

QUIMICA INDUSTRIAL

PUBLICACION CIENTIFICA TECNICA E INFORMATIVA DE LA
ASOCIACION DE QUIMICOS INDUSTRIALES DEL URUGUAY

AÑO X — VOL. III
NUM. 2



JULIO - DICIEMBRE
1957

COMISION DE REVISTA

Director-Redactor Responsable:
Quím. Ind. LUIS C. NEIROTTI

Administrador:
Quím. Ind. OMAR J. ROSSELLI

Cuerpo de Redacción:
Q. Ind. TOMAS BENSE
Q. Ind. ROBERTO DELL'ACQUA
Q. Ind. WALTER DIBARBOURE
Q. Ind. FRANCISCO OLIVERA

Secretario:
Sr. WALTER SUAREZ

Colabora en este número:
Q. Ind. REMIGIO GABIN

Dirección y Administración:
Avda. AGRACIADA 1464 - Piso 13
Montevideo - Uruguay

SUMARIO

EDITORIAL Pág. 49

SECCION CIENTIFICA

LA DETONANCIA — SUS CAUSAS Y EFECTOS — SU MEDIDA Y CONTROL — GENERALIDADES. — Quím. Ind. Luis C. Neirotti	51
PRECURTIDO AL CROMO EN EL CURTIDO CON EXTRACTO DE QUEBRACHO. — Quím. Ind. Humberto Giovambattista (La Plata - Argentina)	74
ESTUDIO TECNOLOGICO DE LA CASEINA COMO MATERIAL PLASTICO. — Nuevo procedimiento. — Ing. Quím. Gregorio P. Maidana (Santa Fe - Argentina)	81
NYLON. — Quím. Ind. José Storace	97
DETERMINACION DEL AZUFRE ACTIVO EN DESTILADOS DEL PETROLEO. — Quím. Ind. César Papa Blanco	112
"QUIMURGIA DEL MAIZ". — Quím. Ind. Jacinto R. Muxi Freccero	116
APORTE AL ESTUDIO DE LOS CURTIENTES NACIONALES (La Corteza de Acacia). — Quím. Inds. Ana María Rivero y María G. Mórtola de Solari	123

INFORMACION GENERAL

El movimiento profesional universitario y sus relaciones con el movimiento estudiantil	126
Bibliografía Química Nacional	133
Noticias Químicas	134
Nuestra carátula	48
Autoridades	48

- ◆ Precio de un ejemplar: \$ 3.00 moneda nacional. Suscripción por volumen de seis números: \$ 18.00 moneda nacional.
- ◆ **Fotocopias y microfilms.** — Se remitirán a requerimiento de los lectores, fotocopias y/o microfilms de los artículos publicados. El precio de los microfilms es de \$ 1.00 por página (en negativo). Las copias fotostáticas se remitirán a \$ 1.00 por página (en negativo). En ambos casos se recargará el costo de franqueo.
- ◆ Esta Revista se remite gratuitamente a los socios, a las publicaciones que mantengan canje regular con ella y a las instituciones científicas nacionales que lo soliciten.
- ◆ SE SOLICITA CANJE, ON PRIE L'ECHANGE, EXCHANGE SOLICITED, PREGIAMO IL CAMBIO, PEDESE PERMUTA.
- ◆ Los apartados se solicitarán al presentar los originales y serán de cuenta de los autores.

La Asociación de Químicos Industriales y la Dirección de QUIMICA INDUSTRIAL no siempre se solidarizan con las ideas y juicios emitidos en los artículos de los cuales son responsables sus autores.

NYLON

Quím. Ind. JOSE STORACE

(Montevideo - Uruguay)

Segunda publicación en la serie de recopilación y puesta al día de datos referentes a las propiedades y usos de las fibras sintéticas

FORMA DE COMERCIALIZACION: Filamento continuo o filamento discontinuo (Staple).

