



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LAS
FIBRAS QUIMICAS TEXTILES

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a :

LUCILA GONZALEZ LANZAGORTA

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Universidad Nacional Autónoma de México

1999
U-7- . . . 151



INSTITUTO DE QUÍMICA DE LA



INSTITUTO DE QUÍMICA

LABORATORIO DE QUÍMICA

Jurado asignado originalmente
según el tema

PRESIDENTE Prof. Julio Teran Zavaleta

V O C A L Prof. Joaquín Palacios A.

SECRETARIO Prof. Fernando Iturbe H.

1er. SUPLENTE Prof. Rolando Barron R.

2do. SUPLENTE Profra. Margarita González

Sitio donde se desarrolló el tema: Depto. de Fisicoquímica de la Div. de Est.
de Postgrado de la Fac. de Quím., U.N.A.M.

Nombre completo y firma del sustentante: Lucila González Langacorta

Lucila González L.

Nombre completo y firma del asesor del tema: Dr. Joaquín Palacios Alquisira

J. Palacios

I N D I C E

INTRODUCCION		6
CAPITULO I	GENERALIDADES	8
	Nombres genéricos y químicos	11
	Fibras que se producen en México	12
	Las marcas de fábricas más conocidas de las fibras	13
CAPITULO II	ESTRUCTURA QUIMICA DE LAS FIBRAS	16
	Clasificación de los polímeros	16
	Fibra de poliéster	17
	Fibras de poliamidas	18
	Fibra de rayón	20
	Fibra de acetato	21
	Fibra acrílica	22
	Fibra modacrílica	22
	Fibras de olefinas	23
	Fibra apandex	25
CAPITULO III	PROPIEDADES QUIMICAS DE LAS FIBRAS	27
	Efectos de los ácidos y álcalis sobre las fibras	27
	Efecto de los blanqueadores sobre las fibras	28
	Solubilidad de las fibras	29
	Tabla de solubilidad de las fibras	31
	Resistencia de las fibras al moho, al intemperismo, a la luz solar y a la abrasión	33
	Descripción del método para determinar la resistencia a la abrasión	34
	Descripción del método para determinar la resistencia al emhechamiento	34
	Descripción del método para determinar la resistencia al intemperismo	35
	Efecto del calor sobre las fibras	35
	Colorantes usados para teñir las fibras	36

CAPITULO IV	PROPIEDADES MECANICAS DE LAS FIBRAS	41
	Definiciones de términos relacionados con las propiedades mecánicas	42
	Descripción breve del método para determinar el <u>denier</u> del filamento	46
	Descripción breve del método para determinar el -- diámetro del filamento	46
	Resumen de especificaciones standard para instrumentos de prueba de la tensión	47
	Resumen del método standard de prueba de la resistencia a la ruptura de filamentos simples de alto módulo	48
	Resumen del método standard para medir la rigidez de los tejidos	49
	Resumen del método standard de prueba para las --- propiedades tensiles de fibras textiles simples - hechas por el hombre, tomadas de hilos y estopas	49
	Resumen del método para determinar la tenacidad al rompimiento de fibras textiles hechas por el hombre en configuración de gaza y nudo	51
	Descripción del método standard de prueba de las - propiedades elásticas de las fibras textiles	53
	Método standard de prueba para el contenido de humedad y humedad recobrada de textiles	54
	Tabla de propiedades mecánicas	57
	Curvas de tenacidad-elongación	59
CAPITULO V	IDENTIFICACION DE FIBRAS	66
	Método analítico	66
	- Preparación de la muestra	66
	- Diferencia entre mezcla heterogénea y homogénea	70
	- Identificación de muestras homogéneas	70
	Espectroscopía infrarroja	79
	Cromatografía gaseosa	86
	Análisis térmico diferencial	89
	Birrefringencia	95

Microfotografías	97
PROPIEDADES GENERALES Y USOS	98
APENDICE	102
BIBLIOGRAFIA	103

I N T R O D U C C I O N

El sector de las fibras químicas mostró en 1977 resultados variados en su desarrollo con buenos adelantos en los niveles de producción y ventas de unos sectores y decaimiento en otros.

Las fibras sintéticas registraron incrementos muy satisfactorios, en particular la fibra corta de poliéster que tiene cada vez mayor demanda y cuya producción alcanzó en 1977 un 27.1 por ciento de incremento después de un 20.2 por ciento logrado en 1976. Por su parte, el filamento continuo textil aumentó un 19.6 por ciento después de haber perdido 2.3 por ciento en 1976.

La fibra acrílica tuvo un aumento menos especular de un 6.0 por ciento frente a un 23.0 por ciento alcanzado el año anterior.

En contraste, la producción de fibras artificiales siguió declinando, con excepción de la fibra corta de acetato para cable y mecha para cigarrillo que aumentó un 10.0 por ciento.

Durante 1977 la industria de las fibras químicas siguió expandiendo su capacidad productiva, aumentando ésta en 75 mil toneladas, lo que elevó la capacidad total instalada del sector a 455 mil toneladas.

De acuerdo con los proyectos existentes para 1978, expansiones en la capacidad instalada de fibras sintéticas alcanzaría 24,070 toneladas anuales.

En 1977, Celulosa y Derivados, S.A., lanzó al mercado dos emisiones de obligaciones, destinando la mayor parte de los ingresos por la venta de las mismas a expansiones y modernización de su equipo.

También en 1977 Nylon de México, S.A., firma asociada con DuPont, S.A. de C. V., inició las obras en una planta ubicada en Monterrey para la manufactura de filamento elastomérico, marca Licra.

En 1976 Celanese Mexicana, S.A., inició un programa de expansión y desarrollo de nuevos productos.

Industrias Polifil, S.A., fabricantes del multifilamento continuo de polipropileno, es otra de las industrias de las fibras químicas que ha tenido un gran desarrollo.

De acuerdo a los datos anteriores, obtenidos de la Asociación Nacional de la Industria Química, A.C., se ve la gran importancia de las fibras químicas actualmente.

Y debido a que el tema de las fibras químicas depende de: la química orgánica, la ciencia de los polímeros y de la tecnología textil, en este estudio -

monográfico se darán a conocer de algunas de las fibras químicas más importantes sus características relacionadas con la química orgánica, la ciencia de los polímeros y la tecnología textil, para tener un panorama general de ellas.

En el capítulo I correspondiente a generalidades se dá a conocer que las fibras están formadas por polímeros, las más importantes características que deben tener los polímeros para que sea posible la formación de fibras, una descripción general de los procesos de hilados existentes para la formación de fibras, los nombres genéricos y químicos de las fibras, así como las fibras que se producen en México y las marcas de fábricas de las fibras básicas registradas por Member Companies of the Man-Made fiber producers Association.

El capítulo II, trata de la estructura química de las fibras, dá a conocer de cada una de las fibras, la reacción química de obtención, tipo de polímero del cual proviene de acuerdo a las clasificaciones existentes y el proceso de hilado empleado para generar la fibra.

En el capítulo III de propiedades químicas lo que se incluye es la estabilidad de las fibras químicas de uso textil con los ácidos, los álcalis, los blanqueadores, los solventes, el calor, la luz solar, la intemperie, el moho, la abrasión y los colorantes que se emplean para su teñido. Se describen brevemente los métodos de prueba para la resistencia al intemperismo, al moho y a la abrasión.

El capítulo IV se refiere a las propiedades mecánicas de las fibras químicas en el que se dá a conocer la gran importancia de las propiedades mecánicas y los conceptos de los términos empleados en este capítulo. Se muestran resúmenes de los métodos ASTM para la medición de las propiedades mecánicas de las fibras químicas.

El capítulo V, correspondiente a identificación, dá los métodos: analítico, espectroscopía infrarroja, cromatografía gaseosa, análisis térmico diferencial y birrefringencia, los cuales son empleados por su gran utilidad para la identificación rápida y segura de las fibras químicas. También se señala, como una fibra puede ser identificada por sus caracteres microscópicos.

CAPITULO I

GENERALIDADES

La clasificación de una sustancia como fibra está basada en la forma. Fibra es, definida comúnmente como aquella sustancia en la que su longitud es al menos cien veces su diámetro.¹

La mayoría de las fibras sintéticas para la fabricación de tejidos se forman cuando una sustancia viscosa es forzada a pasar los orificios de un dispositivo llamado hilera.

En su estado original, las sustancias que dan origen a las fibras se encuentran en estado sólido, por consiguiente estas sustancias deben pasarse primero al estado líquido para que puedan ser extruídas, lo cual se realiza disolviéndolas o fundiéndolas directamente.

A diferencia de las fibras naturales, las fibras químicas pueden ser producidas en diferentes grosores. Este grosor se mide en denier, el cual se define como el peso en gramos de 9,000 metros de fibra.²

La sustancia viscosa de la cual se habló arriba es un polímero. Se define polímero como la molécula de un gran tamaño formada por el eslabonamiento de unidades químicas más pequeñas y simples a las cuales se les llama monómeros. Por lo tanto, polimerización es cualquier combinación química de varias moléculas, de esta reacción se obtiene una mezcla de macromoléculas.³

Se ha encontrado aplicación a la mayoría de los polímeros de elevado peso molecular en la fabricación de:⁴

Plásticos

Elastómeros y

Fibras.

Para la fabricación de fibras, se necesitan polímeros muy polares y con gran regularidad estructural porque así la fibra tendrá suficiente resistencia y será posible su formación. Parte de ellos son polímeros de muy alta cohesividad, perfectamente lineales y en los que la secuencia de los átomos en la cadena se repite con gran regularidad.

Como consecuencia de esto, son materiales de alta cristalinidad.

Si se introduce una ramificación, por pequeña que sea en una cadena, se destruye su regularidad y como consecuencia disminuye la termoplaticidad. Si en vez de una, son dos las ramificaciones y éstas son iguales, el material -

es hilable porque tiene simetría, aunque es de bajo punto de fusión, debido, a que las ramificaciones actúan como separadores y ésto disminuye las fuerzas cohesivas.

Uno de los factores más importantes en la formación y propiedades de las fibras es el peso molecular de los polímeros. Se ha observado que algunos polímeros hilables han de tener un peso molecular bastante más bajo que muchos de los polímeros naturales ó sintéticos para que su transformación en fibra, se realice, sin inconveniente.

Los pesos moleculares de los polímeros sintéticos hilables son muy diferentes, pero, en general, pasan de 10,000.

Para que un polímero se pueda aprovechar en la formación de fibras, es necesario orientar las macromoléculas en la dirección del eje de la fibra, orientación que se dá en la operación del hilado y después de ésta. Las propiedades de la fibra dependen del grado de orientación y también de las proporciones relativas, tamaño, forma y distribución de las fases amorfas y cristalinas.⁵

Las fuerzas que se oponen a la recuperación en la orientación de las macromoléculas de la fibra deben ser mayores al factor entrópico que favorece la vuelta al máximo desorden.⁵

Para la elaboración de las fibras químicas existen tres procedimientos diferentes:

a) Hilado por fusión

En este procedimiento se efectúa una operación de extrusión y de estirado. - La extrusión consiste en que el polímero fundido es forzado, mediante una bomba, a velocidad constante y a presión elevada, a pasar a través de pequeños orificios de una hilera; los chorros de polímero que caen verticalmente, se solidifican formando hilos que se devanan en bobinas. Una vez hilado, el filamento se estira, operación que se lleva a cabo con gran precisión, el hilo se devana en dos pares de carretes que giran con velocidades distintas -- predeterminadas, de forma que se mantenga el cociente de estirado. El estirado se efectúa a temperatura ordinaria ó elevada, según sea la temperatura de transición de segundo orden del polímero considerado.¹

b) Hilado en húmedo.

En este procedimiento de hilado los filamentos ya formados de la solución -- del polímero se introducen en un baño químico, donde los filamentos son solidificados ó regenerados. Cuando la solidificación es rápida, la fibra puede,

ser estirada en esta etapa, pero si es lenta, la fibra es estirada después - de su solidificación. Después del estirado, el hilo es coleccionado en una bobina, la cual se somete a un tratamiento químico, lavado y secado.¹

c) Hilado en seco.

La solución del polímero que se va a hilar se extruye a través de una hilera y los filamentos se pasan por una atmósfera de gas inerte ó aire, donde hay una evaporación de el solvente de la solución del polímero, y el filamento - ya libre del solvente se estira, y se devana en un dispositivo adecuado.¹

La elección del proceso de hilado depende de: las características del polímero (punto de fusión, estabilidad en la fusión y solubilidad en solventes orgánicos adecuados), del costo y de las propiedades finales de la fibra.

A continuación se presentan los nombres genéricos y los nombres químicos con los que se conocen las fibras químicas textiles de las cuales se tratará en este estudio monográfico.

<u>NOMBRE GENERICO</u>	<u>NOMBRE QUIMICO</u>
POLIESTER	TEREFTALATO DE POLIETILENO
POLIAMIDAS	NYLON 6 ACIDO ϵ -POLIAMINOCAPROICO NYLON 66 POLIHEXAMETILENADIPAMIDA
RAYON	CELULOSA REGENERADA
ACETATO	ACETATO DE CELULOSA
ACRILICA	POLIACRILONITRILLO (85 %)
MODACRILICA	COPOLIMERO DE ACRILONITRILLO Y CLORURO DE VINILO*
OLEFINICAS	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD POLIPROPILENO
SPANDEX	POLIURETANO SEGMETADO

* Es un ejemplo de los copolímeros que pueden constituir la fibra modacrilica.

La lista que se dá a continuación, dá a conocer los tipos de fibras que se producen, las empresas que las producen en México y los nombres comerciales ⁶

<u>FI</u> <u>BRA</u>	<u>E</u> <u>MPRESA</u>	<u>N</u> <u>OMBRE</u> <u>C</u> <u>OMERCIAL</u>
Poliester filamento continuo	Celanese Mexicana, S.A .	
Textil	Fibras Química, S.A.	Terlenka
	Kimex, S.A.	Kintrel
	Nylon de México, S.A.	Daerón
-----	-----	-----
<u>P</u> <u>oliester</u> <u>f</u> <u>ilamento</u> <u>c</u> <u>ontinuo</u>	<u>F</u> <u>ibras</u> <u>S</u> <u>intéticas</u> , <u>S</u> <u>.A.</u>	-----
<u>P</u> <u>oliester</u> <u>f</u> <u>ilamento</u> <u>t</u> <u>extil</u>	<u>I</u> <u>mpemex</u> , <u>S</u> <u>.A.</u>	-----
<u>P</u> <u>oliester</u> <u>f</u> <u>ibra</u> <u>c</u> <u>orta</u>	Celanese Mexicana, S.A. Fibras Sintéticas, S.A. Industrias Petroquímicas Mexicanas, S.A., de C.V.	-----
-----	-----	-----
<u>N</u> <u>ylon</u> <u>f</u> <u>ilamento</u> <u>c</u> <u>ontinuo</u> <u>t</u> <u>ex</u>	Celanese Mexicana, S.A .	
<u>t</u> <u>il</u>	Fibras Químicas, S.A. Fibras Sintéticas, S.A. Nylon de México, S.A.	Delerón Nylfil
-----	-----	-----
<u>R</u> <u>ayón</u> <u>f</u> <u>ilamento</u> <u>c</u> <u>ontinuo</u> <u>t</u> <u>ex</u>	Celanese Mexicana, S.A.	
<u>t</u> <u>il</u>	Celulosa y Derivados, S.A.	
-----	-----	-----
<u>R</u> <u>ayón</u> <u>f</u> <u>ibra</u> <u>c</u> <u>orta</u>	Celanese Mexicana, S.A.	
<u>R</u> <u>ayón</u> <u>v</u> <u>iscosa</u> <u>f</u> <u>ibra</u> <u>c</u> <u>orta</u>	Viscosa de Chihuahua, S.A.	Polifibra
-----	-----	-----
<u>A</u> <u>cetato</u> <u>f</u> <u>ibra</u> <u>c</u> <u>orta</u>	Celanese Mexicana, S.A.	
<u>A</u> <u>cetato</u> <u>f</u> <u>ilamento</u> <u>c</u> <u>ontinuo</u>	Celanese Mexicana, S.A.	
-----	-----	-----
<u>A</u> <u>crílica</u> <u>f</u> <u>ibra</u> <u>c</u> <u>orta</u>	Celanese Mexicana, S.A. Fibras Acrílicas, S.A. Fibras Sintéticas, S.A.	
-----	-----	-----
<u>P</u> <u>olipropileno</u> <u>m</u> <u>ultifilamento</u>	Industrial Polifil, S.A.	Pliana

Marca de fábrica de las fibras básicas registradas por Member Companies of -
the Man-Made fiber producers Association.²

NOMBRE GENERICO	MARCA DE FABRICA	COMPANIA
Poliester	AVLIN	Avtex Fibers Inc.
	BLUE "C"	Monsanto Textiles Company
	DACRON	E.I. du Pont de Nemours & Company, Inc.
	ENCRON	American Enka Company
	FORTREL	Fiber Industries Inc., Marketed by Celanese Fibers Marketing Company, a Division - of Celanese Corporation.
	HOLLOFIL	E.I. du Pont de Nemours & Company, Inc.
	HYSPRON	Hoechst Fibers Industries
	SHANTURA	Rohn and Haas Company, Fibers Division.
	SPECTRAN	Monsanto Textiles Company
	STRIALINE	American Enka Company
	TEXTURA	Rohn and Haas Company, Fibers Division
	TREVIRA	Hoechst Fibers Industries
	TWISLOOC	Monsanto Textiles Company
	VYCRON	Beaunit Corporation
	ZEPHRAN	Dow Badische Company

Nylon	ANSO	Allied Chemical Corporation
	AMTRON	E.I. du Pont de Nemours & Company, Inc.
	BEAUNIT NYLON	Beaunit Corporation
	BLUE "C"	Monsanto Textiles Company
	CADON	Monsanto Textiles Company
	CAMPRECE	E.I. du Pont de Nemours & Company, Inc.
	CAPROLAN	Allied Chemical Corporation
	CELANESE	Celanese Fibers Marketing Company, Celanese Corporation.
	CORDURA	E.I. du Pont de Nemours & Company, Inc.
	COURTAULDS NYLON	Courtaulds North American Inc.
	CREPESET	American Enka Company
MULTISHEER	American Enka Company	

NUMBRE GENERICO	MARCA DE FABRICA	COMPANIA
	CUMULOFT	Monsanto Textiles Company
	ENKALOFT	American Enka Company
	ENKALURE	American Enka Company
	ENKASHBER	American Enka Company
	QIANA	E.I. du Pont de Nemours & Company, Inc.
	SPAREEM	Courtaulds North American, Inc.
	ULSTRON	Monsanto Textiles Company
	ULTRON	Monsanto Textiles Company
	VEGANA	Chevron Chemical Company
	ZEPFRAN	Dow Badische Company
	ZEFLOX	Dow Badische Company

Rayón (módulo de alta humedad)	AVRIL	Autex Fibers, Inc.
	ENKROLE	American Enka Company
	FIBRO	Courtaulds North American, Inc.
	XENA	Beaunit Corporation
	ZANTREL	American Enka Company

Rayón	BEAU-GRIP	Beaunit Corporation
	COLORAY	Courtaulds North American, Inc.

Acetato	ARILOFT	Eastman Kodak Company, Tennessee Eastman Company Div.
	CHROMOSPUN	Eastman Kodak Company, Tennessee Eastman Company Div.
	CELANESE	Celanese Fibers Marketing Company, Celanese Corporation
	ESTRON	Eastman Kodak Company, Tennessee Eastman Company Div.
	LANESE	Celanese Fibers Marketing Company, Celanese Corporation
	LOFTURA	Eastman Kodak Company, Tennessee Eastman Company Div.

NOMBRE GENÉRICO	MARCA DE FABRICA	COMPANIA
Triacetato	ARNEL	Celanese Fibers Marketing Company, Celanese Corporation.

Acrílica	ACRILAN	Monsanto Textiles Company
	BI-LOFT	Monsanto Textiles Company
	CRESLAN	American Cyanamid Company
	ELURA	Monsanto Textiles Company
	FINA	Monsanto Textiles Company
	ORLON	E.I. du Pont de Nemours & Company, Inc.
	ZEPHAN	Dow Badische Company

Modacrílica	-ACRILAN	Monsanto Textiles Company
	SEF	Monsanto Textiles Company
	VEREL	Eastman Kodak Company, Tennessee Eastman Company Div.

Olefina	HERCULON	Hercules Inc., Fibers Division
	MARVESS	Phillips Fibers Corporation, Subsidiary - of Phillips Petroleum Company
	POLYLON	Chevron Chemical Company, Fibers Div.
	VECTRA	Vectra Corporation, Subsidiary of Chevron Chemical Company

Fluorocarbón	TEFLON	E.I. du Pont de Nemours & Company, Inc.

Spandex	LICRA	E.I. du Pont de Nemours & Company, Inc.

Biconstituyente		
Nylon/spandex	MONVELLE	Monsanto Textiles Company

C A P I T U L O I I

ESTRUCTURA QUIMICA DE LAS FIBRAS

Los polímeros se clasifican de acuerdo al mecanismo de síntesis como:

1) Polímeros de condensación

Son polímeros que se obtienen mediante una reacción entre monómeros bifuncionales en la cual se eliminan moléculas sencillas, como agua ó metanol, de los compuestos bifuncionales, se conoce también con el nombre de polimerización por pasos, ya que la reacción ocurre mediante una condensación intermolecular por pasos. Para que se lleve a cabo la policondensación es necesario que los monómeros sean bifuncionales, esto es, por ejemplo que el monómero tiene en una terminación de la cadena un carbonilo (-COOH) y en la otra un hidroxilo (-OH), que es el caso del monómero del tereftalato de polietileno, ó como la hexametilendipamida que tiene un grupo amina (-NH₂) y un grupo carbonilo en cada terminación del monómero.

2) Polímeros de adición

Estos polímeros se obtienen mediante reacciones en cadena en las que participan radicales libres ó intermediarios iónicos, la fórmula mínima de la unidad recurrente es la misma que la del monómero inicial. Para la poliadición los monómeros tienen lugares especialmente reactivos. Estos puntos reactivos son en especial los dobles enlaces (C=C), los cuales pueden romperse mediante un suministro de energía, produciéndose valencias libres en las moléculas y uniéndose unas con otras para dar lugar a macromoléculas.

Los polímeros se clasifican de acuerdo a su estructura en:

1) Copolímero

Es aquel polímero que se encuentra formado por dos monómeros diferentes.

2) Homopolímero

Es un polímero formado por un solo tipo de monómero.

3) Polímero lineal

Es aquel polímero en el que el esqueleto de carbonos ó la cadena principal de la molécula, no tiene ramificaciones.

