventas de los productos, ya que estaremos completamente seguros de las características del mismo, y con ello evitar devoluciones o bien la posibilidad de que el cliente piense que se le esta engañando al venderle un producto que no cumpla con las especificaciones acordadas

La documentación y registros de las calibraciones, pruebas y resultados que realiza el laboratorio, es importante que los tengan en orden y debidamente aprobados, para garantizar la conformidad del producto

A medida de lo posible se recomienda que los laboratorios de prueba cuente con sus propias instalaciones y personal capacitado para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y calibración, ya que el costo de dichas actividades es muy caro y poco atractivo para las finanzas de las empresas, por lo que muchas de ellas optan por trabajar sin un programa de mantenimiento y calibración y lo que es peor no ofrecen sistemas de capacitación a su personal

## 8.0. CONCLUSIONES

Todos los equipos e instrumentos de medición y prueba deberán estar calibrados y controlados para prevenir inexactitudes en la medición, para que a su vez tengamos datos confiables, que nos servirán de referencia para modificar procesos de producción y poder así comercializar a un precio justo con la calidad del producto

Los sistemas metrológicos deberán quedar plasmados en documentos que describan las funciones y actividades a realizar, con el fin de garantizar los resultados de la medición y la incertidumbre asociada a los mismos.

La capacitación del personal hoy en día es de vital importancia, para poder cumplir con los requisitos del consumidor, y poder ser un país competitivo nacional e internacionalmente

Es necesario que existan evidencias escritas de todo el trabajo realizado, en el laboratorio de prueba, para lo cual se recomienda se cuente con un archivo debidamente organizado, de tal manera que pueda ser fácilmente localizable cualquier tipo de información que se desee tanto registro de informe de prueba, así como de muestras, material, equipo, reactivos, mantenimiento, calibración, patrón de referencia, supervisión de personal, métodos de prueba, etc.

Las instalaciones y condiciones ambientales, son tan importantes, como la prueba misma, ya que si no contamos con las instalaciones y condiciones ambientales adecuadas, no podremos garantizar que los equipos estén funcionando en las mejores condiciones, por lo que nos veremos en la necesidad de reducir los tiempos de calibración y mantenimiento, así como se vera afectada la vida útil de los equipos e instrumentos

## 9.0. GLOSARIO

**Calibración.** Es la determinación de los errores en la medición de un instrumento determinado comparándolo contra un instrumento , equipo o material de referencia de exactitud con errores conocidos

**Estabilidad :** Aptitud de un instrumento de medición para mantener constantes en el tiempo (o en función de alguna magnitud diferente del tiempo), sus características metrológicas

**Exactitud.-** Es la concordancia entre el valor determinado y el valor real.

**Instrumento de medición :** Dispositivo destinado a ser utilizado para hacer mediciones solo o en conjunto con otros complementarios.

**Linealidad -** Es el comportamiento lineal de los resultados obtenidos al evaluar una sustancia a diferentes concentraciones.

**Material de referencia.** Material o sustancia de gran estabilidad donde una o más de sus propiedades están suficientemente definidas para permitir su utilización en la calibración de un instrumento de medición, en la evaluación de un método o en el establecimiento de escalas de valores para la determinación de parámetros de medida

**Medición** La medición es una técnica por medio de la cual asignaremos un número a una propiedad física, como resultado de una comparación de dicha propiedad con otra similar tomada como patrón, la cual se ha adoptado como unidad. El acto de determinar el valor de una unidad.

- Metrología.** Incluye todos los aspectos tanto teóricos como prácticos que se relacionan con las mediciones, cualquiera que sea su nivel de exactitud y en cualquier campo de la ciencia y de la tecnología.
- Patrón nacional.** El patrón autorizado para obtener, fijar o constatar el valor de otros patrones de la misma magnitud, que sirve de base para la fijación de los valores de todos los patrones de la magnitud dad
- Repetibilidad :** Proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones sucesivas del mismo mesurando realizadas bajo las mismas condiciones de medición.
- Repetibilidad (de un instrumento de medición)** Aptitud de un instrumento de medición de proporcionar indicaciones próximas entre sí por aplicaciones repetidas del mismo mesurando bajo las mismas condiciones de aplicación
- Reproducibilidad.-** Concordancia con respecto a un valor real bajo diferentes condiciones (analista, tiempo, equipo, laboratorio, etc.)
- Precisión -** Es la concordancia de un conjunto de valores experimentales, con respecto a un valor central.
- Validación -** Procedimiento mediante el cual se demuestra con evidencias objetivas, que el método cumple con los requerimientos analíticos deseados.
- Selectividad.-** Es el grado en que los resultados obtenidos por el método analítico se deben únicamente a las sustancias que se esta avaluando y no a otros componentes y/o productos de degradación de dicha sustancia

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

## 11.0. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Bernard P. Curbman. Textiles Fiber to Fabric Mc Graw Hill 6ª edition New York 1985
- 2 E R Trotman. Dyein and Chemical Technology of Textile Fiber. Charles Griffin 6ª edition USA 1984
3. Z.J Grosicki. Watson`s. Textile Desing. Newnes Butterworths London 1980
4. José Cegarra/Publio Puente/José Valdeperas. The Dyeing of Textile Materials. Textilia. Barcelona 1992
- 5 American Association of Textile Chemists and Colorist (AATCC)  
Volumen 72 USA 1997
- 6 J. William Weaver. Analytical Methods for a Textile Laboratory Third Edition USA 1984
- 7 ISO 90010 Modelo de Calidad para Diseño, Desarrollo, Producción, Instalación y Servicio
- 8 Dorian Patricia Heredia Orozco. Operación y Calibración de Material Volumétrico de Vidrio y Pipetas Automáticas de un Laboratorio Analítico en la Industria Farmacéutica. Tesis UNAM 1996
- 9 José Rivelino Flores Miranda . Propuesta para la Calibración de Balanzas de Laboratorio de Tecnología Farmacéutica. Tesis UNAM 1998
10. Larry b Barrentine. Concepts for R & R ASQC Quality press

11. Blanca Estefa Mojica García Elaboración e Implementación de un Manual de Calidad y Manual de Procedimientos para Un Laboratorio de Pruebas en Análisis de Agua. Tesis UNAM 1998
12. Guía para la evaluación de la incertidumbre en los resultados de la mediciones. NMX-CH-140-1996
- 13 Manual de herramientas básicas para el análisis de datos GOAL/QPC.
14. Taller de Validación de Métodos de Prueba, SINALP 1994
15. Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. México, 1997
16. Memorias del curso "Calidad y Éxito Industrial" UNAM Facultad de Química. Junio 2000
17. José Manuel Orizaba Coss. La Metrología como Fundamento a la Certificación ISO 9000. Tesis UNAM 1998
18. Isela Mendoza Vázquez . Guía para lograr la Implantación de la Norma ISO/IEC 25 en un Laboratorio de Análisis Clínicos. Tesis UNAM 1997
19. Ernestina Julia Maya Orta. La Metrología en un Sistema de Calidad Tipo ISO 9000 . Tesis UNAM 1999