FABRICANTES (U.S.):

Firma		Marca	
Chemstrand Corp.	F. C.	Nylon	(Tipo 66)
E. I. du Pont de Nemours Inc.	"	Nylon	(" 66)
American Enka Corp.	"	Nylon	(" 6)
National Aniline Div., Allied Chemical and Dye Corp.	"	Nylon	(" 6)
American Enka Corp.	F. D.	Nylenka	(" 6)
Industrial Rayon Corp.	"	I.R.C. Type 6	
National Aniline Div.	"	Caprolan Type 6	
E. I. Du Pont de Nemours Inc.	"	Nylon	(Tipo 66)

TITULOS:

Los filamentos de Nylon pueden ser hilados o estirados, de acuerdo a la patente correspondiente, a cualquier dimensión deseada desde menos de 10 micro-

nes (1/2539") hasta varios cientos de micrones, dependiendo de su uso posterior. Para ilustrar, diremos que 100 filamentos continuos o discontinuos, se presentan, dieron las características siguientes:

TABLA I. — UNIFORMIDAD DIMENSIONAL DE FILAMENTOS DE NYLON

Items	45 Deniers Lustroso	195 Deniers "Neophil"	paco
Diámetro promedio (micrones)	18,53	19,97	24,52
Desviación Standard (micrones)	1,00	1,25	1,25
Coefficiente de variación (%)	5,40	6,30	5,10

Las medidas reflejan la extraordinaria uniformidad de la fibra, lo que queda indicado por las bajas variaciones de 5 y 6 contra 8 a 10 por ciento en los rayones más uniformes y de 17 por ciento o más para las fibras naturales tales como la seda y la lana.

dad, así como con diferentes grados de tenacidad. Todo esto contribuye a que se disponga de una gama de tipos capaz de satisfacer gran número de requerimientos textiles.

★

TIPOS COMERCIALES:

Aparte de la presentación en filamentos continuos o discontinuos, se presenta al Nylon, en el mercado, como tipos de lustre o de diferentes grados de opaci-

SISTEMA DE NUMERACION:

Las fibras de Nylon para uso textil son numeradas siempre en Deniers. En los casos de hilados de filamento continuo, el número identificador se compone de

res elementos. Ej. 7/1/200. El primer elemento constituye el título, propiamente dicho, en deniers; el segundo, el número de filamentos que forman el hilado y el tercero, el tipo de filamento usado (en el caso del ejemplo, 200, o sea, semi-opaco, de tenacidad mediana). En este tercer término se conocen, comercialmente, los tipos siguientes:

Tipo 100 — Brillante, de tenacidad mediana.

Tipo 200 — Semi-opaco, de tenacidad mediana.

Tipo 209 — Semi-opaco, de tenacidad mediana con terminación de hilado S-139.

Tipo 300 — Brillante, de alta tenacidad.

Tipo 670 — Opaco, de tenacidad mediana.

Tipo 680 — Opaco, de tenacidad mediana.

HISTORIA:

Los detalles del descubrimiento y desarrollo del Nylon, la primera fibra "totalmente química" fabricada por el hombre, fueron anunciados al Foro del Herald Tribune el día 27 de Octubre de 1938, en la ciudad de Nueva York, por el Vice-Presidente de la Sociedad E. I. du Pont de Nemours, con las siguientes palabras:

"Estoy haciendo el primer anuncio sobre una nueva fibra textil química. Esta fibra textil, es la primera fibra textil orgánica preparada por el hombre, haciendo uso —en forma total— de materias primas del reino mineral. Me refiero a la fibra producida por el nylon. Nylon, una palabra creada por la Compañía du Pont es el nombre genérico para todos los materiales definidos científicamente como amidas polimerizadas por síntesis y capaces de formar fibras con una estructura química proteínica; derivables del carbón, el aire y el agua, u otras substancias, y caracterizadas por una extrema resistencia y la propiedad peculiar de formar fibras u otras formas tales como cerdas y hojas".

La investigación pura y experimental que culminó con el descubrimiento del nylon, fué comenzada bajo la dirección de W. H. Carothers en el año 1928. Su finalidad primaria era el desarrollo de información suficiente sobre productos y

procesos químicos, que pudieran o no ser de valor práctico inmediato.

Luego de dos años de este tipo de investigación, sucedió algo que estaba destinado a tener un enorme valor práctico. Al tratar de separar una muestra de un superpolímetro de cadena larga fundido, del autoclave en que había sido preparado, se notó que el polímetro fundido podía ser estirado en la forma de una fibra larga. Aún, después de estar fría la fibra, podía todavía ser estirada hasta varias veces más su largo original. Este fenómeno no se había observado anteriormente.

A pesar de que esta nueva fibra no era ni muy fuerte ni muy elástica, además de ser ablandada por el agua caliente, de cualquier manera, sugería una posibilidad práctica. Investigaciones posteriores fueron hechas en la dirección de la síntesis de un superpolímero del cual se pudieran conseguir fibras fuertes, elásticas y resistentes al agua. Llegó un momento en que las perspectivas se oscurecieron, de tal manera, que hasta se pensó en suspender las investigaciones.