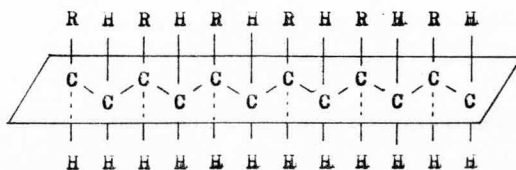
4) Polímero lineal ramificado

Es aquel polímero que tiene ramificaciones en la cadena principal.

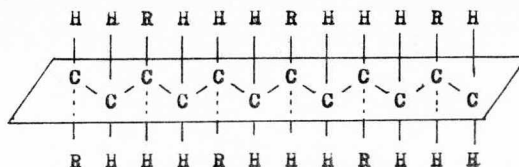
Existen tres clases de isómeros:

Configuración isotáctica.- Cuando todos los grupos R se encuentran arriba ó

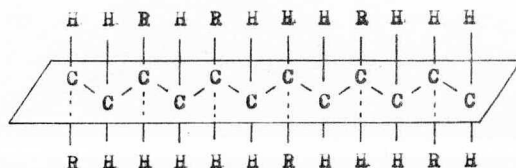
abajo del plano del esqueleto.



Configuración sindiotáctica.- Cuando los grupos R se encuentran en forma alternada hacia arriba y hacia abajo del plano del esqueleto.



Configuración atáctica.- Cuando la distribución del grupo R es al azar.



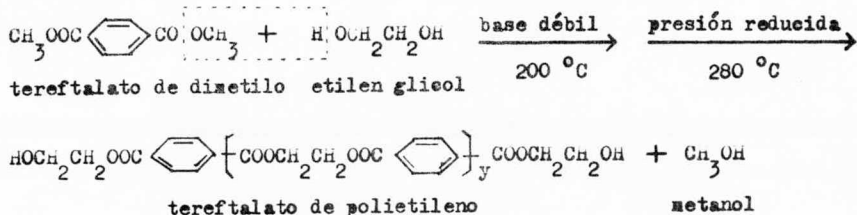
A continuación se dan a conocer cada una de las reacciones químicas de obtención del polímero, del cual esta constituida la fibra, el tipo de polímero de acuerdo con las definiciones anteriores, y el proceso de hilado empleado para la fabricación de la fibra.

F I B R A D E P O L I E S T E R

Las fibras de poliéster son sintetizadas en la industria; la substancia que forma la fibra es un polímero sintético de cadena larga compuesto de por lo menos un 85 % en peso de un éster de alcohol dihidrico y ácido tereftálico.⁷ Los poliesteres alifáticos no se emplean para hacer fibras porque sus temperaturas de fusión son muy bajas, en cambio, los poliesteres aromáticos tienen punto de fusión adecuado para hacer fibras textiles.⁵

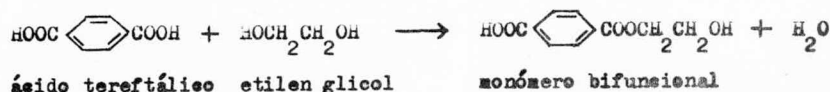
Un caso de poliéster aromático es el tereftalato de polietileno, el cual tiene una gran importancia comercial y se ha obtenido a partir del tereftalato-

de dimetilo mediante una reacción de intercambio de ésteres.



Donde $y=1-4$ aproximadamente. De esta manera, se forman cadenas de 5 ó 6 unidades. Para obtener un polímero de mayor tamaño, que se requiere para hacer las fibras, es necesario continuar calentando al vacío y a 280°C , durante varias horas.⁸

Actualmente se emplea ácido tereftálico en vez de tereftalato de dimetilo e involucra un proceso de esterificación directa en lugar de un intercambio de ésteres.



El tereftalato de polietileno es un homopolímero que se obtiene por condensación, es perfectamente lineal.

La fibra es producida por el proceso de hilado por fusión.

F I B R A S D E P O L I A M I D A S

Las fibras de poliamidas son sintetizadas en la industria. La sustancia de la cual se forman las fibras de poliamidas, es una poliamida sintética de cadena larga que tiene grupos recurrentes de amidas como parte integral de la cadena del polímero.⁷

Las poliamidas se preparan a partir de los ácidos aminocarboxílicos ó de los dicarboxílicos y las diaminas.

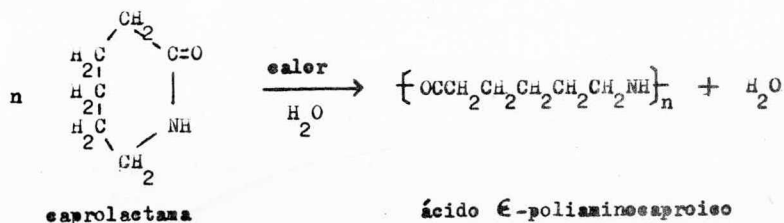
Para expresar la composición química se emplea el siguiente sistema numérico: Una combinación de dos cifras indica una poliamida obtenida a partir de una diamina y un ácido dicarboxílico, y cada cifra indica el número de átomos de carbono que tienen, respectivamente, las cadenas de la diamina y del ácido, primero se escribe el número referente a la diamina; por ejemplo, el políame-

re 66 se deriva de la hexametildiamina, $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$ y el ácido adipico, $-\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$. Cuando la poliamida se deriva de un ϵ -aminoácido se indica con una sola cifra, que también señala el número de átomos de carbon de la cadena.⁵

NYLON 6

El nombre químico de este polímero es ácido ϵ -poliaminocaproico, se puede obtener del ácido aminocaproico ó de la caprolactama, que es la lactama de este ácido; es mejor partir de este último intermedio porque se obtiene y purifica más fácilmente.

La caprolactama se calienta en condiciones tales que provoquen la apertura del anillo, dando:

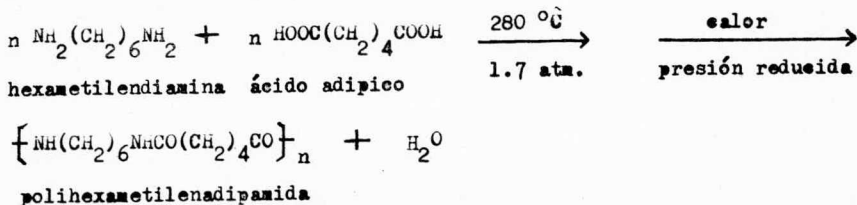


Se añade un "terminador", como RCOOH ó RNH_2 , los cuales rompen la bifuncionalidad para detener la formación de la cadena.⁸

El ácido ϵ -poliaminocaproico es un homopolímero obtenido por condensación. La fibra es producida por el proceso de hilado por fusión.

NYLON 66

Este polímero, cuyo nombre químico es polihexametilenadipamida, se forma a partir de la hexametildiamina y el ácido adipico.⁸



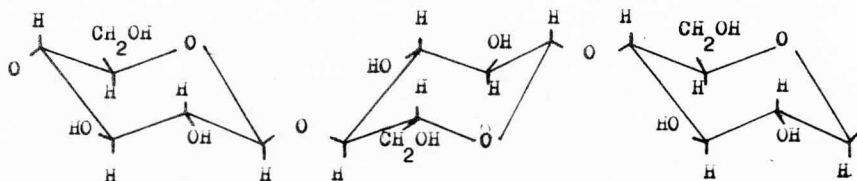
La polihexametilenadipamida es un homopolímero lineal de condensación.
 La fibra es producida por el proceso de hilado por fusión.

F I B R A D E R A Y O N

La fibra de rayón es una fibra manufacturada compuesta de celulosa regenerada, en la cual los sustituyentes han remplazado más del 15 % de los hidrogenos de los grupos hidroxilos.⁷

La celulosa es un polímero de la D-glucosa. El número de unidades de glucosa en la molécula de celulosa es muy grande y varia entre 3,000 y 5,000 unidades por molécula. De acuerdo a los experimentos realizados, la celulosa no tiene ramificaciones.

La celulosa tiene la siguiente configuración.



En esta molécula existen sitios en los cuales las cadenas se encuentran entrelazadas en forma desordenada (regiones amorfas) y sitios en los que se encuentran con una distribución cristalina. Debido a la estructura compacta en las regiones cristalinas, la mayoría de los reactivos atacan la celulosa únicamente en las regiones amorfas y solo algunos reactivos penetran en las regiones cristalinas.³

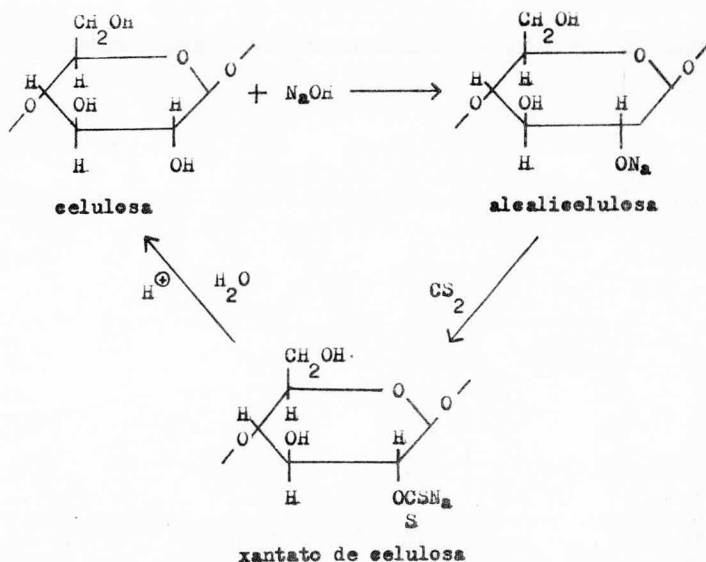
Uno de los tipos de rayón, es el conocido generalmente como rayón viscosa, - que es celulosa regenerada.

Para la formación de la fibra de rayón se emplea el proceso de hilado en húmedo.

El rayón viscosa se prepara tratando la celulosa, con una solución de hidróxido de sodio al 18 % que la transforma en alcalicelulosa. La alcalicelulosa pasa por un dispositivo que efectúa su molienda para que pueda pasar a la siguiente etapa, en la que se le trata con sulfuro de carbono para transformarla en xantato de celulosa.

La solución de xantato de celulosa se deja "madurar", con lo cual se trans--

forma en un líquido amarillo llamado viscosa. Este líquido se extruye a través de una hilera hacia un baño con ácido diluido, el cual descompone el xantato regenerando la celulosa.²



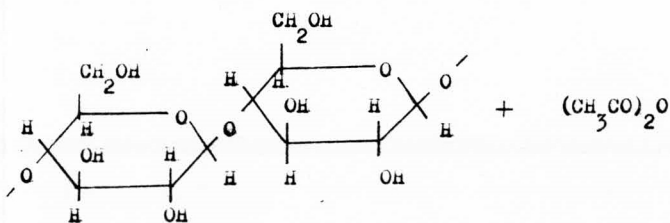
FIBRA DE ACETATO

La fibra de acetato esta formada de acetato de celulosa. Donde no menos del 92 % de los grupos hidroxilos son acetilados, el termino triacetato puede ser usado como una descripción genérica de las fibras. También esta fibra se le conoce generalmente con el nombre de rayón al acetato.⁷

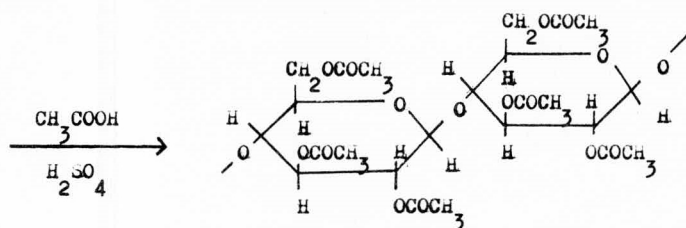
La celulosa se puede acetilar con anhídrido acético, en ácido acético y ácido sulfúrico.

El triacetato formado se desacetila parcialmente para obtener un producto -- que tiene aproximadamente, de 2.1 a 2.6 grupos acetilados por unidad de glucosa. Esta desacetilación parcial se efectua porque el triacetato de celulosa es menos soluble que el acetato parcialmente acetilado. La celulosa parcialmente acetilada es soluble en acetona.

La fibra de acetato es producida por el proceso de hilado en seco.



celulosa

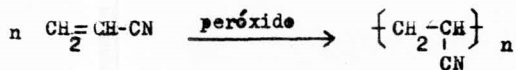


acetato de celulosa

FIBRA ACRILICA

La fibra acrílica esta formada por una substancia, la cual es un polímero sintético de cadena grande, compuesta al menos de un 85 % en peso de unidades de acrilonitrilo.⁷

El poliacrilonitrilo que es el constituyente principal de las fibras acrílicas, se obtiene a partir del acrilonitrilo.



El poliacrilonitrilo es un homopolímero lineal de adición.

La fibra acrílica es producida por el proceso de hilado en húmedo.

FIBRA MODACRILICA

La fibra modacrílica esta formada de un polímero sintético de cadena grande-

el cual está compuesto de un porcentaje en peso de unidades de acrilonitrilo no menor al 35% y no mayor al 85%.⁷

La sustancia que generalmente forma la fibra es un copolímero de acrilonitrilo y cloruro de vinilo, en una relación aproximada de 40:60 en peso.



cloruro de vinilo acrilonitrilo

poliacrilonitrilo

Es un copolímero de adición en el cual los monómeros se encuentran acomodados en la cadena al azar.⁹

Los resultados obtenidos de las polimerizaciones llevadas a cabo sobre un rango de condiciones en emulsión y sistemas de fase simple muestran que la cantidad de acrilonitrilo aparecido en el polímero es únicamente una mitad de la mezcla del monómero del cual fue producido, es necesario alimentar acrilonitrilo continuamente durante la polimerización para obtener resinas del grado de uniformidad de composición deseada para la aplicación de fibras. El copolímero se vuelve más soluble en acetona conforme el contenido de acrilonitrilo aumenta.⁸

La fibra modacrílica es producida por el proceso de hilado en seco.

FIBRAS OLEFINICAS

Las fibras olefinicas estan hechas de una sustancia formada de un polímero-sintético de cadena grande compuesto al menos de un 85 % en peso de etileno, propileno u otra unidad olefinica.

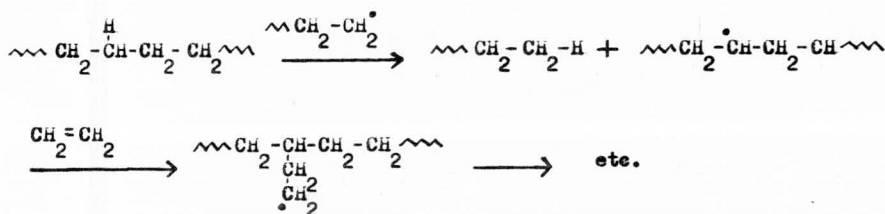
La polimerización de las olefinas es una reacción en cadena. Se inicia mediante un impulso de energía en una molécula del monómero, que rompe el doble enlace y libera las valencias que hasta entonces estaban ligadas. La molécula excitada traspasa la energía que ha absorbido a otra molécula vecina, cuyo doble enlace se rompe también y la energía liberada por ello es absorbida a su vez por otra molécula, etc. Las valencias de los monómeros así puestas en libertad se unen entre si y se forman debido a ello largas cadenas.¹⁰ De acuerdo a los métodos de polimerización del etileno se obtienen dos tipos de polímeros, que son, el polietileno de alta presión y el polietileno de baja presión.

Las fibras olefinicas son producidas por el proceso de hilado por fusión.

POLIETILENO DE ALTA PRESION

Es también llamado polietileno de baja densidad y se obtiene a presiones de unas 1,500 atmósferas, temperaturas de 190 °C a 210 °C y concentraciones de oxígeno de 0.03 a 0.11 %. El oxígeno es un radical libre que inicia la polimerización. Debe realizarse con mucho cuidado ya que la reacción es exotérmica, y los reactivos deben ser de muy alta pureza para evitar que se formen polímeros indeseables o explosiones violentas.

Una molécula típica de polietileno de baja densidad puede tener unas cinuenta ramificaciones cortas y una ramificación larga, las cuales se forman mediante reacciones intramoleculares de transferencia ó transferencia de cadena intermoleculares.



La presencia de las ramificaciones no permite que las moléculas del polímero se acomoden entre si en forma compacta, lo que da origen a la baja densidad.³ El polietileno de alta presión es un homopolímero ramificado obtenido de la polimerización por adición.

POLIETILENO DE BAJA PRESION

Es también llamado de alta densidad, se polimeriza con catalizadores de coordinación (complejos alquilmetálicos), ó mediante una reacción catalizada con óxidos metálicos. Las moléculas de polietileno obtenidas mediante estas reacciones contienen menos de una cadena lateral por cada 200 átomos de carbono de la cadena principal.

El polietileno de baja presión es un homopolímero lineal obtenido de la polimerización por adición.

La elaboración del producto se hace de manera análoga a la del polietileno de alta presión. Sin embargo, la temperatura de elaboración es más elevada,-

a causa del mayor grado de polimerización, puede llegar a 170 °C.³

POLIPROPILENO

Unos de los grandes éxitos de los nuevos polímeros estereoregulares es en fibras, esto es casi exclusivamente del polipropileno isotáctico.

El polipropileno isotáctico tiene un grupo metilo unido a cada segundo carbono pero nunca perfectamente estereoregular. El grado de isotácticidad puede variar desde 88 a 97 %.⁸



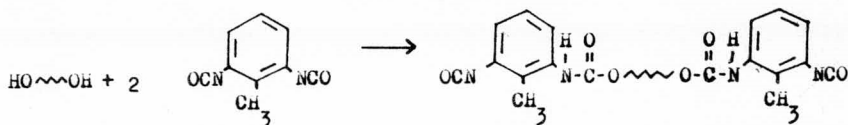
El polipropileno es un homopolímero de configuración isotáctica, el cual se obtiene de una polimerización de adición.

FIBRA SPANDEX

La fibra spandex es aquella en la cual la sustancia que forman la fibra es un polímero sintético de cadena grande compuesto al menos de un 85 % en peso de un poliuretano segmentado.

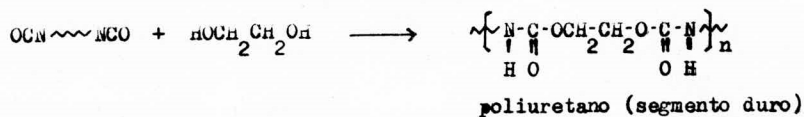
El término "segmentado" se refiere a las regiones suaves y duras alternadas en la estructura del polímero. La formación de la estructura del poliuretano segmentado para las fibras spandex tiene varias etapas. La primera etapa involucra la formación de cadenas de poliglicoles lineales flexibles. Estos pueden ser poliésteres ó poliéteres y se les conoce como macroglicoles. --- Ellas tienen peso molecular entre 500 y 4,000 y tienen grupos hidroxilos en los extremos.

La siguiente etapa en la formación del segmento suave, involucra la reacción de el macroglicol con un exceso de un disocianato, usualmente un aromático, - por ejemplo, 2.6 toluenodisocianato.



macroglicol disocianato aromático prepolímero (segmento suave)

En la siguiente etapa, los segmentos duros son formados haciendo reaccionar el prepolímero de isocianato terminado con glicol de bajo peso molecular ó -diaminas.



Las fibras spandex son usualmente formadas como filamentos continuos por el proceso de hilado en seco.⁸

C A P I T U L O I I I

PROPIEDADES QUÍMICAS DE LAS FIBRAS.

En este capítulo se describen los efectos de diferentes medios químicos en las fibras y efectos de medios a los cuales se someten generalmente las fibras en su uso final, para ayudar a elegir de acuerdo a este comportamiento, la fibra que se empleará en un determinado uso.

EFECTOS DE LOS ACIDOS Y LOS ALCALIS SOBRE LAS FIBRAS.¹¹

FIBRA POLIESTER

Buena resistencia a los ácidos débiles a temperatura ambiente y a temperatura de ebullición y a los ácidos fuertes en soluciones frías. Buena resistencia a los álcalis débiles, regular resistencia a los álcalis fuertes.

FIBRAS DE POLIAMIDAS

Nylon 6.- Los agentes oxidantes fuertes y ácidos minerales causan degradación. Otros causan disminución en la tenacidad. Resistente a los ácidos débiles. Se hidroliza con ácidos fuertes a temperaturas elevadas. Substantialmente inerte a los álcalis.

Nylon 66.- No es afectado por la mayoría de los ácidos minerales, excepto por los ácidos minerales calientes. Se disuelve con descomposición parcial en soluciones concentradas de ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido clorhídrico. Substantialmente inerte a los álcalis.

FIBRA DE RAYON

Los ácidos calientes diluidos ó concentrados en frío desintegran la fibra. Las soluciones alcalinas fuertes causan hinchamiento y reducción de la resistencia.

FIBRA DE ACETATO.

Se deteriora en soluciones concentradas de ácidos fuertes. No es afectada por los ácidos débiles. Los álcalis fuertes saponifican a la celulosa.

FIBRA ACRILICA

Tiene una resistencia excelente a los ácidos minerales. Buena resistencia a los álcalis débiles, moderada resistencia a soluciones alcalinas fuertes, en frío.

FIBRA MODACRILICA

Resistente a la mayoría de los ácidos. Una buena resistencia a los álcalis débiles; resistencia moderada a los álcalis fuertes y débiles.

FIBRAS DE OLEFINAS

Polietileno.- Excelente resistencia a los ácidos y álcalis, con la excepción de los agentes oxidantes.

Polipropileno.- Excelente resistencia a la mayoría de los ácidos y álcalis, a excepción del ácido clorosulfúrico, ácido nítrico concentrado y ciertos agentes oxidantes, a temperaturas elevadas.

FIBRA SPANDEX

Buena resistencia a la mayoría de los ácidos. Se amarilla ligeramente con ácido clorhídrico y sulfúrico diluido. Buena resistencia a la mayoría de los álcalis.

EFEECTO DE LOS BLANQUEADORES SOBRE LAS FIBRAS.¹¹

FIBRA POLIESTER

Generalmente no es afectada por agentes blanqueadores, jabones, detergentes sintéticos y solventes para lavado en seco.

FIBRAS POLIAMIDAS

Nylon 6.- Puede ser blanqueada en la mayoría de las soluciones para blanquear no es afectada por jabones y detergentes sintéticos y solventes para lavado en seco.

Nylon 66.- Puede ser blanqueada en la mayoría de las soluciones para blanquear, no es afectada por jabones y detergentes sintéticos y solventes para lavado en seco.

FIBRA RAYON

No es dañada por hipoclorito o peróxido, jabones, detergentes sintéticos y solventes para lavado en seco. Es atacada por agentes oxidantes fuertes.

FIBRA DE ACETATO

No es dañada por el hipoclorito ó en condiciones de blanqueo con peróxido. No es afectada por los jabones, detergentes sintéticos y solventes para lavado en seco.