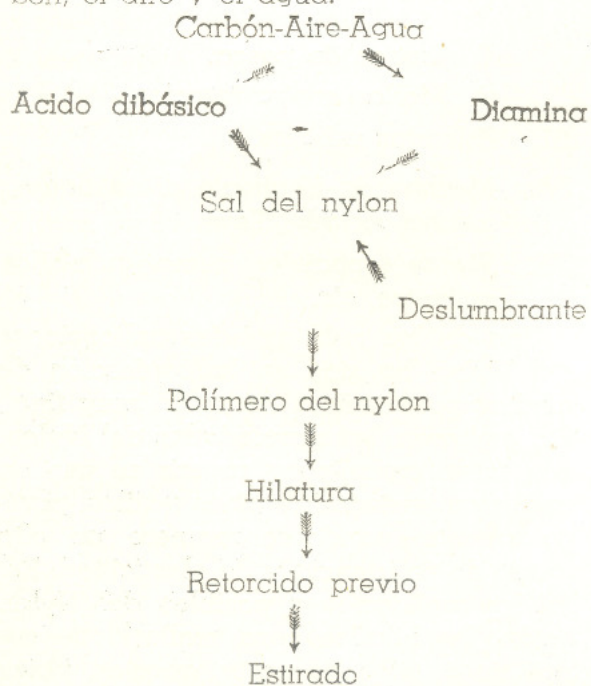
Finalmente, sin embargo, se encontró un super-polímero, de un tipo diferente, conocido con el nombre de "poliamida", del cual se pudieron hilar fibras a mano, fibras que aparecieron con unas características tales que aseguraban el futuro éxito de cualquier nuevo esfuerzo investigador que se realizara. Hubo que hacer la síntesis de cientos de poliamidas antes de obtenerse super-polímeros con las características deseadas; fué necesario investigar fuentes de nuevos materiales para materia prima o materiales intermediarios necesarios para la producción de estos superpolímeros y para descubrirse y desarrollarse métodos prácticos de fabricarlos. Esta nueva familia de materiales fué bautizada con el nombre de "nylon" y fué patentada con la patente americana N° 2,130.948 el 29 de setiembre de 1938. Desde ese entonces, se han registrado un gran número de patentes y de fórmulas sobre estos productos.

La palabra "Nylon" no tiene ninguna significación etimológica, ni las letras son iniciales de ningún producto o proceso. Se pensó mucho en la creación de un nombre genérico y no técnico para las poliamidas y se consideraron cerca de 350 palabras. Dado que los nombres de las fibras textiles de uso común, al-

godón y rayon terminan con las letras ON, y dado que las poliamidas ya empezaban a esbozar una aplicación segura en el campo de los textiles, apareció como deseable, una palabra que terminara en ON. Después de muchas deliberaciones se adoptó finalmente el término NYLON y hoy se le considera un término genérico para este tipo de productos.

Dado que el Nylon no se produce partiendo de uniones celulósicas, su composición y sus propiedades son bastante diferentes del rayon y son más paralelas a las de las poliamidas naturales tales como la seda y la lana.

Materias primas. — Dado que el Nylon no es una poliamida en particular, sino más bien, una familia de poliamidas emparentadas entre sí, es de esperar que se puedan emplear varias materias primas en la fabricación de los varios tipos de nylon. Un tipo en particular, primitivamente llamado "Nylon 66", ha sido el más extensivamente usado para la fabricación de hilados textiles. Se le prepara partiendo del ácido adípico derivado del fenol y la hexametilen-diamina, también derivada del fenol. Se necesita el oxígeno del aire para preparar el ácido dibásico, y el amoníaco para preparar la diamina. Dado que el fenol se deriva, comúnmente, del carbón bituminoso, y de que el amoníaco se prepara sintéticamente haciendo unir el hidrógeno del agua con el nitrógeno del aire, sucede, entonces que el nylon de este tipo particular es derivado del carbón, el aire y el agua.



Retorcido



Apresto



Bobinado



Inspección

PROCESO DE FABRICACION.