FIBRA ACRILICA

Tiene buena resistencia a los blanqueadores y a los solventes para lavado en seco. No es dañada por los jabones y detergentes sintéticos.

FIBRA MODACRILICA

Tiene buena resistencia a los blanqueadores y a los solventes para lavado en seco. No es dañada por los jabones y detergentes sintéticos.

FIBRAS DE OLEFINAS

Polietileno.- Se hincha en hidrocarburos clorados a temperatura ambiente. No es afectada por los jabones y detergentes sintéticos.

Polipropileno.- Resistente a los blanqueadores. Algunas se hinchan en hidrocarburos clorados a temperatura ambiente, otras únicamente a temperaturas -- elevadas. No es afectada por los jabones y detergentes sintéticos.

FIBRA SPANDEX

Es decolorada por blanqueadores de hipoclorito, puede usarse perborato. No es afectada por los jabones, detergentes sintéticos y solventes para lavado en seco.

Los solventes adecuados para el lavado en seco de los textiles son: el tetracloruro de carbono, tricloroetileno, percloroetileno y una mezcla de compuestos orgánicos¹² formada por un 2 % de oleato de glicol, 18% de benzina, 20% de nafta y 60% de tetracloruro de carbono; ya que estos solventes no dañan a las fibras químicas textiles y existe seguridad en el manejo.

SOLUBILIDAD DE LAS FIBRAS

Para que un disolvente disuelva a un polímero es necesario que la energía de las interacciones disolvente-soluto sea suficientemente fuerte como para reemplazar la energía de las interacciones entre soluto-soluto. En general, la solubilidad de los miembros de una serie homóloga, en un disolvente, disminuye al aumentar el peso molecular, ya que las moléculas grandes, debido, a su gran superficie, presentan interacciones fuertes soluto-soluto. La introducción de grupos polares en las moléculas de un polímero tienden a disminuir la solubilidad del mismo en un disolvente, ya que los grupos polares dan origen a interacciones fuertes dipolo-dipolo ó de puentes de hidrógeno entre las moléculas de soluto.

La cristalinidad disminuye la solubilidad de un polímero, ya que para que el material tenga una estructura cristalina debe tener fuerzas que mantengan partes de la molécula en la red cristalina. Las fuerzas cristalinas, no existen en un material amorfo, disminuyen la solubilidad del polímero, ya --

que estas fuerzas deben ser sustituidas por fuerzas entre disolvente y soluto para que se disuelva el polímero cristalino.³

Algunos polímeros son capaces de hincharse, en vez de disolverse, por exposición en un disolvente; las moléculas del disolvente pueden penetrar en los espacios intermoleculares pero son incapaces de romper todas las fuerzas de atracción entre las moléculas del polímero.

A continuación se muestra en forma resumida la tabla de solubilidad de las fibras:

T A B L A D E S O L U B I L I D A D D E

FIBRA	ACIDO NITRICO	ACETONA	ACIDO CLO RHDRIICO	ACIDO 70 % SULFURICO	HIPOCLORITO DE SODIO
Poliester	insol.	insol.	insol.	insol.	insoluble
Nylon 6 *	soluble	insol.	soluble	soluble	insoluble
Nylon 66	soluble	insol.	soluble	soluble	insoluble
Rayon	insol.	insol.	insol.	soluble	insoluble
Acetato	soluble	ablanda	insol.	soluble	insoluble
Acrflica	soluble	insol.	insol.	insol.	insoluble
Modacrilica	insol.	insol.	insol.	insol.	insoluble
Poli-etileno	insol.	insol.	insol.	insol.	insoluble
Polipropileno	insol.	insol.	insol.	insol.	insoluble
Spandex	parcial	insol.	insol.	soluble	insoluble

* Nylon 6 soluble en ácido fórmico en ebullición
 Nylon 66 insoluble en ácido fórmico en ebullición

LAS FIBRAS QUIMICAS

CLORURO DE METILENO	HIDROXIDO DE SODIO 45%	DIMETIL FORMAMIDA	M CRESOL	CICLO HEXANONA	BUTIRO LACTONA
insol.	soluble	insol.	soluble (ebullición)	insol.	insol.
insol.	insol.	parcial (ebullición)	soluble	insol.	insol.
insol.	insol.	parcial (ebullición)	soluble	insol.	insol.
insol.	insol.	insol.	insol.	insol.	insol.
soluble	insol.	soluble	soluble		
insol.	insol.	soluble 100 °C	insol.	insol.	insol.
insol.	insol.	soluble	parcial (ebullición)	soluble.	soluble
insol.	insol.	ablanda	ablanda		
insol.	insol.	insol.	insol.	insol.	insol.
insol.	insol.	insol.	insol.	soluble (ebullición)	

RESISTENCIA DE LAS FIBRAS AL MOHO, AL TIEMPO, A LA LUZ SOLAR Y A LA ABRASION¹¹

FIBRA POLIESTER

No es afectada por el moho. Una excelente resistencia al intemperismo y a la abrasión. Si se encuentra expuesta prolongadamente a la luz solar, le causa una disminución en su resistencia.

FIBRAS DE POLIAMIDAS

Nylon 6.- Una excelente resistencia al moho, al intemperismo y a la abrasión. Expuesta prolongadamente a la luz solar se degrada.

Nylon 66.- Una excelente resistencia al moho, al intemperismo y a la abrasión. Expuesta prolongadamente a la luz solar se degrada.

FIBRA DE RAYON

Es atacada por el moho. Una buena resistencia a la luz solar y a la abrasión. Algunos rayones intermedios expuestos un largo tiempo en el sol se ponen --- amarillos; el intemperismo los deteriora.

FIBRA DE ACETATO

Resistente al intemperismo. Una buena resistencia al moho, decoloración por la luz solar (algunas veces pierde su resistencia cuando es expuesta prolongadamente). Una regular resistencia a la abrasión.

FIBRA ACRILICA

Una excelente resistencia al moho, al intemperismo y a la luz solar. Una buena resistencia a la abrasión.

FIBRA MODACRILICA

Una excelente resistencia al moho, al intemperismo y a la luz solar. Una buena resistencia a la abrasión.

FIBRAS DE OLEFINAS

Polietileno.- No es atacado por el moho. Una buena resistencia al intemperismo, a la luz solar y a la abrasión.

Polipropileno.- No es atacado por el moho. Una buena resistencia al intemperismo, a la luz solar indirecta y a la abrasión. Puede ser estabilizada dándole una buena resistencia a la luz solar directa.

FIBRA SPANDEX

No es debilitada por el moho. No es afectada por el intemperismo. Una prolongada exposición a la luz solar causa disminución de la resistencia. Una buena resistencia a la abrasión.

Se dá a continuación una breve descripción de los métodos que se emplean para medir la resistencia a la abrasión, al moho y al tiempo, de las fibras químicas.

RESISTENCIA A LA ABRASION

(D1175; Annual Book of ASTM Standards, parte 32)

Se define la abrasión como el desgaste de cualquier parte de un material causado por la fricción con otra superficie.

La resistencia a la abrasión es afectada por factores tales como: propiedades mecánicas inherentes de la fibra, dimensiones de la fibra, estructura de los hilos, construcción de los tejidos y del tipo, clase y cantidad del material de acabado adicionado a la fibra, hilo ó tejido.

Los resultados de la resistencia a la abrasión también son afectados por las condiciones de prueba, tales como la naturaleza del abrasivo, acción variable del abrasivo sobre el área de la muestra desgastada, la tensión de la muestra, la presión entre la muestra y el abrasivo, y el cambio dimensional, en la muestra.

En general para medir la resistencia a la abrasión, una muestra textil se fricciona ya sea unidireccionalmente ó multidireccionalmente con un abrasivo a un número determinado de ciclos. El resultado final se evalúa visualmente, por el cambio de lustre, color ó estructura del tejido; ó se determina el porcentaje de resistencia a la ruptura que perdió la muestra, en la prueba con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de resistencia a la ruptura que se perdió} = \left[\frac{(A-B)}{A} \right] \times 100$$

donde:

- A- resistencia a la ruptura original y
- B- resistencia a la ruptura de la muestra deteriorada.

RESISTENCIA AL ENMOHECIMIENTO

(Método 30-1974, American Association Textile Chemist and Colorist)²¹

Este método consiste en determinar la susceptibilidad de los textiles a enmohecerse.

Las consideraciones de mayor importancia en el enmohecimiento de los textiles son:

- a) El deterioro del producto textil por la acción del moho y
- b) La generación de manchas, ya que no necesariamente el moho produce deterioro.

Se emplean tres métodos para determinar la resistencia al moho.

El primer método consiste en preparar un lecho de tierra con un 25-30% de -- humedad, para que se introduzca completamente la muestra por un tiempo deter-- minado en forma horizontal ó vertical dentro de él. Después de dos a seis se-- manas de incubación (el tiempo depende del peso de la muestra), la muestra -- es lavada y secada cuidadosamente.

Los otros dos métodos consisten en realizar un cultivo en la muestra con or-- ganismos de "Chactomius globoum" si la muestra es esterilizada y "Aspergi--- llus Niger" si la muestra no es esterilizada.

El reporte se efectúa determinado el cambio de la resistencia a la ruptura-- de la muestra.

RESISTENCIA AL IMPERISMO

(D1870; Annual Book of ASTM Standards, parte 35)

Este método consiste en introducir una muestra en un horno tubular que con-- tiene un flujo de aire libre de contaminación, cuidadosamente controlado, a-- una temperatura elevada (la temperatura depende del horno empleado), y a pre-- sión atmosférica, por un periodo corto.

El cambio que ocurre en alguna de las propiedades físicas de la fibra en es-- te periodo corto, se relaciona con el periodo de duración de la fibra cuando se encuentra expuesta a la intemperie.

EFEECTO DEL CALOR SOBRE LAS FIBRAS

Cuando se calienta un sólido cristalino, se provoca un cambio brusco en su -- estructura, transformándose en un líquido móvil, la temperatura a la cual -- ocurre este cambio se le llama "Punto de Fusión Cristalino, T_f ".

Existen en los polímeros porciones cristalinas y porciones amorfas, por lo -- cual al ser calentados los polímeros presentan una transición vítrea y te^upe-- ratura de fusión, esto es, las partes amorfas del polímero parcialmente cris-- talino, sufren un cambio a la temperatura de transición vítrea y las partes-- cristalinas sufren un cambio en el punto de fusión cristalino.³

Las fibras químicas tienen un intervalo amplio de temperatura de fusión debi-- do a la amplia distribución de los pesos moleculares.

Se muestra en la siguiente Tabla el comportamiento de las fibras químicas al aplicarles calor.²

FIBRA

EFECTO DEL CALOR

Poliester	Funde de 249-288°C
Nylon 6	Funde de 212-220°C
Nylon 66	Funde de 230-260°C
Rayón	Descomposición de 177-204°C
Acetato	Funde de 260°C
Acrílica	Se vuelve pegajosa a 238-249°C
Modacrílica	Encoge a 121°C, se atiesa a temperaturas arriba de 149°C.
Polietileno de alta presión	Funde de 110-120°C
Polietileno de baja presión	Funde a 135°C
Polipropileno	Funde de 163-168°C, descomposición a 260°C
Spandex	Funde de 220-270°C, se degrada lentamente a temperaturas arriba de 149°C

COLORANTES USADOS PARA TERNIR LAS FIBRAS.¹¹

Un colorante es una sustancia que penetra en la fibra y le dá color, puede ser fijado por acción química, calor u otro tratamiento. El colorante debe, disolverse, en agua u otro fluido para que penetre en la fibra. El colorante disuelto permanece en la superficie de la fibra.¹⁷

Pigmento es una sustancia coloreada finamente dividida insoluble, la cual, es usada, para impartir su color a la sustancia a la cual es adicionada. -- Los pigmentos son fijados mecánicamente en la superficie con el uso de resinas adhesivas ó agentes de union.¹⁷

Para que una sustancia actúe como colorante tiene que cumplir ciertas condiciones:

- Poseer un color adecuado
- Ser capaz de fijarse al tejido, ó bien puede ser fijado por otros agentes.
- Una vez fijado el colorante, debe tener: estabilidad frente a la luz y resistencia a la acción del agua, ácidos y álcalis diluídos, disolventes orgánicos usados en la limpieza en seco, etc.

Para dar en una forma resumida los colorantes que se emplean en las fibras, se dan a conocer primero los conceptos referentes a colorantes.¹⁶

Colorantes de tipo ácido.- Una clase de colorante de anilina, estable en solución ácida, en la cual el color es asociado con un radical negativo; usualmente sales sódicas de ácido sulfónico.

Colorante básico.- Colorantes que tienen grupos amino ó imino.

Colorante azoico.- Son derivados del azobenceno, el producto de reacción de una sal de diazonio con una amina terciaria, fenol, ó naftaleno.

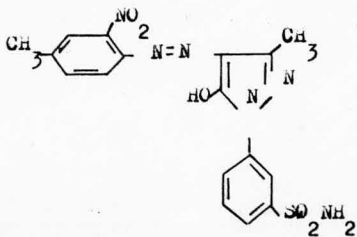
Colorante con mordiente.- Estos colorantes no tiñen la fibra directamente, -- sino que precisan un mordiente (substancia que se adhiere a la fibra y que a su vez es capaz de fijar el colorante con lo cual queda unido indirectamente a la fibra). Si el colorante es ácido se emplea como mordiente un hidróxido metálico; para los colorantes básicos se usa ácido tánico. Las sales metálicas se clasifican como lacas.

Colorantes de complejos metálicos.- Estos colorantes difieren de los colorantes con mordiente en que se sintetizan en forma de complejos, que luego se aplican a la fibra.

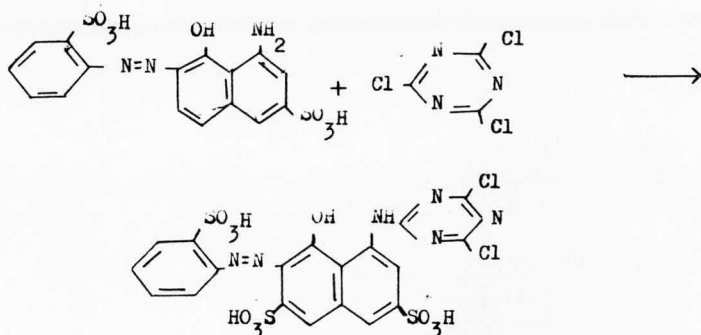
Colorante a la tina.- Material colorante, insoluble en agua pero soluble, en solución alcalina, cuando se reduce con agentes adecuados, por ejemplo el indigo azul insoluble es convertido en indigo blanco soluble bajo reducción. - El último es aplicado a la tela y oxidado por exposición al aire para tener, la forma original, azul insoluble.

Colorantes de azufre.- Compuestos aromáticos (p.e. dinitronaftaleno) reaccionando con solución alcalina y sulfito de sodio.

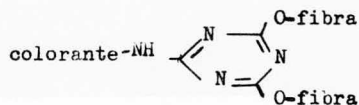
Colorantes dispersos.- Son insolubles en agua, y antes de su aplicación a las fibras sintéticas se dispersan con reactivos adecuados. Un ejemplo de este colorante, que se emplea para teñir las fibras de poliéster es un derivado de la pirazolona de color amarillo.¹⁸



Colorantes reactivos.- Son colorantes que contienen grupos que reaccionan -- con las fibras convencionales. Este es el caso de los colorantes de proci6n- (solubles en agua y usados para fibras celul6sicas), en los que el colorante est1 unido al cloro-1,3,5-triazina, por ejemplo:



Estos colorantes reactivos son solubles en agua y se unen a la fibra de celu losa por medio de los grupos hidr6xilos en disoluci6n d6bilmente alcalina. ¹⁸

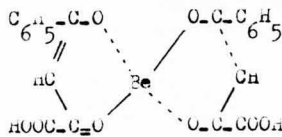


Colorantes desarrollados.- Colorantes con uno 6 m1s grupos amino libres meta 6 para, en el grupo azo, el cual despu6s de te6ido es diazotizado y acoplado con pares azo, siendo m1s fuertemente protegido, tienen el mismo significado que los colorantes az6icos.

Colorante Directo.- Colorante soluble en agua, que es consumido por fibras - celul6sicas de un ba6o de sal sin mordiente.

Colorantes del tipo quelato.- Similares a los colorantes dispersos, excepto- que los colorantes del tipo quelato tienen grupos funcionales (p.e.O-hidro- xi-imino-azo) en la propia configuraci6n para formar estructuras ciclicas -- quelato con el n6quel en el interior del colorante 6rgano-n6quel.

Quelato.- Es un compuesto en el cual la misma mol6cula est1 unida a un 1tomo central en dos diferentes puntos, formando una estructura de anillo, en donde al menos una de las uniones es de coordinaci6n, p.e., berilio benzoil pi- ruvato.



Vehículo del colorante.- Es un material el cual es adicionado a un baño de colorante para dar un marcado incremento en el color.

FIBRA POLIESTER

Para las fibras poliester se emplean colorantes azoicos y dispersos con vehículo ó calor para la fibra corta. Para filamentos se emplean colorantes dispersos, desarrollados y combinaciones azo con vehículo ó calor.

FIBRAS DE POLIAMIDAS

Nylon 6.- El nylon 6 tiene marcada afinidad para todo tipo de material colorante, incluyendo pigmentos, colorantes directos, ácidos, ácidos premetalizados, dispersos, de cromo y a la tina, incluyendo tipos complejos.

Nylon 66.- Para el nylon 66 se utilizan colorantes dispersos, ácidos y premetalizados que son usualmente preferidos.

FIBRA DE RAYON

Para las fibras de rayón se emplean colorantes directos, a la tina, azoicos, reactivos, de azufre y pigmentos.

FIBRA DE ACETATO

La fibra de acetato, fácilmente se tiñe con colorantes dispersos y azoicos.- Existen disponibles colorantes en solución.

FIBRA ACRILICA

Para el teñido de las fibras acrílicas se emplean colorantes dispersos y catiónicos.

FIBRA MODACRILICA

La fibra modacrílica es teñida con colorantes dispersos y catiónicos (Básicos)

FIBRAS DE OLEFINAS

Polietileno.- La fibra de polietileno se pigmenta durante la fabricación.

Polipropileno.- Algunas de las fibras de polipropileno son pigmentadas durante su fabricación, pero pueden ser teñidas con los colorantes dispersos, ácidos, quelatos y ciertos colorantes a la tina, azufre y azoicos.

FIBRA SPANDEX

La fibra spandex tiene una buena afinidad con la mayoría de los colorantes. Se prefiere generalmente colorantes dispersos, ácidos y premetalizados.

CAPITULO IV

PROPIEDADES MECANICAS DE LAS FIBRAS.

Es conveniente poner atención a las propiedades mecánicas de las fibras, ya que ellas determinan su aplicación específica como fibras textiles.

Las propiedades mecánicas de las fibras describen la respuesta que dan al ser deformadas cuando se les aplica una carga en condiciones tales que la inducen a la tensión, compresión, torción ó flexión.⁸

Las propiedades mecánicas de las fibras dependen principalmente, del peso molecular del polímero y de las condiciones en que se fabrican y se orientan las moléculas de la fibra.

Es importante determinar las propiedades mecánicas de las fibras química, ya que los procedimientos de fabricación tanto del hilo como del tejido, y, la aplicación final, están en función de las propiedades mecánicas.

Las propiedades mecánicas de las fibras, también son importantes para la identificación y caracterización en el control de calidad y especificaciones de las mismas.

La humedad, dependiente de la humedad relativa del medio ambiente, influyen en las propiedades mecánicas de algunas fibras; conforme aumenta la cristalinidad en la fibra, la influencia negativa de la humedad va disminuyendo.

Las propiedades mecánicas son usualmente medidas en condiciones standard de temperatura y humedad, que han sido marcadas por "The American Society for Testing and Materials", ASTM, (21 °C y 65% de humedad relativa) y especificando las condiciones de carga aplicada.

Para tener la predicción más probable del comportamiento de las fibras, las mediciones no deben hacerse únicamente en condiciones standard, ya que las fibras son expuestas a una gran variedad de ambientes en el transcurso de su manufactura y en los procesamientos del hilado y del tejido; de esta forma se obtiene también información importante acerca de la estructura de la fibra.⁸

Las propiedades mecánicas de las fibras son descritas en términos de:

- a) Resistencia a la ruptura
- b) Rigidez promedio
- c) Elasticidad
- d) Resistencia al abuso mecánico

- e) Tenacidad al rompimiento
- f) Elongación en la ruptura (%)
- g) Densidad
- h) Humedad recuperada

Se obtiene información acerca de las propiedades mecánicas de la curva de esfuerzo-deformación, la que es gráficamente registrada como deformación, la cual es función de la tensión, compresión ó esfuerzo constante. Debido a la forma geométrica y las dimensiones de la fibra, estas curvas son evaluadas - bajo una tensión uniaxial.⁸

Para obtener la curva de carga-deformación se somete a la fibra por un tiempo a una carga creciente, registrando la extensión, ó sujetando por un tiempo a la fibra a una extensión controlada, registrando la fuerza, la cual, es generada, por un dispositivo adecuado.

Debido a que no se considera el adelgazamiento de la fibra en la extensión, no se obtiene la verdadera curva de esfuerzo-deformación. Sin embargo la curva nominal de esfuerzo-deformación que se obtiene refleja el número de unidades de esfuerzo-comportamiento en la sección transversal inicial de la fibra y así dá una información significativa.⁸

Para familiarizarse con la terminología que se emplea en este capítulo, a -- continuación se dan las definiciones de acuerdo con: Annual Book of ASTM --- Standard, parte 32 y 33 con la designación D 123 referente a Definiciones -- standards de términos relacionados con los textiles.

Fibra (Textil)

General.- Un término genérico para los diversos tipos de materias que forman los elementos básicos de los tejidos textiles y otras estructuras.

Específica.- Una unidad de materia que se caracteriza por tener una longitud de al menos 100 veces su diámetro ó ancho y la cual puede ser hilada ó tejida, entrelazándolas por una variedad de métodos.

Fibra hecha por el hombre.

Varios géneros de fibra (incluyendo filamentos) producidas de substancias, - las cuales pueden ser (1) polímeros sintetizados por el hombre, de compuestos químicos simples, (2) modificando o transformando polímeros naturales, y (3) vidrios.

Filamento.

Una variedad de fibra que tiene una longitud extrema, no fácilmente medible. La longitud extrema de los filamentos permite su uso como hilos con ó sin --

torsión y no requiere de operaciones de hilado para convertirse de fibra a hilo.

Esfuerzo.

La resistencia a la deformación que se presenta en una muestra sujeta a una fuerza externa. Ejemplos típicos son la tensión, esfuerzo cortante.

El esfuerzo usualmente alcanza un máximo en el momento de la ruptura.

Cuando un material textil es puesto bajo una deformación constante, que causa la ruptura el esfuerzo gradualmente decrece con el tiempo debido a la relajación de fuerzas internas.

Resistencia a la ruptura.

General.- Es la resistencia mostrada por una muestra sujeta a una tensión, difiere de la torsión, compresión o corte.

Específica.- La máxima tensión expresada en fuerza por unidad de área de la sección transversal de la muestra que ha sido deformada, por ejemplo, lb- -- fuerza por pulgada cuadrada.

Resistencia verdadera a la ruptura.

La máxima fuerza aplicada, expresada en fuerza por unidad de área de la --- muestra en el momento de la ruptura.

Tensión

La resistencia a la deformación desarrollada dentro de una muestra sujeta a una tensión por una fuerza externa. La tensión comúnmente se expresa como:-

(1) Resistencia a la ruptura, ó (2) Tenacidad.

Tenacidad.

La tensión expresada como fuerza por unidad de densidad lineal de una muestra no deformada. La tenacidad se expresa comúnmente en gramos-fuerza por -- denier (gf/den).

Tenacidad al rompimiento.

La tenacidad correspondiente a la carga de rompimiento. La tenacidad al rompimiento se expresa comúnmente en gramos-fuerza por denier. La tenacidad al rompimiento se calcula de la carga de rompimiento de la muestra no deformada, ó se obtiene directamente de los instrumentos de ensayo de tensión, los cuales pueden ser ajustados adecuadamente para indicar la tenacidad, en lugar, de la carga de rompimiento de muestras de densidad conocida.

Carga de rompimiento

La máxima carga ó fuerza aplicada a una muestra en una prueba de tensión, -- llevada a la ruptura.

Deformación.

Un cambio en la forma de una muestra, por ejemplo, un incremento en la longitud causada por la aplicación de una carga ó fuerza, expresada en unidades de longitud, por ejemplo, centímetros ó pulgadas.

Deformación permanente.

Un cambio neto de longitud de una muestra después de la deformación y relajación bajo condiciones específicas, expresada como un porcentaje de la dimensión original.

Deformación en la tensión.

Deformación relativa de la longitud de una muestra sujeta a una fuerza.

Deformación recobable en la tensión.

El porciento de la extensión recobable de la extensión total impresa en una fibra bajo condiciones específicas.

Rigidez.

La resistencia que muestra una fibra al doblamiento.

Extensibilidad.

La propiedad por virtud de la cual un material puede ser sometido a extensión ó elongación como consecuencia de la aplicación de una fuerza.

Elasticidad.

La propiedad de un material por virtud de la cual tiende a recobrar su tamaño original y forma inmediatamente después de retirar la fuerza causante, de la deformación.

Elongación.

Incremento en la longitud de una muestra durante una prueba de tensión expresada en unidades de longitud.

Porciento de elongación.

El incremento en la longitud de una muestra expresado como un porcentaje de la longitud.

Elongación en el momento de la ruptura.

La elongación correspondiente a la carga máxima.

Elongación a la ruptura.

La elongación correspondiente a la ruptura de el último componente de la muestra. La elongación a la ruptura es generalmente igual a la elongación en el momento de la ruptura, pero puede ser más grande.

Resistencia al abuso mecánico.

La propiedad de un material por virtud de la cual puede absorber trabajo.

Resistencia al abuso mecánico en la ruptura.

El trabajo efectivo por unidad de volumen (ó por unidad de masa), del material el cual se requiere para su ruptura. Es proporcional a el área bajo la curva de carga-alargamiento del origen hasta el punto de ruptura.

Grosor

La masa por unidad de longitud. Las unidades que se prefieren son gramos, y-metros, ó múltiplos ó submúltiplos de éstas.

Número del hilo.

Una medida de la finura ó tamaño de un hilo expresado como masa por unidad--de longitud. Ejemplos:

Denier.- El peso en gramos de 9000 metros de fibra.

Yield.- El peso en gramos de fibra.

Tex.- El peso en gramos de 1000 metros de fibra.

Humedad recobrada.

La cantidad de humedad en un determinado material, bajo condiciones prescritas y se expresa como un porcentaje del peso de la muestra libre de humedad.

Contenido de humedad.

La cantidad de humedad en un determinado material bajo condiciones prescri--tas, expresadas como un porcentaje del peso del material húmedo, esto es, incluye el peso original de la substancia seca más cualquier humedad presente. Se emplean las siguientes ecuaciones para convertir contenido de humedad a -humedad recobrada, ó viceversa:

$$R = \left[\frac{M}{(100-M)} \right] \times 100 \quad \text{Humedad recobrada}$$

$$M = \left[\frac{R}{(100 R)} \right] \times 100 \quad \text{Contenido de humedad}$$

donde:

R - porcentaje de humedad recobrada

M - porcentaje del contenido de humedad

Material libre de humedad.

La condición de un material que ha sido expuesto en una atmósfera de aire de-

secante hasta no haber cambio significativo en su masa

Existe una gran variedad de instrumentos para medir las propiedades mecánicas de las fibras textiles, muy avanzados, por lo que se presenta una breve descripción de los métodos standards ASTM de prueba, referentes a propiedades mecánicas de las fibras textiles, ya que estos métodos son la base, para la construcción, de estos instrumentos. Además con la descripción del método para medir las propiedades mecánicas, se tiene una idea más clara de las mismas propiedades.

DESCRIPCION BREVE DEL METODO PARA DETERMINAR EL DENIER DEL FILAMENTO.

(D 3317, Annual Book of ASTM Standards, parte 32)

Para medir cada partida individualmente se seleccionan al azar 10% de los paquetes. En el caso de que no se tenga el número de paquetes, se seleccionan, al menos tres.

Se toma una muestra de cada paquete de 9 metros de longitud, para calcular el denier.

Se pesa cada muestra separadamente en una balanza precisa, y se determina el peso promedio de las muestras.

Se calcula el denier, multiplicando el peso en gramos de los 9 metros de la muestra por mil.

DESCRIPCION BREVE DEL METODO PARA DETERMINAR EL DIAMETRO DEL FILAMENTO.

(D 3317, Annual Book of ASTM Standards, parte 32)

Este método está basado en el uso de un microscopio equipado ya sea con un micrómetro ocular con una escala movable, ó con una rejilla micrométrica ocular.

El microscopio tiene un cadalso movable que puede ser rotado para poner el filamento en forma paralela ó transversal. El aumento debe ser de tal magnitud que el filamento cubra aproximadamente un cuarto del campo de vista.

Las mediciones se efectúan montando el filamento en el cadalso movable de el microscopio por medio de un vehículo que está provisto de unas guías apropiadas para mantener una tensión constante. Se hace con cuidado para que no ocurran cambios en el trenzado al montar el filamento. Se gira el cadalso hasta que el filamento esté paralelo a las marcas de referencia.

Se determina el diámetro del filamento montado, como la diferencia en el microscopio de las marcas de referencia moviéndolas de un borde al otro del fi.

filamento. Deben tomarse 20 mediciones al menos con un ft de separación. Tomar el promedio como el diámetro del filamento.

RESUMEN DE ESPECIFICACIONES STANDARD PARA INSTRUMENTOS DE PRUEBA DE LA TENSIÓN DE TEXTILES.

(D 76, Annual Book of ASTM Standards, Parte 32 y 33)

Esta sección de especificaciones dá a conocer las características de operación de tres tipos de instrumentos de prueba para determinar las propiedades de carga-elongación de materiales textiles.

Estos tres tipos son designados como:

1) Velocidad de extensión constante, tipo CRE

Es un instrumento de prueba en el cual la razón del incremento de la longitud de la muestra es uniforme de acuerdo con el tiempo, y el mecanismo de medición de la carga se mueve una distancia despreciable con el incremento de la carga (menor a 0.13 mm)

2) Velocidad de desplazamiento constante, tipo CRT

Un instrumento de prueba en el cual la abrazadera impulsora se mueve a una razón uniforme y la carga es aplicada por medio de otra abrazadera, la cual se mueve para actuar un mecanismo de medición de carga, así que la razón de incremento de la carga ó elongación usualmente no son constantes y son dependientes de las características de extensión de la muestra.

3) Velocidad de aplicación de carga constante, tipo CRL

Es un instrumento de prueba en el cual la razón de incremento de la carga es uniforme con el tiempo después de los primeros tres segundos y la muestra es libre para elongarse, esta elongación depende de las características de extensión de la muestra al aplicar cualquier valor de carga.

Los instrumentos deben ser equipados con un dispositivo adecuado para medir, la carga, y cuando se desee, un dispositivo para medir el elongamiento. Los datos de carga y elongación pueden ser indicados en una escala apropiada ó preferentemente en una curva de carga-elongación que es registrada gráficamente.

La mayoría de los instrumentos de prueba registran únicamente datos de carga elongación. Cuando la capacidad de un instrumento de prueba es ajustada para adaptarle la densidad lineal predeterminada de la muestra, la carga que se registrará es el esfuerzo. Cuando el instrumento es ajustado para registrar elongación en términos de unidad de longitud de la muestra, puede leerse di-

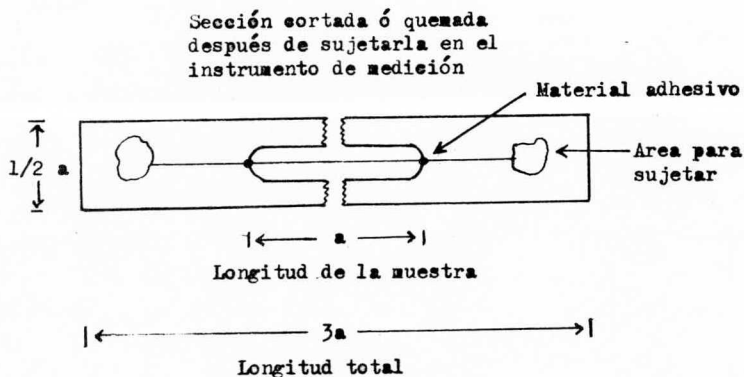
rectamente en la carta el porcentaje de deformación. Cuando estas condiciones no existen, la curva de carga-elongación debe ser convertida matemáticamente ó electrónicamente para obtener características de esfuerzo-deformación.

RESUMEN DEL MÉTODO STANDARD DE PRUEBA DE LA RESISTENCIA A LA RUPTURA DE FILAMENTOS SIMPLES DE ALTO MÓDULO

(D 3379, Annual Book of ASTM Standards, Parte 33)

Este método está limitado para filamentos simples con una longitud fija de al menos 2000 veces más grande que el diámetro nominal del filamento.

Este método consiste en seleccionar al azar un filamento simple de el material que va a ser probado. Los filamentos son colocados en la línea central de un sujetador especial. El sujetador se coloca de modo que la muestra esté alineada axialmente con la mordaza de una cruzeta móvil a velocidad constante del instrumento de medición. Los filamentos son entonces tensionados, para provocar la falla, a una velocidad constante de deformación.



Para este método, el área de la sección transversal del filamento se determina por medio de un planímetro con la ayuda de microfotografías altamente aumentadas.

La resistencia a la ruptura se calcula de los registros de carga-elongación y de las mediciones del área de la sección transversal.

La resistencia a la ruptura se calcula con la siguiente ecuación:

$$T = F/A$$

donde

T - resistencia a la ruptura

F - fuerza en la falla, N (o lbf) y

A - área promedio del filamento, m^2 (o in^2)

El área promedio del filamento se calcula

$$A = \frac{\sum a_f 10^{-6}}{N(Mf)^2}$$

donde

a_f - área de un filamento

N - número de filamentos medidos

Mf - factor de aumento de la microfotografía

RESUMEN DEL METODO STANDARD PARA MEDIR LA RIGIDEZ DE LOS TEJIDOS

(D 1388 Annual Book of ASTM standards, parte 32)

Este método consiste en deslizar un hilo de un tejido en una dirección paralela a lo largo del tejido, de tal forma que su punta sobresalga de la orilla de la superficie horizontal. La longitud del hilo que cuelga es medida - cuando la punta de la muestra es vencida por su propio peso en el punto donde la línea que une la punta a la orilla del hilo hace un ángulo de 41.5 grados con la horizontal. La mitad de esta longitud es la longitud de doblamiento de la muestra. El cubo de esta cantidad multiplicado por el peso por unidad de área del hilo es la rigidez, esto es:

Longitud de doblamiento, $c=O/2$

donde O es la longitud del hilo que se dobla, cm

Rigidez, $G = W \times (O/2)^3$

Donde W es el peso por unidad de área, mg/cm^2

RESUMEN DEL METODO STANDARD DE PRUEBA PARA LAS PROPIEDADES TENSIILES DE FIBRAS TEXTILES SIMPLES HECHAS POR EL HOMBRE, TOMADAS DE HILOS Y ESTOPAS.

(D 2101 Annual Book of ASTM Standards, Parte 33)

En este método las muestras de fibras simples, se someten a rupturas en un instrumento de prueba del tipo CRE a una razón de elongación predeterminada, y la carga de rompimiento y la elongación en la ruptura son determinadas. Usando la curva de carga-elongación y el grosor, se calcula la tenacidad al rompimiento, y la resistencia al abuso mecánico en el rompimiento.

La tenacidad al rompimiento y elongación calculados de la carga de rompimiento y del grosor, son propiedades fundamentales usadas ampliamente para establecer limitaciones en el procesado de fibras y en sus usos finales de aplicación. La resistencia al abuso mecánico en el rompimiento es una medida del trabajo necesario para romper la fibra y además indica la durabilidad de las fibras.

Para muestras en una atmósfera standard se ajusta la distancia entre las abrazaderas para asegurar la longitud nominal seleccionada, no menor de 7.5 cm., se prefiere 25 cm., ó más. Se selecciona la longitud exacta para adaptar las razones disponibles del movimiento de la cruzeta, y la cantidad total de elongación que puede ser obtenida con el instrumento de medición.

Para determinar las propiedades de fibras húmedas, se sumergen en una solución acuosa de 0.1% de un agente humectante. Dejándolas un tiempo suficiente dentro del humectante antes de la prueba para producir el cambio máximo en la carga de rompimiento y elongación en la ruptura. Las propiedades tensiles de fibras húmedas son generalmente determinadas usando una longitud pequeña, pero no menor de 7.5 cm.,

Se calcula:

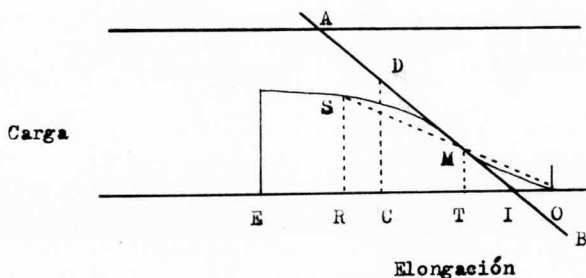
$$\text{La tenacidad al rompimiento, gf/den} = \frac{M}{T}$$

donde:

M - carga de rompimiento, en gramos, y

T - grosor, en denier

Para calcular la elongación del momento de la ruptura en la curva de carga-elongación se marca un punto E, en el cero del eje de la carga correspondiente a la máxima carga. Se determina la elongación de la muestra, en centímetros, que corresponde a la longitud IE



Calcular la elongación en el momento de la ruptura como un porcentaje de la longitud efectiva de la muestra, usando la siguiente ecuación:

$$E = 100 (B/C)$$

donde

E - % de elongación en el momento de la ruptura

B - elongación del filamento, en centímetros, y

C - longitud efectiva de la muestra.

Calcular la resistencia al abuso mecánico en la ruptura, del área bajo la curva de carga-elongación, expresada en gramos-fuerza-centímetros por denier-centímetros, usando la siguiente ecuación:

$$\text{Resistencia al abuso mecánico en la ruptura, gf.cm/den.cm} = V/T$$

donde

T - grosor en denier, y

V - el trabajo realizado para elongar la fibra, en gramos-centímetros por centímetros de longitud, esto es:

$$V = \frac{(A \times S \times R)}{(G \times W \times L)}$$

donde

A - área bajo la curva de carga-elongación en cm^2

S - escala total de la carga en gramos-fuerza

R - velocidad de la cruzeta, en centímetros por minuto

G - longitud efectiva de la muestra, en centímetros

W - ancho de la carta, en centímetros

L - velocidad de la carta, en centímetros por minuto

Calcular los valores promedio de las observaciones.

RESUMEN DEL METODO PARA DETERMINAR LA TENACIDAD AL ROMPIMIENTO DE FIBRAS TEXTILES HECHAS POR EL HOMBRE EN CONFIGURACION DE GAZA Y NUDO.

(D 3217 Annual Book of ASTM Standards, parte 33)

Este método se emplea para la determinación de la tenacidad al rompimiento, de filamentos, fibra corta, ya sea rizada ó no, y para fibras en condiciones standard y húmedas en forma de gaza y nudo.

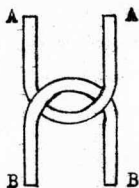
La medición de la elongación en gaza y nudo no tiene un significado conocido.

La reducción en la resistencia debido a la presencia de una gaza ó un nudo, es considerada como una medición de la fragilidad del hilo.

La tenacidad al rompimiento de la gaza y el nudo, calculada de la carga de ruptura, son propiedades fundamentales para establecer limitaciones en el proceso, uso y aplicación de la fibra.

El instrumento de medición de la tensión es conforme a las especificaciones D 76 de máquinas del tipo CRE, con una capacidad total de 2 a 100 gramos, y equipado con dispositivos para el rompimiento de la fibra suergida en un líquido (solución acuosa de un agente humectante) si se desean hacer tales mediciones.

Para medir la tenacidad al rompimiento de gazas, se determina el grosor de la muestra y se monta ésta como se indica en la figura



Asegurando las puntas "A" en una abrazadera, tan juntas como sea posible, y de igual forma las puntas "B".

Para medir la tenacidad al rompimiento de nudos, se arregla la muestra formando un nudo simple y se monta como se indica en la figura



Asegurar las puntas en las abrazaderas, sin estirar la muestra, la cual debe estar centrada en las abrazaderas.

El instrumento de medición se opera de tal forma que la carga al rompimiento esté dentro del 20 al 80% de la capacidad de la escala total y con una velocidad de extensión del 100% de la longitud nominal por minuto.

Tenacidad al rompimiento de gaza, $gf/den = M/2L$

Tenacidad al rompimiento de nudo, $gf/den = M/L$

Donde

M - carga de rompimiento, gf

L - grosor de las muestras, den.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO STANDARD DE PRUEBA DE LAS PROPIEDADES ELÁSTICAS DE LAS FIBRAS TEXTILES.

(D 1774, Annual Book of ASTM Standards, parte 33)

Este método describe la medición del comportamiento elástico de fibras determinando su habilidad para recuperar sus dimensiones originales después de haber aplicado una fuerza de extensión. Puesto que el rizado en fibras altera la forma inicial de la curva de esfuerzo-deformación, se describen procedimientos separados para fibras rizadas (ver apéndice A) y fibras no rizadas (ver apéndice B) sobre el comportamiento elástico.

RESUMEN DEL MÉTODO STANDARD DE PRUEBA DE CARGA DE ROMPIMIENTO (RESISTENCIA) Y ELONGACION DE HILOS POR EL MÉTODO DE CORTE SIMPLE.

(D 2256, Annual Book of ASTM Standards, Parte 32)

La muestra se coloca en las abrazaderas de un instrumento de prueba de tensión, estirándola hasta el rompimiento, y se observa la carga de rompimiento y la elongación.

Este método ofrece tres opciones con respecto al contenido de humedad de las muestras en el momento de la prueba.

Opción 1.- En condiciones standard

Opción 2.- Húmeda

Opción 3.- Secada en horno

Este método también ofrece tres opciones de acuerdo a la configuración de la muestra.

Opción A.- Recta

Opción B.- Gaza

Opción C.- Nudo

Si la elongación en el rompimiento de hilos torcidos es demasiado baja, su tejido se vuelve difícil y aún imposible. Por otro lado, hilos de elongación baja (y tejidos hechos de ellos) tienen la mayor estabilidad dimensional.

Las curvas de carga-elongación pueden ser convertidas a curvas de esfuerzo deformación si la carga se convierte a unidades de fuerza, esto es, a gramos-fuerza por denier y la elongación se basa en el cambio por unidad de longitud (en por ciento).

Las pruebas en muestras húmedas son usualmente hechas únicamente en hilos, los cuales muestran una pérdida de la resistencia cuando se humedecen ó --

cuando son expuestos a humedades altas.

Las pruebas en muestras que son secadas en horno se realizan únicamente en hilos que serán usados a temperaturas elevadas ó en condiciones muy secas, las cuales afectarán la resistencia.

Calcular la resistencia como:

- Carga de rompimiento promedio en gramos-fuerza, kilogramos-fuerza ó libras-fuerza
- Tenacidad al rompimiento promedio en gramos-fuerza por denier (carga promedio dividida entre el número del hilo).
- Elongación (opción A, únicamente).- Leer la elongación en el rompimiento ó en la carga especificada, de la carta de carga-elongación (ó la elongación en el rompimiento, de un dispositivo del instrumento que indique la elongación. Calcular el porcentaje de elongación en base a la longitud nominal.

METODO STANDARD DE PRUEBA PARA EL CONTENIDO DE HUMEDAD RECOBRADA DE TEXTILES.

(D 2654, Annual Book of ASTM Standards, parte 32 y 33).

Este método describe tres procedimientos opcionales para determinar el contenido de humedad y la humedad recobrada de materiales textiles. Este método es aplicable a todas las fibras.

La medición del contenido de humedad es importante por varias razones:

- Grandes cantidades de fibras y productos textiles que contienen agua, -- son compradas y vendidas en base a su peso.
- Por otro lado el efecto de la humedad presente cuando el material es admitido, en el momento de la prueba y manejos subsecuentes puede ser totalmente importante.
- Algunas fibras textiles, particularmente fibras celulósicas y lana, tienen propiedades físicas que varían significativamente con la cantidad de humedad presente.
- Las condiciones óptimas durante el procesado, es algunas veces críticamente dependiente del contenido de humedad.
- La producción de productos textiles para satisfacer las especificaciones de masa por unidad de área del tejido y el grosor del hilo dependen del control del contenido de humedad.

Resumen de los procedimientos para determinar el contenido de humedad y hu

edad recobrada.

Procedimiento 1.- Secado de la muestra en un horno con aire del ambiente.