Por el método usado en las plantas pequeñas de Wilmington y que se usa en las plantas grandes de Delaware y de Virginia, el nylon, en forma fundida, es forzado a través de la trafila por medio de una bomba adecuada. Tan pronto como el filamento se pone en contacto con el aire frío exterior a la trafila, "se congela", y se hace sólido. Se juntan todos los filamentos que salen de la trafila en un haz de filamentos para formar el hilado el que es arrollado en bobinas adecuadas. La siguiente es una breve descripción del proceso posterior: Por lo general, se le confiere al hilado una ligera torsión para facilitar el manejo y el proceso posterior; luego, se le estira. Por este estiramiento, que se lleva a cabo pasando el hilado sobre y alrededor de cilindros o rodillos que se mueven a diferentes velocidades, las moléculas no orientadas asumen un mayor grado de orientación paralela y los filamentos adquieren propiedades características. Durante esta operación, se le confiere al hilado una torsión un poco mayor. Las operaciones finales de terminación del producto en la planta consisten en: aplicación de un material de apresto, "fijación de la torsión", aplicación de un lubricante textil y bobinado en bobinas adecuadas (conos, carreteles, bobinas paralelas, etc.) a fin de facilitar el embarque y expedición y su uso posterior en la fabricación de prendas tejidas a máquina o en telar.

El control del diámetro o de la finura de los filamentos, expresado a los fines textiles en el sistema del denier, se cumple por medio del control: (1) de la velocidad a que el polímero de nylon fundido fluye por la trafila, (2) por la velocidad con que se le recobra al salir de la trafila (estirado), y (3) por la cantidad de estirado en frío a que es sujeto. Las dimensiones del hilado, después del estiraje, dependerán de su dimensión original y del grado de estiraje en frío. Si

es estirado a 4 veces su longitud original, el hilado estirado será de sólo la mitad del diámetro original.

TIPOS Y PROVEEDORES.

Con el Nylon se pueden fabricar filamentos de extrema finura, en realidad, más finos que los de las fibras naturales. Los diferentes materiales textiles requieren filamentos de muy variadas dimensiones y los hilados de nylon se ajustan entonces a ellos de acuerdo al denier del filamento y al número de filamentos.

En el proceso normal de fabricación, el nylon tiene mucho brillo, pero por adición, previa a la polimerización, de un pigmento opaco —finamente dividido— a la sal en solución se pueden obtener varios grados de opacidad, según se desee. De la misma manera, se pueden preparar hilados coloreados por incorporación de pigmentos adecuados antes de la formación del filamento. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los hilados o las telas de nylon se tienen de la manera usual en los demás textiles.

FORMAS USUALES DEL MERCADO Y PROVEEDORES HILADO EN FILAMENTO DISCONTINUO (STAPLE)

T A B L A II

PROVEEDOR	TIPO	FILAMENTO DISCONTINUO
Amerikan Enka Corp.	Tipo 6 Nylenka	Brillante y semi-opaco. 3 a 15 deniers en longitudes de fibra de 3 a 152 mm. (1/8 "a 6").
E. I. du Pont de Nemours Co. Inc.	Tipo 66	Se puede conseguir todos los tipos de mecha con ondulación o sin ondulación. Brillante o semi-opaco. 1, 5, 3 y 6 deniers cortados en la longitud deseada. También en 15 deniers, brillante y en la longitud que se desee.
Industrial Rayon Corp.	Tipo 6 IRC	Brillante y semi-opaco. 1, 5, 2, 3, 6, 8 y 15 deniers, cortados en la longitud deseada.
National Aniline Div. Allied Chem. Dye Corp.	Tipo 6 Caprolan	De 3 a 15 deniers y en la longitud especificada.

La tabla III, para los monofilamentos va en la página siguiente.

USOS DEL NYLON.

El Nylon se encuentra en el mercado para una gran cantidad de aplicaciones de acuerdo a lo que ya hemos mencionado anteriormente y con las siguientes finalidades:

- I. Hilados de filamento múltiple:
 - a) Hilo de coser.
 - b) Artes de pesca.
 - c) Fabricación de medias.
- II. Monofilamentos.
 - a) Para cerda "Exton" para cepillos de dientes, Proton, etc.
 - b) Para cerda de cepillos de pelo, de ropa, pinceles, cepillos para uso industrial.
 - c) Suturas quirúrgicas.

- d) Líneas de pesca.
- e) Mallas contra insectos.
- III. Películas u hojas.
- IV. Mechas de filamento discontinuo o mecha cortada (Tow).
- V. Piezas especiales como guía-hilos, cojinetes, etc.