Una muestra del material se expone en un horno con una corriente de aire -- del ambiente, calentado a 105 °C, hasta que no ocurran más cambios en la masa de la muestra. La masa total perdida es tomada como la humedad y se expresa como contenido de humedad ó humedad recobrada.

$$\% \text{ del contenido de humedad} = \left[\frac{(I-W)}{I} \right] \times 100 \text{ y}$$

$$\% \text{ de humedad recobrada} = \left[\frac{(I-W)}{W} \right] \times 100$$

donde

I - peso inicial de la muestra, en gramos

W - peso de la muestra ya secada, en gramos

Procedimiento 2.- Secado de la muestra en un horno con aire desecado.

Una muestra del material es expuesta en un horno con una corriente de aire, la cual ha sido secada tal que no contenga más de 0.01 g de agua por mil litros y calentado a 105 °C hasta que no ocurran más cambios de la masa.

Los cálculos se realizan de igual forma que en el procedimiento 1.

Procedimiento 3.- Destilación con tolueno.

Una muestra se sumerge en una solución de tolueno saturado con agua especialmente preparada y calentada. El vapor de agua destilado y el vapor del solvente son condensados y colectados en una trampa graduada, donde el agua está separada del tolueno.

Cálculos:

$$\% \text{ del contenido de humedad} = \left[1 - \left[\frac{N-V}{M} \right] \right] 100$$

$$\% \text{ de humedad recobrada} = \left[\left[\frac{M}{N-V} \right] - 1 \right] \times 100$$

donde:

V- volúmen del agua colectada en la trampa, ml.

M- peso original de la muestra, g.

N- peso de la muestra en g.

Se muestran la tabla de datos que describen el comportamiento mecánico de las fibras y las curvas obtenidas al graficar la tenacidad en gramos por de nier contra el porciento de elongación, de acuerdo a la carta que aparece a

nualmente en la revista "Textil World man made Fibers".

Aunque las propiedades varían de una industria de fibras químicas a otra, -- las diferencias existentes son pequeñas para un mismo tipo de fibra, por lo cual esta tabla es representativa y además permite ver que para diferentes tipos de fibras químicas sí existe una gran diferencia en las propiedades me cánicas en general.

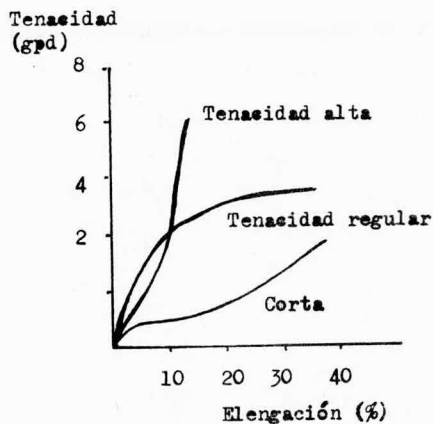
T A B L A D E P R O P I E D A D E S

FIBRA	TIPO DE FIBRA	Densidad (g/cm^3)	Resistencia a la ruptura. (psi)	Rigidez promedio (gpd)	Resistencia al abuso me- cánico pro- medio (gpd)
POLIESTER (Dacron)	Corta y estopa	1.38	39-106	12-17	0.20-1.10
	Filamento parcialmente orientado	1.34	33-42		1.30-1.80
	Filamento de TR	1.38	50-99	10-30	0.40-1.10
	Filamento de TA	1.39	106-168	30	0.50-0.70
NYLON 6	Corta	1.14	62-98	17-20	0.64-0.78
	Monofilamento filamento de TR	1.14	73-100	18-23	0.67-0.90
	Filamento de TA	1.14	102-125	29-48	0.75-0.84
NYLON 66	Corta y estopa	1.13-1.14		10-45	0.58-1.37
	Monofilamento y filamento de TA	1.13-1.14	86-134	21-58	0.80-1.28
RAYON	Filamento y corta de TR	1.46-1.54	28-47	6-16.6	0.04-0.32
	Filamento y corta de TI	1.46-1.54	28-47	6-16.6	0.21
	Filamento y corta de TA	1.46-1.54	56-88	13-50	0.22-0.65
ACETATO	Filamento y corta	1.32	20-24	3.5-5.5	0.17-0.30
ACRILICA (Acrilan)	Corta	1.17	30-40	5-7	0.40-0.50
MODACRILICA (Verel)	Corta-regular	1.37	42-47	28	0.79
POLIETILENO	Monofilamento de baja densidad	0.92	11-35	2-12	0.20
	Monofilamento de alta densidad	0.95-0.96	30-85	20-50	
POLIPROPILENO	Corta y estopa	0.90-0.91	30-75	3-40	0.60-3.50
	Monofilamento	0.90-0.91	40-90	20-60	
	Multifilamento	0.90-0.91	35-90	15-40	0.60-1.50
SPANDEX (Liera)	Monofilamento unido	1.21	11-40	0.13-0.20	2.00

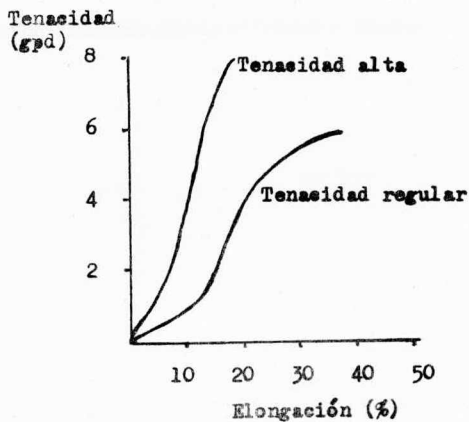
MECANICAS DE LAS FIBRAS

Tenacidad al rompimiento (gpd)				Elongación en el momento de la ruptura (%)		Humedad recuperada (%)		
Std.	gaza		nudo		Std.	Humedad	70 °F, 65%	70 °F, 95%
	Humeda	Std.	Humeda	Std.				
2.4-7.0	2.4-7.0	2.1-6.4	2.1-6.4	12-55	12-55	0.4		
2.0-2.5	2.0-2.5			120-150	120-150			
2.8-5.6	2.8-5.6	2.5-5.2		24-42	24-42	0.4		
6.8-9.5	6.8-9.5			12-25	12-25	0.4		
3.5-7.2				30-90	42-100	2.8-5.0	3.5-8.5	
4.0-7.2	3.7-6.2	3.8-5.6	3.8-5.5	17-45	20-47	2.8-5.0	3.5-8.5	
6.5-9.0	5.8-8.2	5.1-10.1	4.8-6.7	16-20	19-33	2.8-5.0	3.5-8.5	
2.9-7.2	2.5-6.8	3.7-5.9	3.7-5.9	16-75	18-78	4.0-4.5	6.1-8.0	
5.9-9.8	5.1-8.0	5.0-7.6	5.0-7.6	15-28	18-32	4.0-4.5	6.1-8.0	
0.7-3.2	0.7-1.8	1.0-1.5	0.7-1.4	15-30	20-40		27	
2.4-3.2	1.2-1.9	1.5-2.2	1.4-2.1	15-20	17-30	11-13	27	
3.0-5.7	1.9-4.3	2.3-3.6	2.2-3.5	9-26	14-34		27	
1.2-1.4	0.8-1.0	1.0-1.2	1.0-1.2	25-45	35-50	6.3-6.5	14	
2.0-2.7	1.6-2.2		1.7-2.3	34-50	34-60	1.5	3-5	
2.5-2.8	2.4-2.7			38-43	37-42	3.0		
1.0-3.0	1.0-3.0		1.0-2.5	20-80	20-80	despreciable	despreciable	
3.5-7.0	3.5-7.0	2.5-4.0	2.5-4.5	10-45	10-45	despreciable	despreciable	
3.0-6.5	3.0-6.5	2.5-6.0	2.5-6.0	20-120	20-120	0.01-0.1	0.01-0.1	
3.5-7.0	3.5-7.0	3.5	3.5-6.0	14-30	14-30	0.01-0.1	0.01-0.1	
2.5-8.0	2.5-8.0	2.5-8.0	2.5-6.5	20-100	20-100	0.01-0.1	0.01-0.1	
0.7-0.9				400-625		1.3		

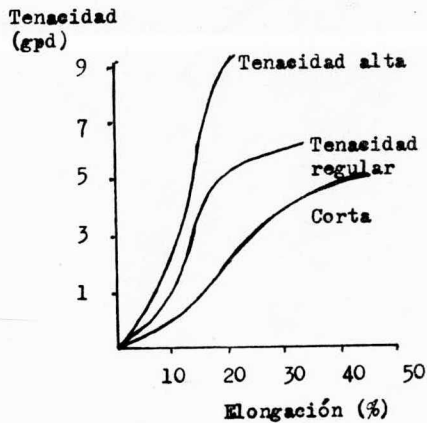
DACRON (Du Pont)



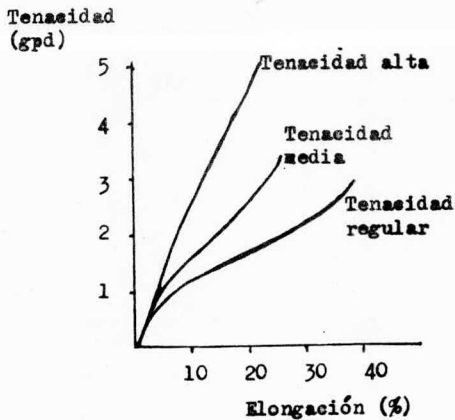
NYLON 6



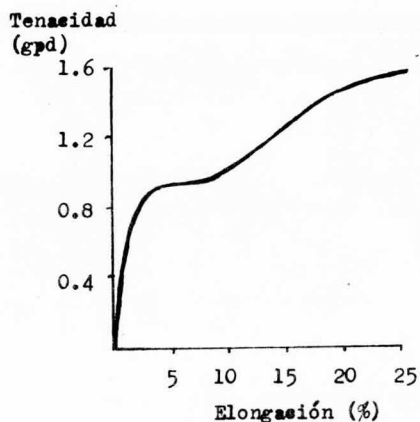
NYLON 66



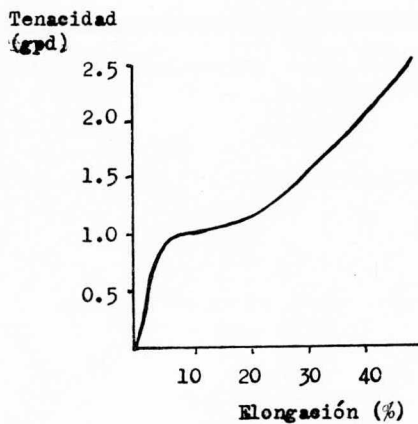
RAYON



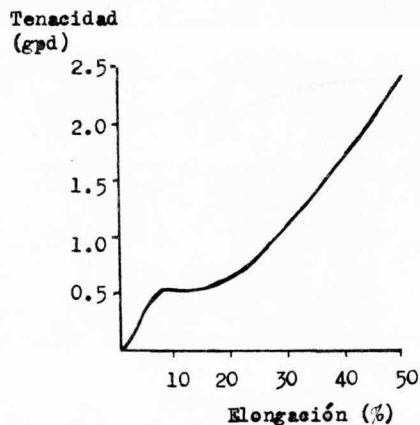
ACETATO



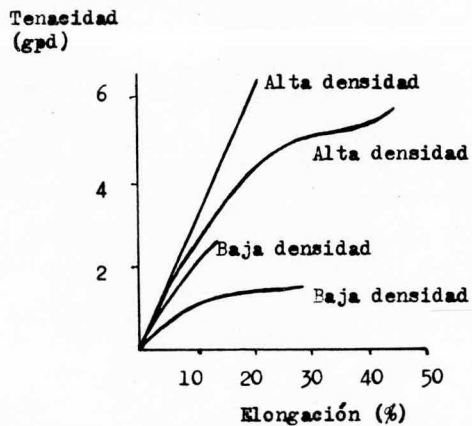
ACRILICA (Acrilan)



MODACRILICA (Verel)

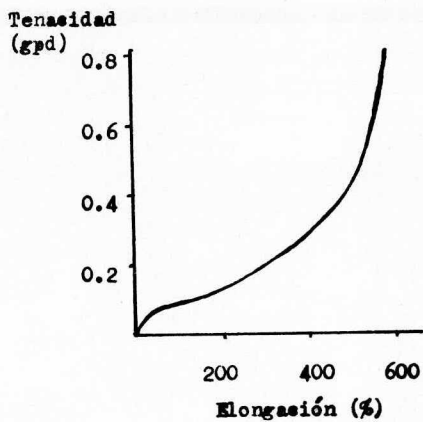
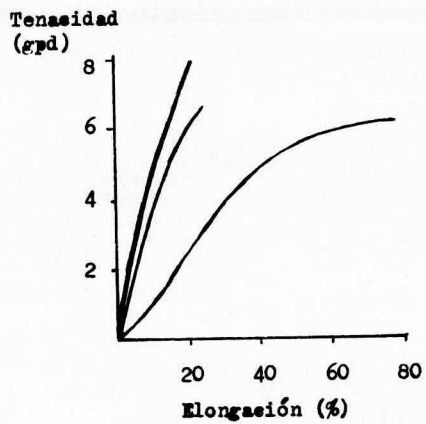


POLIETILENO



POLIPROPILENO

SPANDEX (Liera)



APENDICE A

DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ELASTICAS DE FIBRAS RIZADAS.

- 1.- Calibrar el sistema para pesar, del instrumento de prueba. Seleccionar una razón de carga tal que la porción de la curva de carga-extensión utilice, al menos 50% del eje de la carga en la carta.
- 2.- Colocar la cruzeta para la longitud deseada.
- 3.- Ajustar la velocidad de la cruzeta móvil del instrumento de prueba de -- tal forma que la razón de la extensión de la muestra sea 10%/minutos.
- 4.- Ajustar la velocidad de la carga móvil tal que la porción de la curva -- carga-extensión (a-b, figura 2) utilice al menos 2 in del eje de extensión -- de la carta.
- 5.- Poner la fibra rizada en la abrazadera del instrumento de prueba. Anexar a la otra punta de la fibra una pretensión adecuada. Poner la punta inferior de la fibra en la parte inferior de la mordaza y apretar la mordaza tal que, la fibra quede firmemente detenida entre las dos abrazaderas. La pretensión, puede, ser eliminada del registro en la carta ajustándola a cero, si se desea.
- 6.- Marcar la carta para designar la posición de la cruzeta de referencia.
- 7.- Arrancar el instrumento de prueba, extender la fibra a un punto "F" no -- excediendo la porción de la línea recta de la curva de carga-elongación de -- la fibra. Entonces invertir inmediatamente la cruzeta y regresar a la separación original de la mordaza. Extrapolar la porción de la línea recta de la -- curva resultante de la carga a el cero del eje de la carga (a, fig.2).
- 8.- Usando el punto a, figura 2, expresar la longitud no rizada, calculando, la distancia de la cruzeta móvil requerida para extender la fibra de la marca que se indica en "b" "a" mas 2% de su longitud no rizada, esto es, la distancia de movimiento de la cruzeta desde a hasta e = 0.02
- 9.- Arrancar el instrumento de prueba, extendiendo la fibra 2% de su longitud no rizada y parar la cruzeta "marca" "a" "b", Fig. 2)
- 10.- Esperar 60 segundos, tiempo durante el cual el esfuerzo decae (b-g, figura 2).
- 11.- Invertir la dirección del movimiento de la cruzeta y relajar la fibra a la misma razón de la cruzeta móvil usada en el ciclo de extensión, hasta que

la longitud inicial sea nuevamente obtenida (g-c-a, figura 2).

12.- Esperar 180 segundos.

13.- Invertir la dirección del movimiento de la cruzeta y extender nuevamente la fibra a la longitud inicial (a-x, figura 2).

14.- Repetir el procedimiento de 5 a 13, en fibras adicionales hasta tener, el número requerido de pruebas.

15.- Repetir el procedimiento de 5 a 14, con la excepción de extender, inicialmente la fibra un 5% y 10% (si la extensión al rompimiento es mayor del 10%, omitir este paso).

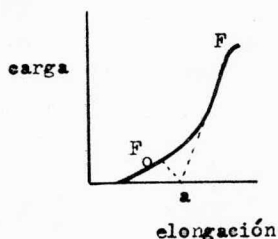


Fig. 1

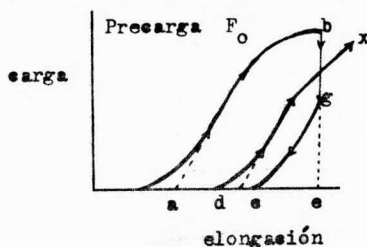


Fig. 2

Cálculos:

1.- Extrapolar las porciones de la línea recta de la curva "b" y "a-x" al -cero de la carga para definir los puntos "a" y "d".

2.- Determinar la longitud "ad" y "ae" en unidades de la carta. Calcular la deformación permanente usando la ecuación:

$$\text{Porcentaje de deformación permanente} = (ad/ae) \times 100$$

3.- Calcular la deformación en porcentaje usando la ecuación:

$$\text{Porcentaje de deformación recuperada} = 100 - \text{porcentaje de la deformación permanente} \text{ ó}$$

$$\text{Porcentaje de deformación recuperada} = (de/ae) \times 100$$

4.- Con un planímetro, determinar el área cubierta por "ecg" y "abe" figura 2.

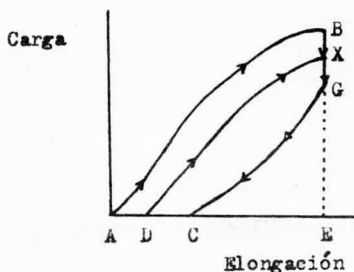
Calcular:

$$\text{Porcentaje de trabajo recuperado} = (ecg/abe) \times 100$$

APENDICE B

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES ELÁSTICAS DE FIBRAS NO RIZADAS.

- 1.- Calibrar el sistema de carga. Seleccionar un rango de carga tal que la porción de la curva de carga-elongación utilice al menos 50 % del eje de la carga en la carta.
- 2.- Colocar la cruzeta para la longitud de prueba de la muestra.
- 3.- Ajustar la velocidad de la cruzeta móvil de tal forma que la razón de extensión de la muestra sea 10 %/min.
- 4.- Ajustar la velocidad de la carta tal que la porción de la curva utilice al menos 2 in del eje de elongación.
- 5.- Poner una muestra en las abrazaderas tal que el eje de la muestra coincida con el eje de la carga, y la muestra no esté floja después de apretar las abrazaderas.
- 6.- Arransar el instrumento de prueba, elongar la muestra 2 %, y detener - la cruzeta (A-B).
- 7.- Esperar 60 segundos (B-G).
- 8.- Invertir la dirección de movimiento de la cruzeta y relajar la fibra, a la misma razón de la cruzeta móvil usada en el ciclo de elongación, hasta tener nuevamente la longitud inicial (G-C-A).
- 9.- Esperar 180 segundos.
- 10.- Invertir la dirección de movimiento de la cruzeta y elongar nuevamente la fibra (A-D-X).
- 11.- Repetir el procedimiento descrito, desde 5 a 10 en muestras adicionales hasta que se pruebe el número requerido de muestras.
- 12.- Repetir el procedimiento de 5 a 11, excepto que la muestra se extenderá inicialmente 5 % y 10 %.



Calculos:

Si los puntos A y D, no estan claramente definidos debido a dificultades operacionales, extrapolar la porción recta de las lineas A,B y X,D en el -
cero del eje de carga, y poner los puntos A y D como de intersección, res-
pectivamente.

Determinar la longitud AD y AE en las mismas unidades de la carta. Calcu-
lar:

$$\text{Porcentaje de deformación permanente} = (AD/AE) \times 100$$

$$\text{Porcentaje de deformación recuperada} = (DE/AE) \times 100$$

Determinar las áreas cubiertas por ECG y ABE y calcular:

$$\text{Porcentaje de trabajo recuperado} = (ECG/ABE) \times 100$$

CAPITULO V

IDENTIFICACION DE FIBRAS

Debido a que las fibras poseen propiedades físicas y químicas bien definidas es posible su identificación.

Los procedimientos que se emplean para la identificación de los principales tipos de fibras y de las fibras estrechamente relacionadas son:

- a) La espectroscopía infrarroja
- b) La cromatografía gaseosa y
- c) El análisis término diferencial.

Por medio de estos métodos el resultado se obtiene en un gráfico inscrito en una hoja de papel de registro, lo cual permite que se construya un catálogo de los gráficos de las fibras conocidas, para que después éste sea utilizado para comparar el gráfico que haya sido obtenido de una muestra que está siendo identificada, con los gráficos del catálogo para poder identificar de qué fibra se trata.

El método más clásico y sencillo de identificación, es el analítico, que sigue siendo confiable ya que los métodos enunciados anteriormente se pueden complementar en casos especiales con el analítico.¹¹

En el caso de que las propiedades químicas entre miembros de un mismo tipo estén estrechamente relacionadas, se debe medir una serie de propiedades, de las fibras, esperando que alguna de ellas sea característica de la fibra en particular.

METODO ANALITICO

PREPARACION DE UNA MUESTRA PARA EL ANALISIS.

Antes de realizar las pruebas para la identificación de la fibra es necesario realizar los siguientes pasos:

1.- Eliminación de colorantes.

Para la eliminación de colorantes, antes de emplear condiciones drásticas se realiza un tratamiento reductor, en condiciones casi neutras. Muchos colorantes azoicos, se eliminan hirviendo la muestra.

Agentes reductores.

Reducción neutra.- Se coloca la fibra en 10 cc. de una solución caliente de-

agua que contenga dos gotas de amoníaco de densidad de 0.88 y 0.5 g de hidrosulfito sódico. Se lleva la solución a ebullición y se continúa calentando - ésta suavemente hasta una decoloración completa. Se lava la muestra en abundante agua caliente y se seca.

Por ebullición con hidrosulfito sódico (al 5%).- Conteniendo hidrosulfito sódico (1%), se eliminan muchas clases de colorantes, y es probablemente el agente decolorante más empleado, pero no es adecuado para fibras animales ó acetato de celulosa. La adición de un 15% de butil carbitol (2-(2butoxi-etoxi) etanol) es útil en el caso de colorantes muy difíciles de eliminar.

Sulfoxilato sódico-formaldehído (Formosul).- Una solución a ebullición conteniendo aproximadamente el 2% de formosul y 0.5% de ácido acético es útil para los tejidos de acetato de celulosa.

Disolventes.

Piridina.- Una extracción en Soxhlet con piridina pura, en solución acuosa - al 20%, elimina completamente muchos colorantes directos y dispersos.

Dimetil-formamida.- La extracción en Soxhlet elimina muchos colorantes azoicos y algunos colorantes tina de la celulosa.

El monoclorobenceno puede también usarse a temperaturas no superiores a los 100 °C para eliminar colorantes dispersos de las fibras de acetato de celulosa. La extracción Soxhlet elimina muchos colorantes dispersos de las fibras de poliéster.

El cloruro de metileno (1 vol)-benceno (1 vol).- A temperatura ambiente elimina muchos colorantes dispersos, aunque pueden ser necesarias aplicaciones repetidas.

O-Clorofenol.- Al someter a ebullición las fibras en presencia de o-clorofenol se eliminan colorantes a la tina y azoico. La eliminación se facilita si las fibras de celulosa se hinchan por ebullición en urea acuosa al 10%, durante un minuto. El o-clorofenol es un disolvente del nylon, Debe tenerse mucho cuidado en el uso de esta substancia.

Acidos.

El ácido acético al 5% a ebullición elimina los colorantes básicos.

Alcalis.

El amoníaco al 1% (densidad 0.88) a ebullición elimina los colorantes ácidos

Agentes oxidantes.

El hipoclorito sódico (0.1 N) a temperatura ambiente y un pH de 10-11, ajustado con sosa cáustica si es necesario, no daña las fibras celulósicas. Su u

so viene restringido, no obstante, y generalmente puede obtenerse mejores resultados con hidrosulfito alcalino

El hipoclorito sódico (0.04 N) acidulado con ácido acético ó sulfúrico, elimina más rápidamente muchos colorantes a temperatura ambiente, pero el reactivo también ataca rápidamente la celulosa.

El clorito sódico (al 2%) a ebullición, ajustado a un pH de 5 con ácido acético diluído, elimina el negro de anilina, colorantes de azufre y otros tintes. No ablanda la fibra. La adición de un poco de peróxido de hidrógeno a la solución decolorante, reduce la liberación de humos perjudiciales de dióxido de cloro.

2.- Eliminación de gomas, aprestos, acabados, etc.

Almidón.- Trátase con una disolución de una enzima que actúe sobre el almidón a la concentración, tiempo y temperatura recomendada por el fabricante. Lavar en agua caliente abundante.

Gelatina.-

Trátase en una disolución jabonosa al 0.2% a 80 °C durante 30 minutos. Enjuagar abundantemente en agua corriente caliente.

Gomas de cera.- Trátase con un disolvente adecuado, tal como éter de petróleo, seguir el tratamiento con una solución de jabón al 0.5%, carbonato sódico al 0.2% a 70 °C durante 15 minutos. Lavar con agua caliente abundante.

Colas de aceite de linaza.- Para eliminar las colas de aceite de linaza, que se aplican a veces a los hilos de viscosa, se trata durante 15 minutos con una solución al 0.5% de jabón y 0.2% de carbonato sódico a 70 °C. Repetir este tratamiento a ebullición, lavar en agua caliente abundante. En caso de colas muy oxidadas, las fibras deben sumergirse en tricloroetileno durante, 15 minutos, antes del lavado anterior.

Resinas de urea formaldehído y otras resinas de amina-formaldehído.- Hervir, bajo reflujo con ácido clorhídrico (0.02 N) durante 30 minutos. Lavar con agua tibia, y repetir todo el proceso, si la resina no se ha eliminado completamente.

Resinas de melamina-formaldehído.- Trátase con una disolución que contenga - 2% de ácido fosfórico, y 0.15% de urea a 80 °C durante 20 minutos. Lavar con agua caliente.

Petún y naftenatos.- Extraer el material con cloruro de metileno.

Nitrocelulosa.- Extraer el material con acetona.

Cloruro de polivinilo y otros polímeros.- En algunos puede ser imposible eli-

minar el acabado polimérico sin dañar la fibra. Además, debido a que ciertos residuos del polímero pueden estar ligados a las fibras, las pruebas de flotación pueden quedar afectadas por una alteración en la densidad. La solubilidad en algunos reactivos puede también cambiarse. Las fibras frecuentemente se ennegrecen por tratamiento, de manera que las secciones transversales obtenidas por el método de la placa son a menudo demasiado opacas para mostrar suficientes detalles para su identificación.

El cloruro de polivinilo y los compuestos semejantes, pueden con frecuencia, eliminarse ó ablandarse lo suficiente para eliminarlos por calentamiento, en metil-etil cetona ó tetrahidrofurano.

Un tratamiento más suave, menos expuesto a dañar las fibras, es el del ciclohexano. La muestra se suspende en un cesto de tela, preferentemente de acero inoxidable, encima de la superficie del disolvente a ebullición. Cuando está lo suficientemente blando, el exceso de cloruro de polivinilo se raspa para eliminarlo. Cuando se ha aplicado una película gruesa, se debe cortar el polímero tanto como sea posible antes del tratamiento con el disolvente.

Cauchos sintéticos y naturales.- Cortar el exceso de caucho, hervir en nitrobenzeno, y cuando se ablande, raspar el caucho residual de las fibras. Hervir de nuevo hasta que se haya eliminado todo el caucho. Las fibras tienden, a colorearse.

Un método mejor es calentando la muestra en óxido de difenilo a 159-160 °C, durante 2 horas. Se lava la muestra en benzeno y se seca a 100 °C.

El neopreno puede eliminarse adecuadamente mediante un tratamiento con una mezcla de óxido de mesitilo y para-diclorobenceno. Después de un calentamiento suave, la muestra puede rasparse.

Los cauchos de nitrilo pueden tratarse con acetona e hidrocarburos aromáticos ó para-diclorobenceno seguido del raspado.

Acabados de silicona.- La eliminación de los acabados de silicona es difícil debido a que la silicona se polimeriza alrededor de las fibras textiles y es insoluble en disolventes. Es necesario, por consiguiente usar métodos químicos en los que se descomponga la silicona y se elimine en forma de un compuesto soluble.

Una mezcla de carbonato sódico y jabón, usando 5 g por litro de cada uno, eliminará normalmente la silicona suficiente para permitir llevar a cabo una nueva coloración.

La eliminación completa de este tipo de acabado requiere un tratamiento más-

drástico, y en el caso de tejidos de poliéster es muy eficaz una disolución de sosa cáustica al 1% a 90 °C durante 15 minutos. Este tratamiento, que no es adecuado para todas las fibras, eliminaría también algún colorante.

DIFERENCIA ENTRE MEZCLA HETEROGENEA Y MEZCLA HOMOGENEA

Después de que la muestra ha sido preparada para el análisis, se examina la muestra al microscopio en sentido longitudinal con n-decano como aglutinante y en sección transversal para determinar si la muestra es homogénea ó está formada por más de un tipo de fibra, los puntos en que difieren los distintos tipos presentes en una mezcla, y especialmente útiles en este examen son la presencia ó ausencia en algunas fibras de:

- 1.- Escamas, circunvoluciones ó irregularidades de tamaño y forma a lo largo del eje longitudinal.
- 2.- Manojos de fibras y nudos.
- 3.- Algunas ó muchas estrías a lo largo del eje.
- 4.- Partículas de agentes de mateado ó deslustrado.
- 5.- Diferencias de color.
- 6.- Diferencias en la forma de la sección transversal.

La observación, en uno solo de estos puntos, de diferencias entre fibras de una muestra, ó de diferencias en la longitud y el diámetro de la fibra, no implica necesariamente que la muestra sea una mezcla. La presencia de dos puntos diferentes (ó tres, si los dos puntos son los números 4 y 5), es --- prueba suficiente de que hay más de un tipo de fibras.

IDENTIFICACION DE MUESTRAS HOMOGENEAS

Clase de pruebas preliminares por calentamiento.

Se aplica cada una de las tres pruebas dadas a continuación y se clasifica, la fibra, de acuerdo con su comportamiento en las mismas.

Prueba No.1.- Se toma un pequeño manojito de fibras, sostenidas si es necesario con pinzas y se acercan, sin tocarlas, a una pequeña llama no luminosa. Obsérvese si las fibras funden ó se contraen.

Prueba No.2.- Se coloca un pequeño manojito de fibras cerca de un cristal de nitrato potásico en una placa metálica que pueda calentarse. Se eleva la temperatura de la placa metálica hasta que funda el cristal, que lo hace, a una temperatura de 337-339 °C. Obsérvese si la fibra funde ó se carboniza, después de separarla con una aguja puntiaguda.

Prueba No.3.- Se coloca un pequeño manojo de fibras en una llama no luminosa muy débil. Obsérvese si las fibras arden, y nótese el olor que tiene el vapor producido.

COMPORTAMIENTO DE LA MUESTRA			CLASIFICACION
1 AL ACERCAR LA LLAMA	2 EN LA PLACA CALIENTE	3 EN LA LLAMA	
Ni encoge ni funde	Se carboniza por debajo de 337 °C. No funde	Arde fácilmente, con olor a papel quemado, dejando una pequeña cantidad de cenizas (ó a veces con olor a pescado, dejando un residuo esquelético oscuro).	Celulosa ó Celulosa tratada con resinas.
Encoge ó funde en una bola	Funde por debajo de 337 °C	Arde y gotea en la llama	Termoplásticas a baja temperatura
	No funde hasta 337 °C	No arde	Teflon

Exámen de las fibras de celulosa regeneradas.

Tratar las fibras con hidróxido cuproamónico en un portaobjeto y examinarlas al microscopio.

OBSERVACION	LA MUESTRA ES
La fibra se disuelve	Rayón no modificado
La fibra no se disuelve	Rayón modificado químicamente

Exámen del rayón no modificado.

Se sumergen las fibras en parafina líquida y se examina al microscopio en observación longitudinal, con 200-400 aumentos. Cortar secciones y observar su forma

ASPECTO EN EL MICROSCOPIO		LA MUESTRA ES
LONGITUDINAL	SECCION TRANSVERSAL	
Estriada	Serrada	Viscosa de tenacidad media y normal
De forma cilíndrica; posiblemente, con una pequeña estriación	Redonda ó de alubia	Viscosa de alta tenacidad

Exámen del Rayón modificado químicamente.

Prueba basada en la presencia de nitrógeno y formaldehído. Obsérvese el color después de colorear con Shirlastain A a temperatura ambiente durante un minuto.

PRESENCIA DE NITROGENO	PRESENCIA DE FORMALDEHIDO	COLOR EN SHIRLASTAIN	LA MUESTRA ES
Positiva	Positiva	Amarillo a marrón	Acabado con amino-aldehído
Negativa	Positiva	Rosa	Reticulación con formaldehído como tejido ó fibra.

Prueba para el nitrógeno.

Experimento con cal sodada.- Poner algunas fibras en un tubo de combustión-pequeño y cubrir las con cal sodada. Colocar un tapón de algodón ó lana de vidrio en la boca del tubo para evitar salpicaduras. Calentar fuertemente el tubo y probar el vapor con papel de tornasol húmedo. Si el vapor es fuertemente alcalino contiene amoníaco y la fibra tiene nitrógeno.

Prueba para formaldehído.

Prueba del ácido cromotrópico.- Se prepara un extracto de las fibras hirviéndolas durante 3 minutos con ácido sulfúrico 0.1 N. Se enfría y filtra la solución añadiendo a un mililitro del extracto 3 mililitros de ácido sulfúrico concentrado y un mililitro de ácido cromotrópico al 0.2% y se calienta la solución a 60-70 °C durante 10 minutos. En presencia del formaldehído se produce un color rojo violeta oscuro.

Shirlastain.

Humedecer la muestra a fondo y lavarla sin el agente humectante. Sumergirla en el colorante a temperatura ambiente durante un minuto. Lavarla en agua -

fría abundante y comprimirla entre dos papeles de filtro dejándola secar lentamente.

Exámen de las fibras termoplásticas a baja temperatura

Las fibras termoplásticas a baja temperatura se encuentran en uno de los cuatro grupos siguientes:

- Sin cloro y sin nitrógeno
- Con cloro y sin nitrógeno
- Sin cloro y con nitrógeno
- Con cloro y con nitrógeno

1.- Examinar una muestra para dictaminar la presencia de NITROGENO. Aplíquese la prueba de cal sodada (ya descrita)

2.- Coaprobar la presencia de CLORO en la muestra. Aplíquese la prueba de -- Beilstein.

Ensayo Beilstein.

Calentar un alambre de cobre en un mechero Bunsen, hasta que desaparezca, la coloración verde. Se retira el alambre de la llama y se tocan las fibras, con el extremo caliente, de tal manera que algunas se adhieran a él.

Introducir de nuevo el alambre en la llama. La presencia de cloro en la fibra es denunciada por el color verde de la llama.

SIN CLORO Y SIN NITROGENO

PRIMER REACTIVO DE LA SERIE EN EL CUAL SE DISUELVE LA MUESTRA	LA MUESTRA ES
Acetona acuosa al 70% v/v	Acetato de celulosa secundario
Acido acético glacial	Triacetato de celulosa
Acido clorhídrico 5N a 65 °C	Alcohol polivinílico
Xileno comercial a ebullición	Poliiolefinas
Insoluble en todos estos disolventes	Poliéster

Pruebas discriminatorias

Acetato secundario de celulosa y triacetato de celulosa:

Para distinguir entre acetato de celulosa secundario y triacetato de celulo-

sa, se hierve la fibra durante 20 minutos en una solución de carbonato sódico al 2%, se lava en agua, y entonces se colorea a ebullición durante 5 minutos en una solución al 1% de un colorante directo, por ejemplo, Negro Rápido Directo D, y se lava con agua fría. El triacetato de celulosa no se tiñe; el acetato de celulosa secundario aparece fuertemente teñido. El triacetato de celulosa puede encontrarse también en una forma ligeramente saponificada.

Alcoholes polivinílicos.

Las fibras endurecidas con formaldehído (tenacidad normal) dan una prueba positiva para el formaldehído (ya descrita), pero las fibras endurecidas -- con benzaldehído y las de alta tenacidad 45 g/tex, dan un resultado negativo.

Las fibras endurecidas con benzaldehído se disuelven en ácido clorhídrico - 5N a 65°C.

Exámen de poliolefinas.

Las poliolefinas son las únicas fibras, excepto los tipos huecos producidos especialmente, cuya densidad es menor a 1; así, las fibras de poliolefinas, flotan en el agua. Para esta observación el agua deberá contener un agente-humectante.

Determinar el punto de fusión de la fibra y su densidad.

PUNTO DE FUSION	DENSIDAD	LA MUESTRA ES
110-120 °C	0.92	Polietileno, polimerizado a alta presión
135 °C	0.95	Polietileno, polimerizado a baja presión
163-168 °C	0.90	Polipropileno

Temperaturas de contracción y puntos de fusión de las fibras

La temperatura de contracción y el punto de fusión pueden medirse convenientemente usando un bloque de cobre en forma de L que se usa en forma invertida (7). La parte superior es hueca para servir de soporte a las fibras, y con un agujero para un termómetro. La forma del bloque de cobre permite, -- que la parte saliente de la L invertida pueda ser calentada en una llama -- Bunsen sin que los gases calientes lleguen a las fibras.

Estas se colocan en la hendidura, calentándose el bloque lentamente, y la temperatura a la cual las fibras se contraen ó reblandecen pueden observarse entre límites muy estrechos.

Los factores que afectan el punto de fusión, son: el contenido de humedad de la fibra, el que la fibra esté en el aire ó suemergida en silicona ó en un tubo cerrado, la velocidad de calentamiento, y la presencia de cualquier aditivo incorporado durante la manufactura.

Medida de la densidad de las fibras.

En un líquido de igual densidad que un material, éste tiende a no subir a la superficie ni a bajar al fondo. Las densidades de los líquidos se determinan fácilmente, y por consiguiente, si se prepara una serie de líquidos de densidades graduadas, la densidad de la fibra viene dada por la del líquido en el cual permanece suspendida. Los acabados, tales como los inarrugables e impermeables por ejemplo, falsearía el experimento, y deben, por lo tanto eliminarse, si es posible antes de llevar a cabo la prueba.

Una aplicación particular de este principio es la "probeta de gradiente de densidad". Este aparato puede hacerse con una probeta con tapón de 500 ml., para trabajos de identificación. Con la mayor parte de las fibras, los líquidos adecuados para el gradiente son el xileno seco (p. esp. 0.90) y pentacloroetano seco (p. esp. 1.47). El tubo se llena con estos, de la siguiente manera: primero se deja caer 50 ml. de pentacloroetano en la probeta; -- después se añade sucesivamente 50 ml., de las siguientes mezclas en orden decreciente de contenido de pentacloroetano: 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, -- 50/50, 40/60, 30/70, 20/80, 10/90 en volumen pentacloroetano-xileno. Finalmente, se añade 50 ml., xilol en la parte superior. Después se deja la probeta durante 1 ó 2 días se encontrará que, por difusión, se escalonan los niveles en el gradiente de densidad.

La densidad se calibra con algunos flotadores pequeños de vidrio, de 2-3 ml., de diámetro, de densidades graduadas entre 0.9 a 1.7. Se calibran externamente, encontrando líquidos en los cuales se mantiene cerca de la superficie y midiendo las densidades de los mismos por cualquier método corriente.

Para la medición de fibras homogéneas, se prepara una muestra atando algunas fibras en un pequeño manajo, al cual se le cortan los extremos cerca de el nudo. El manajo se pone en un tubo de ensayo con algunos mililitros de xileno, y se hierve durante 2 minutos para secar las fibras y quitar el aire de la masa. El manajo se coge entonces con unas pinzas y se pone inmediatamente en el tubo de gradiente de densidad. Al cabo de unos 30 minutos las fibras generalmente se habrán situado muy cerca de su posición final de e--

COMPORTAMIENTO DE LA MUESTRA	LA MUESTRA ES
Propiedades como las de una fibra normal	Nylon ó fibras acrílicas
Elasticidad como el caucho, extensibilidad de un 50% -- por lo menos, y normalmente del 700-800%	Poliuretano

Distinción entre nylon y acrílicas.

Tratar la muestra en un tubo de ensayo con los siguientes productos en el orden dado, usando una muestra nueva para cada prueba.

m-CRESOL A TEMPERATURA AMBIENTE	DIMETIL FORMAMIDA A EBULLICION	LA MUESTRA ES
Se disuelve		Nylon 6, 66
No se disuelve	Se disuelve	Acrílicas

Exámen de nylon.

Someter la muestra en un tubo de ensayo con ácido clorhídrico a los procesos indicados en la tabla. Determinése el punto de fusión.

ACIDO CLORHIDRICO 4N	ACIDO CLORHIDRICO 5N	PUNTO DE FUSION	LA MUESTRA ES
Se disuelve		220 °C	Nylon 6
No se disuelve	Se disuelve	260 °C	Nylon 66

Pruebas discriminatorias

El nylon 66 dá un color oscuro en la prueba de o-nitrobenzaldehído, y el color blanquea lentamente al exponer el papel a aire ó mediante la acción de ácidos diluídos. El nylon 6 dá un color gris ó amarillo en esta prueba.

Ensayo o-nitrobenzaldehído

Préparese un papel de ensayo humedeciendo una tira de papel de filtro en una solución saturada de o-nitrobenzaldehído en hidróxido sódico 2N. La solución no se conserva bien y debe prepararse cuando vaya a ser utilizada en pequeñas cantidades.

Para el ensayo, se piroliza lentamente la muestra en el extremo inferior de un pequeño tubo de ignición, sostenido en posición vertical, y se analizan los vapores poniendo dentro de un tubo una pequeña tira del papel reciente--

mente humedecida con el reactivo. Se lava el papel de ensayo con agua.

Poliuretano.

Observar si el hilo es mono ó multifilamento; examínese la forma de la sección transversal y determíne si el hilo se disuelve en pocos minutos en dimetil formamida en ebullición.

TIPO DE HILO	FORMA DE LA SECCION TRANSVERSAL	SOLUBILIDAD EN DIMETIL FORMAMIDA A EBULLICION	LA MUESTRA ES
Monofilamento	Trapezoidal	Soluble	Virene
Multifilamento	Cacahuete (fusiforme)	Soluble	Licra

Pruebas discriminatorias

El virene se tiñe de verde con el colorante de identificación GDC al 1% en agua, durante 5 minutos a temperatura de ebullición. El licra, se tiñe de marrón.

El licra no se disuelve después de permanecer 24 horas en sosa cáustica al 10% a 50 °C y mantiene la mayor parte de su extensibilidad y elasticidad. El hilo no teñido se vuelve de un color de melocotón durante la prueba. El virene se desintegra en el álcali.

CON CLORO Y CON NITROGENO

Quando se encuentra con este caso se trata de la fibra modacrílica.



ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

En la espectroscopía infrarroja lo que se determina son las frecuencias en las cuales tiene lugar la absorción y se obtiene una representación de porcentaje de radiación absorbida frente a las frecuencias, esto puede ser obtenido gracias a que cuando se hace pasar una radiación infrarroja a través de una substancia, algunas frecuencias son transmitidas y otras son absorbidas. En el exámen de infrarrojo el espectro es determinado principalmente por la constitución química de la fibra y en mucho menor influencia por la fórmula. Cuando se tienen fibras constituidas de diferentes cantidades de monómeros y la diferencia de porcentaje es pequeña de una fibra a otra es difícil distinguir por espectroscopía infrarroja, mientras que si los copolímeros son diferentes se obtendrán los espectros infrarrojos específicos de cada fibra, ya que debido al número y complejidad de las bandas de absorción, el espectro infrarrojo de una molécula dada es característico de ésta.

Procedimiento.

Aunque la técnica de operación instrumental en la identificación de las fibras es la misma que para compuestos orgánicos, la preparación de la muestra es más complicada, la cual es elegida dependiendo de la naturaleza de la fibra.

1.- Técnica de pastilla a presión.

El método consiste en mezclar en un mortero de ágata la fibra finamente dividida con 300-500 mg. de bromuro de potasio pulverizado (puesto que su índice de refracción es de 1.56, se aproxima mucho a el de la muestra en general, y no existan diferencias de índice de refracción entre la muestra y el medio), que pasa a través de un tamiz de 120 mallas y es retenido en el de 200 mallas. Por último, se seca a 400 °C durante más de 2 horas antes de usarla, almacenándose luego en una botella hermética dentro de un desecador.

La muestra se comprime en un pequeño disco de 1 mm. de espesor en una prensa de vacío durante 2 minutos, adecuado, y luego a una presión de 75,000 lb/in² juntamente con el vacío por 2 minutos.

2.- Pasta.

Este tipo de preparación se realiza con sólidos que no permiten otros métodos de preparación.

Las placas que se emplean para reducir a un fino polvo la muestra, se preparan a partir de vidrio de 0.8 cm., de espesor, cortado a un tamaño adecuado.

Entre las paredes de estas placas se coloca carborundo de 200 mallas hasta - producir una rugosidad uniforme, entonces se frotran uno contra otro usando - unas gotas de nujol (debido a que no es volátil y no absorbe radiaciones en - el intervalo de 2 a 15 μ) como lubricante hasta que ya no se obtiene más pol - vo de vidrio. Se forman de esta manera pequeñas áreas planas con bordes cor - tantes sobre la superficie de las placas.