Una de las más grandes aplicaciones del Nylon ha sido en la confección de medias para señora de malla muy fina. Sin embargo, las propiedades del Nylon, son tales, como para sugerir su uso en una gran variedad de fines textiles, particularmente cuando se requiere un alto grado de resistencia y de elasticidad. Entre las aplicaciones posibles del Nylon están, los hilados para mallería de varios tipos, telas de vestir, encajes, trajes

TABLA III. — FILAMENTO CONTINUO

TIPO	PROVEEDOR	HASTA 99 den.	100-140 den.	150-200 den.	210-600 den.	600 den. o más	MARCA
66	Chemstrand Corp.	10/1, 15/1, 30/10, 40/13, 50/17, 70/34	100/34	140/68, 200/34	210/34	840/140	
66	E. I. du Pont de Nemours y Co.	*7/1/200, 10/1/200 12/1/200, 15/1/200 15/1/670, 20/7/200 20/7/670, 20/20/209 30/10/100 y 200 30/10/670, 30/26/200 40/1/100 y 200 40/7/200 40/13/100 y 200 40/13/670 40/34/200 50/17/200 50/17/670 60/20/200 70/34/100 y 200 70/34/300 70/34/670 y 680 80/26/200	100/34/200 100/34/300 140/68/100 140/68/200	200/20/100 200/34/100 200/68/200	210/34/300 260/17/300 400/68/100	800/140/100 840/140/300 15,120/2520/300	
6	American Enka	30/8, 40/13 70/16, 70/32			200/32	840/140	NYLENKA
6	National Aniline Co.	70/32		210/32	210/32	840/136, 2.000 α 50.000 según especif.	CAPROLAN

* Las cifras del tercer grupo indican las características físicas del filamento.

de baño, ropa interior y material de tapicería. El hilado de Nylon ha encontrado una amplia difusión comercial en la manufactura de hilos de coser e hilos para pesca. Una aplicación, altamente especializada del hilado de nylon, es la fabricación de telas para paracaídas. Cuerdas de peso muy liviano y de alta resistencia, tales como el hilado "Cable" para cubiertas de automóviles y camiones y cuerdas para uso naval, están hoy en gran uso.

Además de sus aplicaciones de uso textil, las fibras de Nylon tienen un amplio campo de aplicación comercial; como en el caso de las cerdas artificiales de "Exton" para los cepillos de dientes, con una duración de dos a tres veces mayor que las mejores cerdas naturales.

Se usan también otros tipos de cerdas para la confección de cepillos y de pinceles. Cepillos industriales para el estampado de textiles, en la manufactura del papel, lavado de botellas en plantas embotelladoras, aceites, grasas y otras operaciones industriales. La alta resistencia de las fibras de Nylon a muchas sustancias químicas, aceites y grasas le crean un gran campo de aplicación en forma de cerda. En el caso de la industria de los cepillos y pinceles, el Nylon le ha proporcionado a ella el más grande adelanto hecho en muchos años. Además, durante la pasada guerra eliminó completamente el problema de las dificultosas importaciones de cerda natural de los países envueltos en el conflicto.

El último desarrollo en la manufactura de fibras consiste en la fabricación del monofilamento tubular ("tapered") para uso en cerdas. La tubulación se consigue por trafilado en trafiladora especial y se mantiene en las operaciones subsiguientes de estirado. En esta forma se consigue una cerda más suave y que puede ser usada en los pinceles de uso artístico.

Las suturas quirúrgicas con Nylon ya están plenamente adoptadas. Son uniformes, suaves y por lo tanto, menos irritantes a los sensibles tejidos naturales que la tripa natural usada.

PROPIEDADES FISICAS.

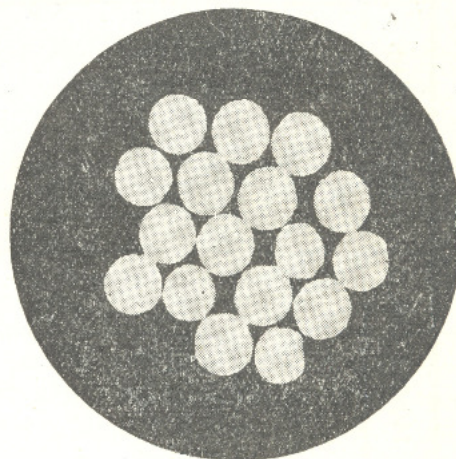
ASPECTO MICROSCOPICO

El aspecto longitudinal del Nylon presenta a los filamentos como muy parejos en su diámetro a lo largo de todo el filamento, suaves y lustrosos como los fila-

mentos del vidrio, sin mostrar ninguna superficie estructural.