Los hilos textiles ó tejidos se cortan a pequeñas longitudes (de 0.5-2 mm) y éstos se trituran un poco cada vez, añadiendo a intervalos más hilo y nujol. Al preparar esta mezcla se intenta producir una pasta de una consistencia pa recida a la vaselina. Finalmente se separan las placas y se pasa la mezcla a placas de monocristales de cloruro sódico ó cloruro potásico para su exámen - infrarrojo.

3.- Película moldeada con disolventes.

En general, una película moldeada con disolvente da un espectro mejor que el obtenido por otra técnica.

Se hace una solución aproximadamente del 5% de la fibra en el disolvente ca - liente (temperatura por debajo de aquella en que puedan formarse burbujas) . Se vierte la cantidad suficiente para cubrir una superficie de 5 2.5 cm. en una placa de vidrio cuya superficie se ha hecho rugosa con carborundo de --- 400-500 mallas. La mayor parte del disolvente se evapora a una temperatura - suficientemente baja para evitar la formación de burbujas, y cuando la pelí - cula se ha solidificado se calienta a una temperatura más alta, preferente - mente al vacío para eliminar el disolvente que pudiera quedar. La película - se puede separar de la placa de cristal simplemente levantando con una hoja - de afeitar. La dimetilformamida es fuertemente retenida por las fibras acrí - licas, pero se elimina completamente hirviendo la película en agua durante - 1/2-1 hora. En este método es esencial que el disolvente de preparación de - la muestra se elimine completamente.

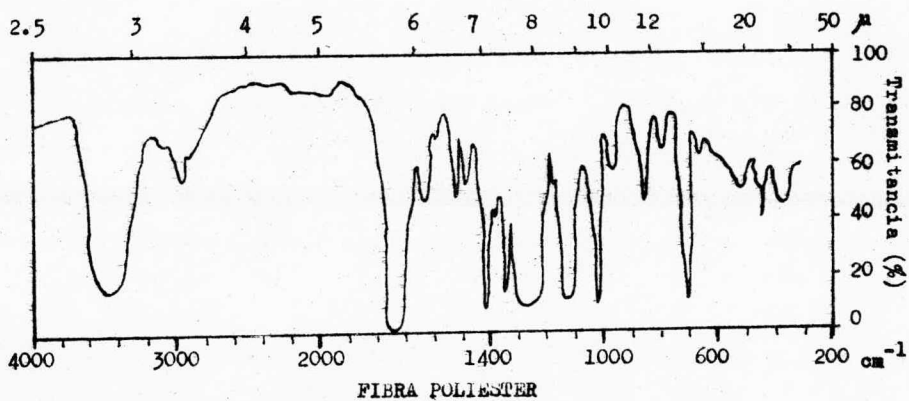
Interpretación del espectro.

El método del infrarrojo depende principalmente en encontrar que el espectro de una substancia conocida de igual forma física sea exactamente igual al es - pectro de la muestra desconocida.

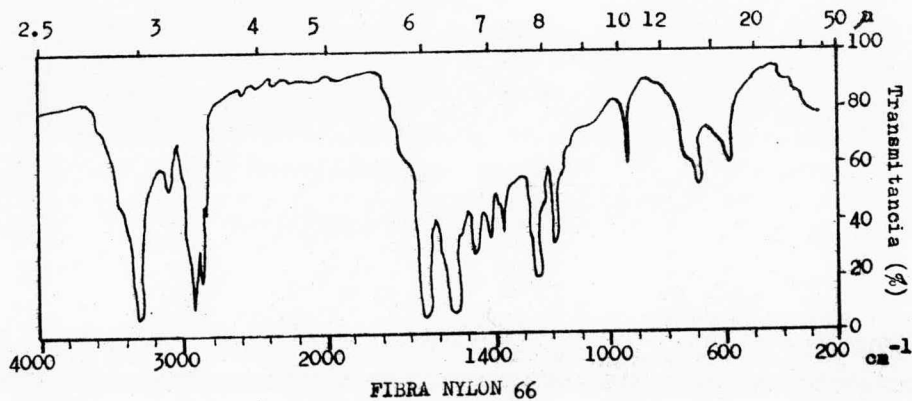
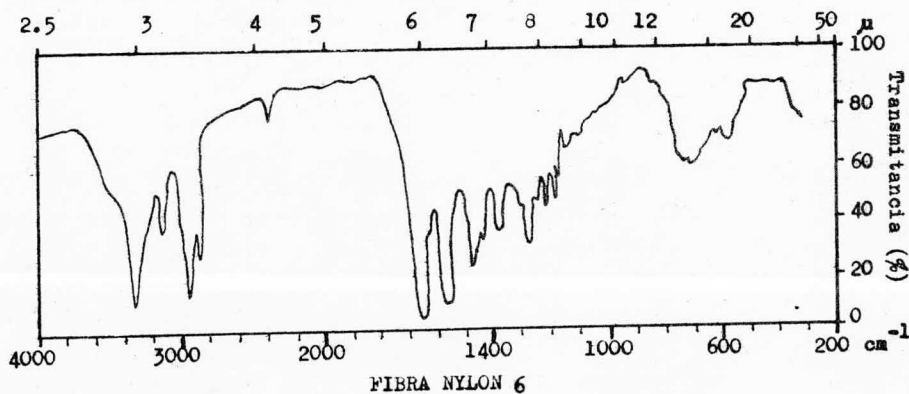
Cuando un laboratorio lleve a cabo normalmente, análisis cualitativos, éste, debe tener, una colección de curvas de absorción de las substancias que cree que va a encontrar.

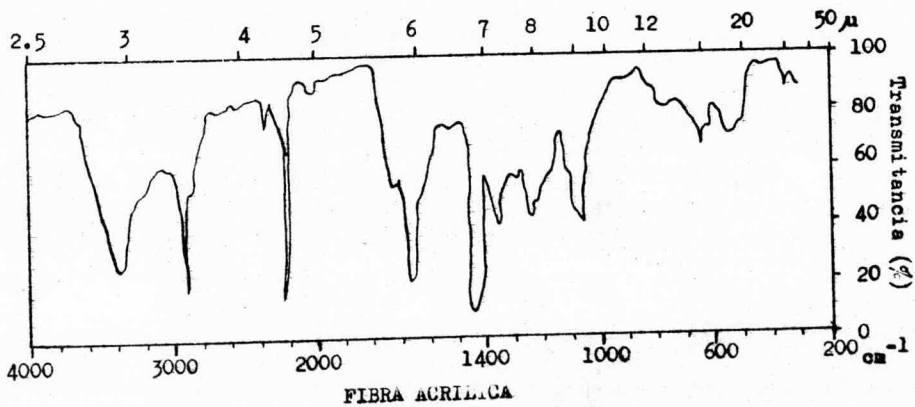
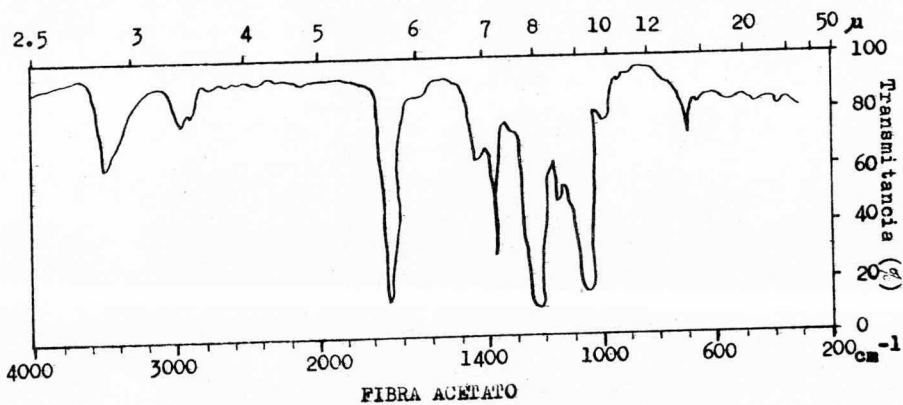
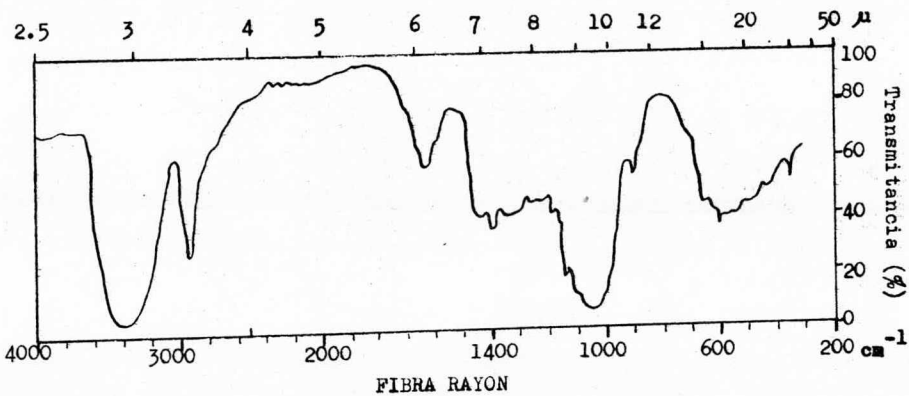
Para esta colección, se prefiere a los espectros registrados en el mismo ins

trumento que los espectros dados en la bibliografía para no tener que hacer ningún descuento para las diferencias del poder de resolución ó de calibración de la longitud de onda.¹⁵ Sin embargo a continuación se muestran los - espectros de algunas fibras para ver como se presentan éstos y como son característicos de cada fibra.¹⁴

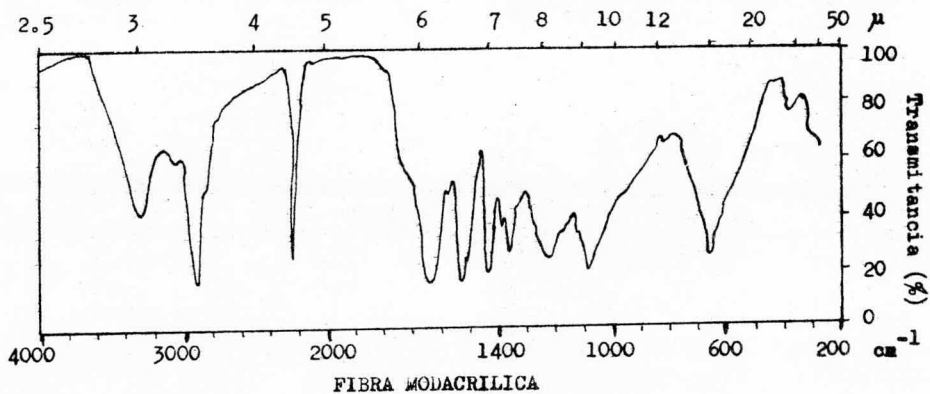


(Avlin, Dacron, Eneron, Fortrel, Kodel, Spestran, Trevira)

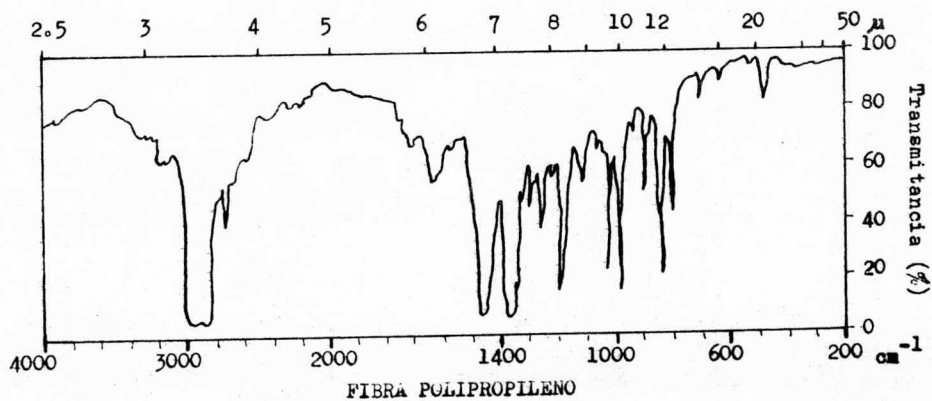
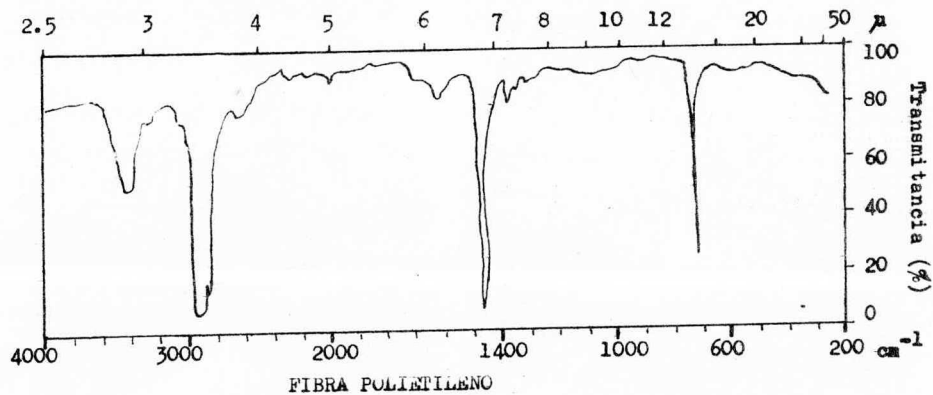


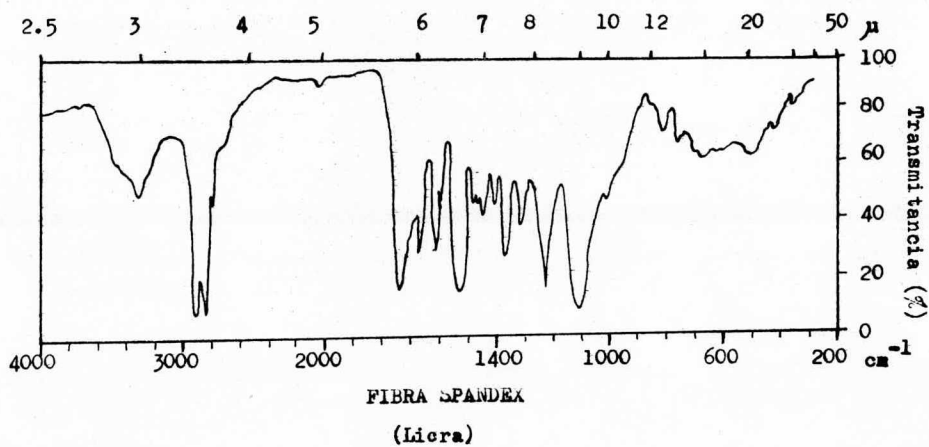


(Acrilan, Creslan, Orlon, Zefran)



(Dynel, Kanecaron, Monsanto SEF, Verel)





Espectros tomados de la sección D 276, del Annual Book of ASTM Standards,
 parte 33.¹⁴

La técnica de cromatografía gaseosa es una forma especial del procedimiento general cromatográfico de separación de una muestra en sus componentes. La separación se obtiene por medio de la distribución de los componentes, vaporizados, entre los dos medios de separación que son: el "medio estacionario", que consiste de un líquido no volátil conocido como fase líquida estacionaria, -- contenido en película delgada sobre una columna de un soporte sólido inerte -- por ejemplo tierra de diatomeas y la "fase móvil", la cual es un gas que burbujea a través de la columna (cromatografía gas-líquido).

Los aparatos que se emplean en la cromatografía consisten en una fuente compuesta de: una fase móvil gaseosa adecuada (nitrógeno, helio y argón), una columna y un aparato para inyectar la mezcla dentro de la columna como gas ó líquido que se volatiliza en una antecámara exterior a dicha columna. La corriente de gas a la salida de ésta se controla mediante un detector adecuado, que indica, cuando salen separados los componentes. Esto se lleva a cabo normalmente de modo continuo de tal manera que se obtiene un registro gráfico de algunas propiedades físicas ó ionización de la corriente de gas a base de --- tiempo.

Aplicación a las fibras.

Para que pueda emplearse la cromatografía gaseosa en la identificación de fibras, es necesario que las fibras sean estables a la temperatura de la columna y suficientemente volátiles. Se considera adecuada una presión de vapor no menor de 2 mm de mercurio. Como los polímeros no cumplen este requisito es necesario estudiarlos indirectamente, pirolizándolos muy rápidamente en una atmósfera inerte, rompiéndose ó dando fragmentos, los cuales son una serie de productos volátiles que sí son posible analizar. Teniendo un amplio control de las condiciones de la pirólisis, los productos volátiles de la pirólisis -- característicos del polímero se obtienen fácilmente y cuando se separan producen un cromatograma característico del polímero. Este cromatograma pirolítico ó pirograma se emplea como una huella digital para la identificación de las fibras.

Pirólisis.

Los aparatos de pirólisis de microreactor ó microhorno son los que dan condiciones de pirólisis más reproducibles y más exactas. En estos aparatos la muestra (aproximadamente 0.1 mg) se piroliza en una zona precalentada unifor-

amente a 700 °C aproximadamente.

El gas transportador sirve como atmósfera inerte para la pirólisis y lleva los productos volátiles de la misma a la columna cromatográfica para su separación.

Cromatografía.

Una columna cromatográfica para usos generales puede tener aceite de silicona, como fase líquida estacionaria; fases más selectivas incluyen poliésteres. La elección eficaz de la fase líquida estacionaria y la temperatura de la columna dependen de los componentes a separar y de la separación requerida. Para propósitos generales será útil una columna de aceite de silicona, a 50 ó a 100 °C. Sin embargo, en condiciones de pirólisis rápidas los productos tienen una elevada volatilidad, de tal manera que en condiciones isotérmicas de análisis los componentes más volátiles se evaporan demasiado rápido para separarse por completo, mientras que los menos volátiles lo hacen de manera muy lenta. La cromatografía gaseosa a temperatura programada, en la que la temperatura de la columna se incrementa a una velocidad determinada a lo largo de la separación, dará una mejor resolución para los componentes. Se recomiendan programas desde 20 hasta 200 °C (aproximadamente de 3-5 °C/min,) pero las condiciones eficaces dependen de la separación requerida.

Aplicaciones y usos de pirogramas.

Para la identificación de fibras, el pirograma característico ó esquema de productos volátiles de la pirólisis puede usarse de una manera similar a la del espectro infrarrojo.

La forma del pirograma de una muestra depende de la pirólisis y de las condiciones de la cromatografía, como son la temperatura, las dimensiones de la columna, fase líquida estacionaria, soporte inerte, velocidad de flujo, etc. También puede haber ligeras variaciones en distintas partidas de una misma fibra.

Debido a la complejidad de un pirograma y su dependencia de las condiciones, es esencial para un laboratorio construir su propio archivo de pirogramas de referencia, en condiciones conocidas, de tal forma que puedan compararse con éstos una muestra desconocida.

Es recomendable usar el pirograma juntamente con otros ensayos tales como las pruebas de confirmación en cualquier tipo de identificación.

Pirograma.

En seguida se dá a conocer las condiciones de la cromatografía que deben ser

especificadas y un ejemplo de un pirograma:

Aparato: Pye Argon Chromatographa con dispositivo de pirólisis P.A.C.

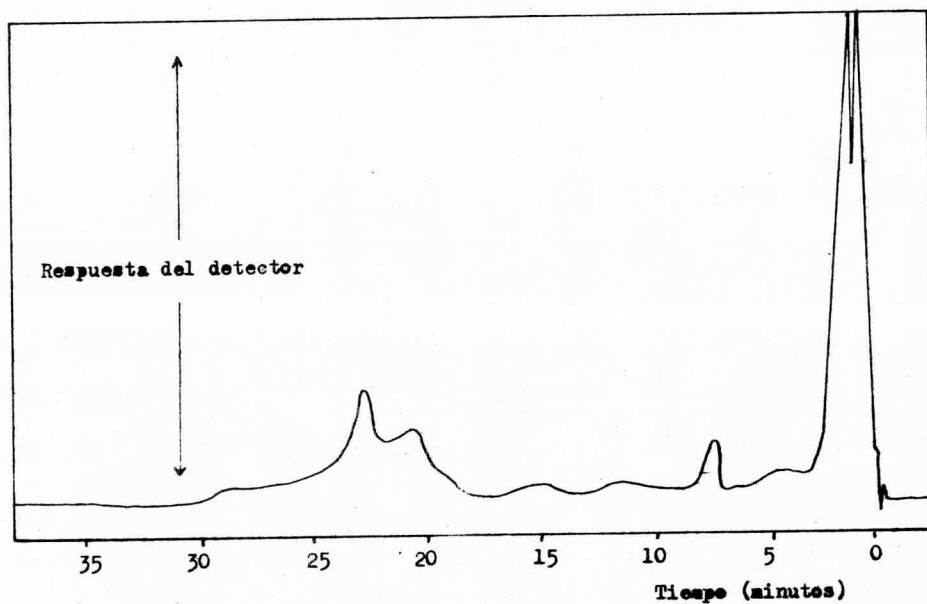
Condiciones de Pirólisis: Muestras pirolizadas a flujo "LENTO" (aproximadamente a 400°C) por 16 segundos.

Condiciones de cromatografía: 1 Columna de 120×0.81 cm. con grasa de silicona MS2211, sobre Celita de 100-120 mallas lavadas con ácido (25%).

Temperatura de la columna: 100°C

Gas transportador: argón.

Velocidad de flujo del gas transportador: 30 ml/min.



ACRILAN

ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL

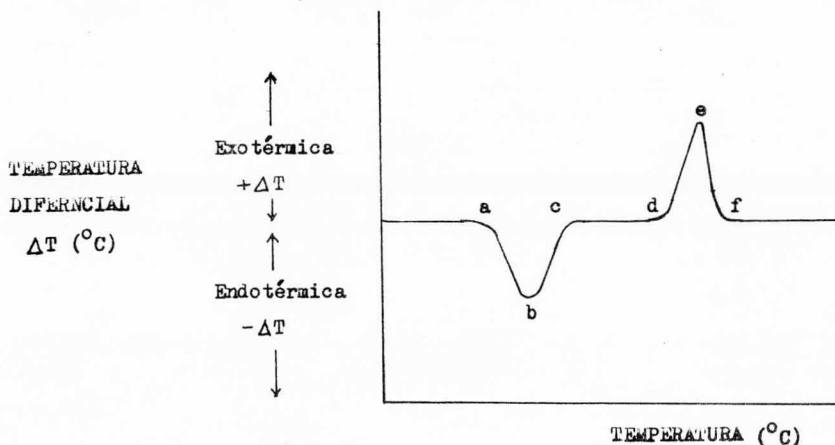
Al ser calentados los materiales amorfos, no sufren un cambio brusco, sino que se reblandecen ó pierden su dureza, la temperatura a la cual se inicia esta transición se conoce como "temperatura de transición vítrea, T_v ". Se presentan únicamente pequeños desplazamientos de los átomos en la cadena del polímero antes de llegar a la temperatura de transición vítrea, y después de ésta se presentan movimientos de segmentos completos de la cadena.