Los filamentos opacos muestran las mismas características que los brillantes, excepto la presencia del agente opacante —dióxido de titanio— presente.

Las secciones de las fibras, tanto brillantes como opacas, son circulares y de diámetro muy uniforme. Los contornos son lisos y no presentan indentaciones como en las fibras de viscosa y de acetato. La dispersión del pigmento opacante en el rayon semi-opaco, es similar a la del rayon opaco.



CARACTER ESTRUCTURAL

Las varias poliamidas que forman la familia del Nylon son de estructura cristalina, aunque los cristales individuales sean muy pequeños como para poder ser observados, aún bajo el microscopio.

Esta estructura cristalina ha sido demostrada por varios datos físicos y ópticos, incluyendo los diagramas de difracción de Rayos X, puntos de fusión bien definidos, etc.



INFLAMABILIDAD.

El hilado de Nylon arderá cuando se le ponga en contacto con la llama; primero se funde y luego arde, pero, por lo general, no continuará ardiendo una vez se le separa de la llama. El Nylon, por si mismo, no propaga la llama, en parte porque la parte encendida y fundida tiende a gotear y separarse así del resto del material. Las telas de Nylon pueden

hacerse ininflamables por impregnación con ciertos materiales, aprestos oleosos, colorantes o agentes catalíticos químicos. La parte fundida se solidifica en una perla dura e incolora al enfriarse.

El comportamiento del Nylon frente a la llama es muy similar al de la seda, lana o hilado de acetato. La fibra se funde a los 250° C. (480° F.), y forma un glóbulo vidrioso y luego, según el tiempo que se la mantenga en contacto con la llama, el glóbulo o perla formado se vuelve de un color marrón claro y más o menos transparente, como una perla de bórax o una sustancia alquitranosa. Comparadas con las perlas que se forman en la seda y el rayon de acetato, los glóbulos del Nylon son perfectamente redondos y muy duros. Los glóbulos de acetato son también duros, pero quebradizos, y pueden ser deshechos entre los dedos. Los glóbulos de ceniza de la seda son muy blandos y esponjados y se convierten en polvo al menor contacto. El comportamiento en el quemado es la más simple, y una de las mejores maneras de identificar al Nylon. Cuando los filamentos de Nylon se ponen en contacto con una almohadilla de amianto caliente, se encogen. El olor que da al quemarse es característico y puede ser descripto como un olor a amidas, similar al de las chauchas hervidas.

CALOR.

El Nylon, en ausencia de oxígeno, posee un buen comportamiento frente al calor. En común con otros materiales cristalinos, tiene un punto de fusión bien neto. La temperatura a la cual el Nylon se vuelve líquido depende de la composición química del nylon en particular. Algunos tipos se funden a temperaturas relativamente bajas, mientras otros pueden tener puntos de fusión tan altos como cerca de 325° C. (600° F.). El Nylon textil convencional funde alrededor de los 250° C. (480° F.) o sea a la temperatura usada normalmente para el planchado de las telas finas. Su calor de fusión es del orden de 22 cal. por gramo. El tratamiento con vapor a 100° C. durante 6 días tiene poco efecto sobre su tenacidad, como puede verse por los datos que siguen:

Tratamiento — Valor de Tenacidad	
Std. antes del tratamiento	7,5
10 horas en agua a 99° C. (210° F)	7,0
10 horas en agua a 121° C. (250° F)	7,0

Se entiende por "Valor de Tenacidad" a la relación entre la resistencia promedio después de la exposición (25 determinaciones, Single Instron Test) dividida por el denier promedio de la fibra lavada.

A los 135° C. (275° F.) desaparecen las arrugas no fijadas; a los 179° C. (356° F.) puede aparecer pegajosidad y, por arriba de 229° C. (446° F.) en presencia del aire, empieza el deterioro, como puede apreciarse por las tablas que se muestran a continuación. Al plancharlo, la presión aplicada, el tiempo de contacto y la cantidad de humedad presente, juegan un papel muy importante.

El amarillamiento de varias fibras, debido al calor, ha sido determinado tratando fibras blancas durante 5 horas a la temperatura de 150° C. (302° F.) en aire seco. Los resultados obtenidos han sido los siguientes. Tabla IV - V - VI.

RESISTENCIA A LA RUPTURA.

Las fibras de Nylon estirado poseen una alta tenacidad, alrededor de 5 a 7 gramos por denier secas y 4,4 a 6 gramos por denier mojadas, o sea, que su tenacidad húmeda es de 80 a 90 por ciento de la tenacidad seca a 72 por ciento de humedad relativa en el ambiente al realizarse el ensayo. Para cualquier tipo de Nylon, cuanto mayor sea la tenacidad, tanto más baja será la elongación de ruptura. El Nylon puede ser estirado hasta fibras que, para una dimensión sean más fuertes que las fibras correspondientes de lana, seda o rayon. La resistencia superior a la ruptura de las fibras de Nylon estirado reside, en parte, en el hecho de que las moléculas orientadas, largas, están dispuestas tan cerca unas de otras, que dan lugar al nacimiento de una poderosa fuerza intermolecular, que resiste al deslizamiento de las moléculas cuando se aplica la tensión. Otro factor que contribuye a la alta resistencia del Nylon estirado es la extrema longitud de las cadenas en el filamento de Nylon.

A continuación se ha colocado una tabla con los valores de tenacidad de los dos tipos comerciales de Nylon. Tabla VII.

TABLA IV. — Efecto del calor sobre el Nylon y otras fibras.

Fibra	Coloración
Seda	Marrón
Lana	Amarillo
Nylon	Amarillo claro
Viscosa y Acetato	Amarillo más claro
Algodón	Apenas coloreado

TABLA V. — Efecto del calor en atmósfera inerte sobre Nylon.

Temperatura	Tiempo (horas)	Valor de Tenacidad
149° C. (300° F)	1	7,5
204° C. (400° F)	1	7,5

Determinaciones realizadas en atmósfera de nitrógeno, usando hilado de Nylon N° 840-140-300 y realizando las determinaciones por el Instron Test.

TABLA VI. — Efecto del calor en atmósfera de aire.

Temperatura	Tiempo (horas)	Valor de Tenacidad
121° C. (250° F)	1	7,5
" "	10	7,5
" "	100	5,1
" "	1000	1,7
149° C. (300° F)	1	6,9
" "	10	3,7
" "	100	2,9
" "	1000	Deteriorado
177° C. (350° F.)	1	3,7
" "	100	1,3
204° C. (400° F.)	0,1	5,7
" "	1	2,9

Las determinaciones se realizaron en las mismas condiciones y material que para el ensayo de atmósfera inerte. Se considera al producto como "deteriorado" a las muestras que han quedado demasiado débiles o quebradizas para ser ensayadas.

TABLA VII. — Valores de la tenacidad en el Nylon.

	Tipo 66		Fil. Disc.		Tipo 6	
	Regular	Alta tenacidad	Regular	Alta tenacidad	Regular	Alta tenacidad
a)	4,6 α 5, 8	6,1 α 7,4	4,1 α 4,5	4,5 α 5,1	7,5 α 8,3	Ver nota
b)	4,0 α 5,1	5,3 α 6,4	3,6 α 4,0	4,5 α 5,1	5,4 α 7,1	3,8 α 4,7
c)	3,9 α 5,0	5,1 α 6,2		4,6 α 5,4	Ver nota	
d)	3,9 α 5,1	5,3 α 6,3		4,5 α 5,3	Ver nota	

Los ensayos se realizaron de acuerdo a las siguientes condiciones:

- a) Tenacidad en el standard.
- b) Tenacidad en húmedo.
- c) Tenacidad en loop standard.
- d) Tenacidad en nudo standard.

NOTA: Todavía no hay una completa estabilización de datos sobre el Nylon Tipo 6 debido a su reciente aparición y fabricación por varias firmas. De ese modo, aparecen

variaciones bastante amplias en algunos datos. Así es como se obtienen datos de tenacidad para el filamento discontinuo según la tabla que sigue:

		American Corp.	Enka Ra-National Corp.	Industrial Ra-National Aniline Div.
Tenacidad (gras./den.)		3,5 α 5,2*	4,5 α 5,5*	4,5 α 5,5*
Resistencia	lbs./sq. in.		66, α 80,000	70, α 90,000
	Kgs./cm ²		4640 α 5625	4920 α 5555
Elongación	Standard	23 α 44,7**	30 α 32*	23 α 27*
	Húmedo		31 α 33*	33 α 36
Rigidez (grs./den.)			17*	20*

* Variará de acuerdo al tipo de filamento discontinuo.

** Variará con el denier y el tipo de filamento discontinuo.

Los valores promedios han sido determinados para la tenacidad en el Instron Tester, con 100% de extensión por minuto a 57 % de humedad relativa am-

biente y 21° C. de temperatura. El ondulado de la fibra ("crimping") agrega, por lo general, un 5% al elongamiento.