Como a esta temperatura se presentan cambios de índice de refracción, conductividad térmica, volúmen específico y consistencia del material, es posible determinar la temperatura de transición vítrea.

El análisis térmico diferencial (ATD) es un método por el cual se detecta la temperatura de transición vítrea, liberación de humedad, cristalización del polímero, fusión y procesos irreversibles de descomposición ya que producen la absorción ó desprendimiento de calor, y este método determina su cuantificando las diferencias de temperaturas alcanzadas entre una muestra y un producto termoestable, cuando éstas son calentadas simultáneamente, programando una velocidad de aumento constante de temperatura.

La temperatura diferencial, ΔT , se mide como una función de ambas temperaturas de muestra y referencia, T , por medio de dos termopares ó termistores conectados en serie, uno a la muestra y otro en el material de referencia. --- Cuando la muestra no experimenta cambio ó reacción, ambos materiales tienen, la misma temperatura, y ΔT es cero, pero, si se provoca una transformación se produce una diferencia de temperatura, la cual alcanza un valor cero cuando se completa la transformación.

En la práctica ΔT se registra automáticamente como función de la temperatura ó del tiempo, dando una curva ó termograma caracterizado por la aparición de picos que representan las variaciones frente al estado térmico estacionario, y que corresponden, a las distintas transformaciones que la muestra ha experimentado; la naturaleza de las medidas hace posible distinguir las transformaciones endotérmicas y exotérmicas; las endotérmicas son normalmente representaciones de los picos hacia abajo, mientras que las exotérmicas se muestran como flexiones hacia arriba en la curva de un análisis térmico diferencial hipotético que se muestra en la gráfica.



Pico a b c : Transformaciones endotérmicas.

Pico d e f : Transformaciones exotérmicas.

Temperatura en b y e : Temperaturas de los picos.

En el campo textil, los cambios exotérmicos y endotérmicos observados son reproducibles y característicos únicamente en determinadas materias, por lo que la curva ATD puede emplearse para identificación.

Métodos.

Los instrumentos modernos de ATD son de manejo sencillo y proporcionan útiles termogramas de materiales fibrosos presentan una rama potencial de trabajo entre -100 a 1000 °C. La gama de temperatura seleccionada depende, sobre todo, del tipo de la fibra. Para la mayoría de las materias sintéticas, la curva ATD obtenida en el punto de fusión es suficiente para la identificación, pero para las fibras naturales y de celulosa manufacturada, dependen del registro de las reacciones de descomposición que se realizan a elevadas temperaturas. La muestra y el material de referencia se colocan en cantidades que son determinadas por la sensibilidad del instrumento (de 20-25 mgr., generalmente) en un medio adecuado para transferencia de calor de las muestras a los termopares, generalmente un bloque metálico que calienta eléctricamente. Generalmente las velocidades de calentamiento son satisfactorias de 5 a 10 °C/minuto.

La atmósfera es una variable importante en la degradación térmica de los materiales poliméricos. Para evitar interferencia se controlan las reacciones de oxidación, las cuales producen a temperaturas elevadas curvas muy poco defini

das, es recomendable emplear una atmósfera inerte, de preferencia nitrógeno. Identificación.

La curva ATD de una materia sintética dá mucho más datos que la simple identificación.

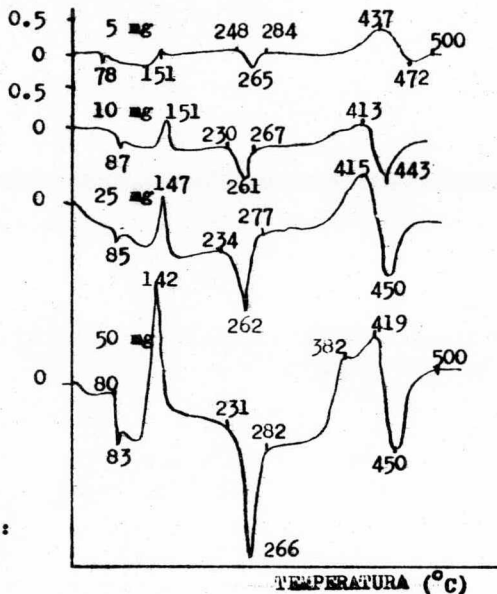
La identificación se puede lograr por:

- 1) Comparación de curvas desconocidas con curvas publicadas.
- 2) Registrando una muestra auténtica en las mismas condiciones para comparar
- 3) Buscando el punto de fusión y otros datos de transición de las fibras sin téticas.

El análisis térmico diferencial es una de las ayudas más importantes para la caracterización de las materias textiles.¹⁹

Se muestran algunos termogramas, en los cuales se puede apreciar que están - en función de variables tales como: preparación de la muestra, tamaño de la muestra, método de empaque de la celda, control de la atmósfera y velocidad de calentamiento.²⁰

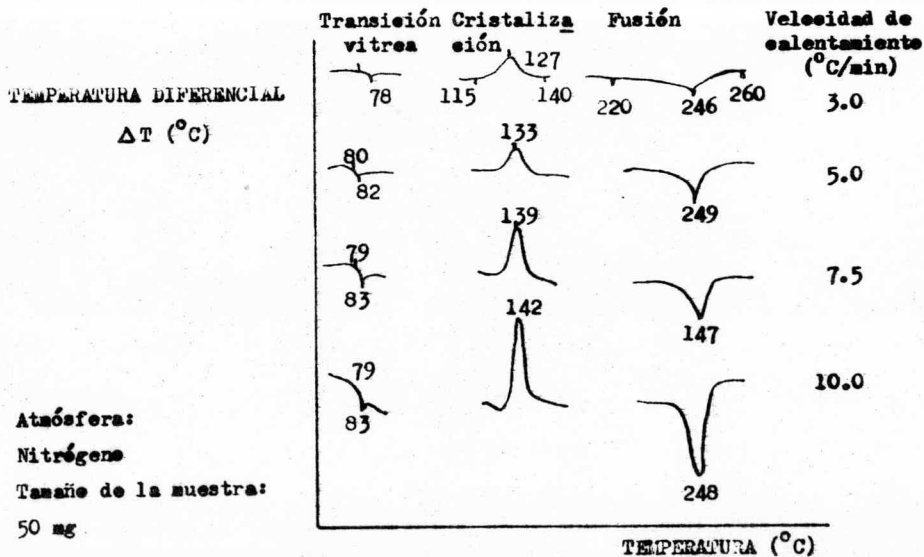
TEMPERATURA DIFERENCIAL
 ΔT ($^{\circ}C$)



Atmósfera:
 Nitrógeno
 Velocidad de calentamiento:
 10 $^{\circ}C/min$

FIBRA DACRON

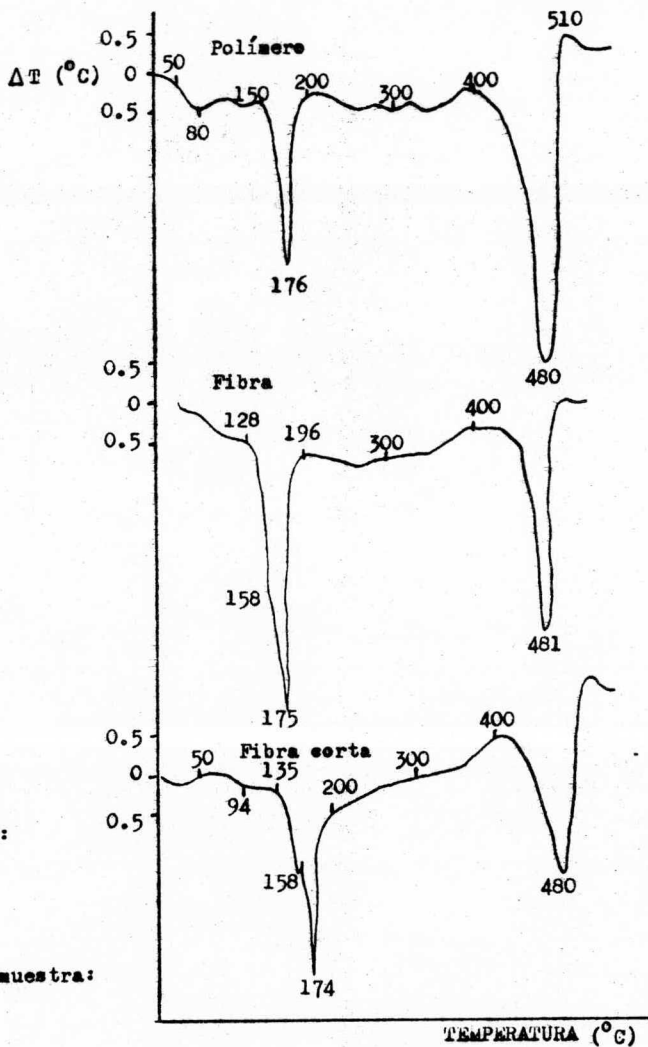
Efecto del tamaño de la muestra



FIBRA DACRON

Efecto de la velocidad de calentamiento

TEMPERATURA
DIFERENCIAL



Velocidad de calentamiento:

10 °C/min

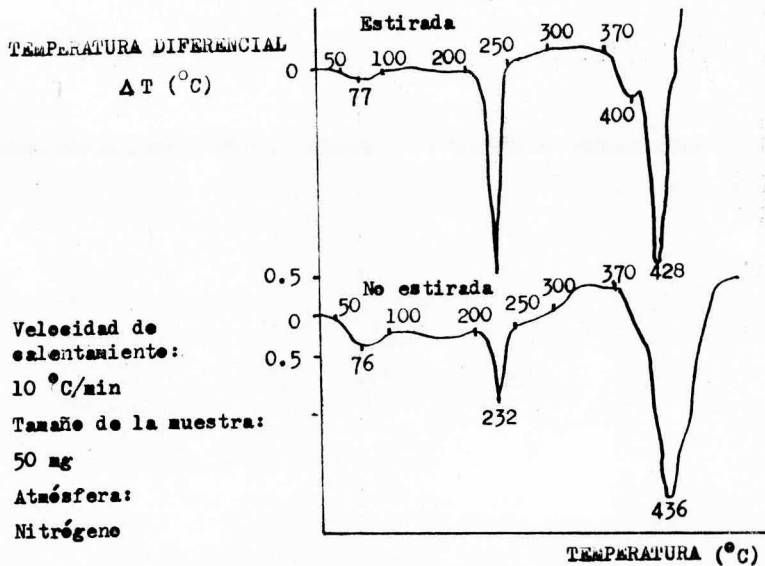
Atmósfera:

Nitrógeno

Tamaño de la muestra:

50 mg

FIBRA DE POLIPROPILENO



FIBRA NYLON 6

BIRREFRINGENCIA

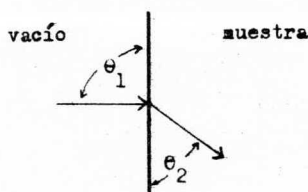
Otro método de gran ayuda para la identificación de las fibras químicas es el de la determinación de la birrefringencia de las fibra.¹⁴

La birrefringencia (doble refracción) es una propiedad de los materiales anisotrópicos, la cual se manifiesta en el material como un desdoblamiento de un rayo de luz en componentes que tienen diferentes direcciones de vibración, -- los cuales son transmitidos a diferentes velocidades. Las direcciones de vibración de los componentes son en los ejes principales de la materia y los correspondientes índices de refracción (máximo ó mínimo).

Numéricamente birrefringencia es la diferencia entre el máximo y el mínimo índice de refracción.

Se define refracción como la deflexión de la trayectoria de un rayo de luz al pasar diagonalmente de un medio (como el aire) a otro (como el vidrio) en el cual su velocidad es diferente.

Cuando el índice de refracción se refiere a la propiedad del material, el primer medio debe ser el vacío, y el índice de refracción es igual al seno del ángulo del rayo que incide dividido entre el seno del ángulo del rayo refractado.



$$n = \frac{\text{Sen } \theta_1}{\text{Sen } \theta_2}$$

Se muestra la tabla que contiene los datos de birrefringencia de las fibras químicas, la cual es igual a la diferencia algebraica entre el índice de la fibra cuando el plano de la vibración de la luz polarizada es paralela al eje longitudinal de la fibra y el índice de refracción de la fibra cuando el plano de la vibración de la luz polarizada es perpendicular al eje longitudinal de la fibra.

FIBRA	INDICE DE REFRACCION		BIREFRINGENCIA
	Paralelo al eje (E)	Perpendicular al eje (W)	E - W
Poliéster	1.710	1.535	0.175
Nylon 6	1.568	1.515	0.053
Nylon 66	1.582	1.519	0.063
Rayón viscosa	1.547	1.521	0.026
Acetato	1.479	1.477	0.002
Acrílica	1.524	1.520	0.004
Modacrílica	1.536	1.531	0.005
Poliétileno	1.556	1.512	0.044
Polipropileno	1.530	1.496	0.034
Spandex	1.5	-----	-----

MICROFOTOGRAFÍAS

El reconocimiento de una fibra a base de sus caracteres microscópicos es también un método que ayuda a la identificación de las fibras.

Existe una considerable variedad de formas, aún dentro de una misma clase de fibras. Por lo cual el analista deberá familiarizarse con el aspecto que presentan bajo su propio microscopio el mayor número posible de fibras conocidas y así, comparar el aspecto de una fibra desconocida con el de los materiales conocidos, preparados para su exámen en las mismas condiciones.

Se incluyen microfotografías de la apariencia longitudinal y de la apariencia de la sección transversal de algunas fibras, con el fin de ilustrar los caracteres más significativos para la identificación de las fibras.¹¹

Sección transversal, 500X; Longitudinal, 250X.



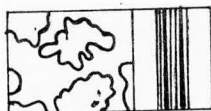
DACRON



NYLON 6



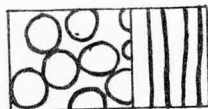
NYLON 66



VISCOSE



ACETATO



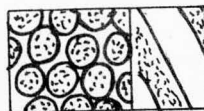
ACRILAN



VEREL



POLIETILENO



POLIPROPILENO



LICRA

Como resumen de la caracterización de las fibras químicas, se dan las propiedades generales para poder apreciar más claramente las diferencias entre ellas y como consecuencia los diferentes usos que se les dan debido a sus propiedades específicas.

FIBRA POLIÉSTER

- Fuerte
- Resistente al estiramiento y encogido
- Fácil de teñir
- Resistente a la mayoría de las sustancias químicas.
- Secado rápido
- Tensa y elástica, ya sea seca ó húmeda.
- Resistente a las arrugas.
- Resistente a la abrasión.
- Capaz de retener pliegues ó dobleces con la aplicación de calor.
- Fácil de lavar.

Las fibras de poliéster se emplean para géneros de cuidado mínimo, tejidos de punto de malla, en mezcla para trajes, trajes sueltos y vestidos, apropiada para prendas de planchado permanente.

FIBRAS DE POLIAMIDAS

- Excepcionalmente fuertes
- Elásticas
- Resistentes a la abrasión
- Lustrosas
- Fácil de lavar
- Resistentes a daños causados por muchas sustancias químicas
- Puede ser teñida en un amplio rango de colores
- Baja absorvancia a la humedad
- Los filamentos proporcionan tejidos planos, suaves y duraderos
- Los tejidos de nylon son de alto calor en peso.

Las fibras de poliamidas se emplean para medias, ropa interior para dama, --- prendas de uso exterior, alfombras, tapicería, lonas, hilos, chalecos salvavidas, encerados y redes.

FIBRA DE RAYON

- Altamente absorbente
- Suave y confortable
- Fácil de teñir
- Versátil y económica

- Los tejidos hechos de fibra de rayón tienen buena drapeabilidad.

Un proceso de estirado, aplicado en el hilado, puede ser ajustado para producir fibras de rayón de extra resistencia. Tales fibras son diseñadas como rayones de alta tenacidad, los cuales tienen cerca del doble de la resistencia, y dos terceras del estirado del rayón regular.

Un grado intermedio, conocido como rayón de tenacidad media es también hecho, y sus características de resistencia y estirado caen equidistantes a las del rayón de alta tenacidad y al rayón regular.

La fibra de rayón se emplea para ropa de uso para mujer, hombre y niño, alfombras, tapicería y cortinas.

FIBRA DE ACETATO

- Apariencia y buen tacto
- Un amplio rango de colores y lustres
- Excelente facilidad para la formación de pliegues y suavidad
- Relativamente secado rápido
- Resistente al encogido, polilla y moho
- Deberá plancharse a temperaturas bajas.

Las fibras de acetato se emplean para ropa de vestir, telas de implemento doméstico, también en mezcla con otras fibras.

FIBRA ACRILICA

- Suave, caliente y alto abultamiento
- Retención de los pliegues planchados
- Elástica
- Secado rápido
- Resistente a la luz del sol, intemperie, aceite y sustancias químicas
- Forma notas

La fibra acrílica se emplea para géneros de pelo imitación piel, cobertores, alfombras, suéteres, pijamas para niño; también se usa para relleno de almohadas, colchonetas, etc.

FIBRA MODACRÍLICA

- Suave
 - Elástica
 - Fácil de teñir
 - Resistente a la abrasión
 - Resistente al fuego
 - Secado rápido
 - Resistente a ácidos y álcalis
 - Forma retentiva
 - Buena resistencia a la formación de motas
- Las fibras modacrílicas se emplean para estambres de pelo para tejidos de punto y telas imitación piel, alfombras, cortinas, pelucas.

FIBRAS DE OLEFINAS

- Capaz de dar un buen tamaño y cubrimiento
- Resistente a la abrasión
- Secado rápido
- Resistente a la deterioración por sustancias químicas, moho y al tiempo
- Sensible al calor
- Fuerte
- Posee un tacto seco y una característica de torcido único (habilidad de absorber desde una superficie y a través de los intersticios del tejido a la otra superficie), lo cual es un factor de confortabilidad, conveniente para la ropa.
- Muy ligeras en peso.

Las fibras olefinicas se emplean para cubrir asientos, muebles para usarse al aire libre, cuerdas marinas, géneros para zapatos y bolsas de mano, tapetes exteriores e interiores, bajo alfombras y arpillera comercial.

FIBRA SPANDEX

- Suave
- Resistente a cuerpos aceitosos
- Fuerte, más durable y más firme que el hule.
- Cuando es usada en costura, el aguja no causa daños ó pequeños cortes con la aguja, comparada con los tipos anteriores de hilos elásticos.
- Al ser estirada repetidamente, recobra su longitud original.
- Estirada por encima de 500 por ciento, no hay rompimiento

- Resistente a la abrasión
- No sufre deterioros por la transpiración, lociones ó detergentes
- La ropa de esta fibra dá libertad de movimiento

Las fibras spandex se emplean para forros de prendas de vestir, trajes de bañó, parte superior de los calcetines de hombre, medias elásticas, hilos dilatables para indumentaria.

APENDICE

Se dá en seguida una lista de revistas especializadas en fibras, que se encuentran en México y en las cuales se pueden encontrar estudios muy específicos sobre el comportamiento, de las fibras químicas.

Journal of Polymer Science

Published by Interscience Publishers

A Division of John Wiley & Sons, Inc., N.Y.

Textil World

Mc. Graw-Hill Publication, N.Y.

Textil Research Journal

Publication Research Institute, N.Y.

Man-made fiber, Fact book

Man-made fiber Producers Association, Inc.

Washington.

Textil Progress

Published by The Textile Institute

Manchester, Inglaterra.

Textil Institute and Industry

Publication Department; The Textile Institute

Manchester, Inglaterra.

Textile Chemist and Colorist

Published for the Association by Howes Publishing Co.

New York.

Journal of the Textile Institute

Published by The Textile Institute

Manchester, Inglaterra.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Fred W. Billmeyer, Jr.
" Textbook of polymer science "
Wiley International Edition, N.Y. (1970)
- 2.- Man-made fibers, Fact book 1978
Man-made fiber Producers Association, Inc.
Washington, D.C. 20036
- 3.- Henry Rakoff y Norman C. Rose
" Química Organica Fundamental "
Editorial Limusa, México (1974)
- 4.- Ernesto Uruta
" Polímeros "
Editorial Anuis, México (1977)
- 5.- Rowland Hill, B. SC., PH.D.
" Tecnología de las fibras artificiales, derivadas de polímeros sintéticos "
Editorial Aguilar, Madrid (1958)
- 6.- Reporte anual de la Asociación Nacional de la Industria Química, A.C.
Instituto Mexicano del Comercio Exterior
- 7.- Isabel B. Wingate
" Los géneros textiles y su selección "
C.E.C.S.A., México (1974)
- 8.- Herman F. Mark. Chairman in Editor
Enciclopedia of Polymer Science and Tecnology
John Wiley & Sons, N.Y. (1972)
- 9.- N. Ashikari
" Journal Polymer Science "
Vol 31, 250, (1958)

- 10.- Mayer, Ludwig
" Métodos de la industria química "
Barcelona, Reverté, (1976)
- 11.- Noree C. Helmbold, Associate Editor
" Textil World Man made Fiber ", Chart 1978
Mc. Graw-Hill Inc. 1978
- 12.- Ibert Mellan
" Industrial Solventns "
Reinhol publishing Corporation, N.Y. (1964)
- 13.- H. Bennett, Editor-in-ehief
" The chemical formulary ", Vol X
Chemical Publishing Co., Inc., N.Y. (1957)
- 14.- Annual Book of ASTM Standard
American Society for Testing and Materials
Printed in Easton, Md., U.S.A. (1978)
- 15.- Dorothy Siegert Lyle
" Performance of Textiles "
John Wiley & Sons, N.Y. (1977)
- 16.- Edited by: H. Bennett, F.A.I.C.
" Coneise chemical and technical dieteriary "
Chemical publishing Co., Inc, New York (1974)
- 17.- Rose W. Padgett, Ph. D.
" Textile chemistry and testind in the laboratory "
Burgess publishing company, N.Y. (1959)
- 18.- I. L. Finar
" Química Orgánica I principios fundamentales "
Editorial Alhambra S.A., México (1974)

- 19.- The Textil Institute, Manchester, England.
" Identificaci3n de fibras textiles "
Editorial Blume, Barcelona (1968)
- 20.- Robert F. Schwenker, Jr., and Robert K. Zucarello
Journal of Polymer Science: parts C
No. 6, 1-16, (1964)
- 21.- AATCC Technical Manual
The American Association of Textile Chemists and Colorists
Published for the Association by Howes publishing Co., Inc., N.Y. (1977)



Impresiones Lupita

MEDICINA No. 25
FRACC. COPILCO UNIVERSIDAD
CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F.
TEL. 548-49-79