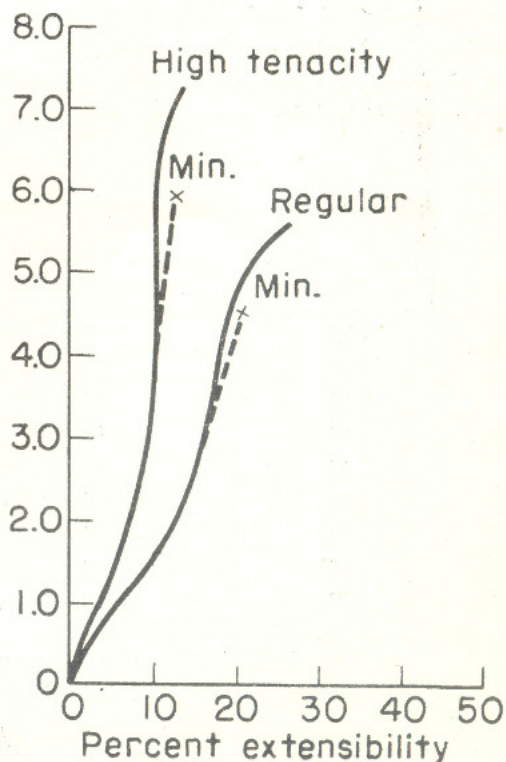
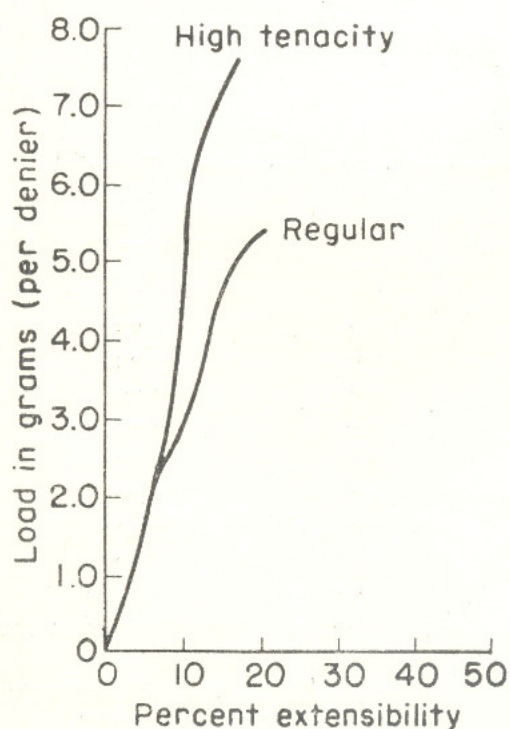
TABLA VIII. — Resistencia a la ruptura de los diferentes tipos

TIPO	Tipo del FILAMENTO	Tipo de la FIBRA	RESISTENCIA	
			Kgs.cm ²	Lbs./sq. in.
66	F. C.	Regular	4710 α 5976	67.000 α 85.000
"	"	Alta tenacidad	6260 α 7590	89.000 α 108.000
"	F. D.	—	4220 α 4640	60.000 α 66.000
6	F. C.	Regular	5130 α 5905	73.000 α 84.000
"	"	Alta tenacidad	7665 α 8440	109.000 α 120.000
"	F. D.	—	4640 α 5625	66.000 α 80.000

Se hacen, en este caso, las mismas salvedades hechas en el caso de la tabla VII (Valores de la tenacidad) con respecto a las fibras de Nylon Tipo 6.

A continuación pueden observarse las curvas típicas de elasticidad de los dos tipos de Nylon.

Filament



ENVEJECIMIENTO.

El efecto del envejecimiento, en ambos tipos de Nylon es prácticamente nulo.

EFEECTO DE LA LUZ.

El hilado de Nylon, como otras fibras textiles, está sujeto a la degradación al ser expuesto a la luz solar. En ambos tipos comerciales (66 y 6) la acción de la luz solar es similar, pero el grado en el cual el Nylon resiste al deterioro por la luz solar dependerá en el tipo y en otros factores, como ser, si se trata de fibra brillante o semi-opaca, el período del año en que se produce la exposición (verano o invierno), la temperatura y la humedad durante la exposición, el espesor del material, si es expuesto al exterior o tras un vidrio y, por último, el tiempo de exposición.

En general, ya se trate de hilados de nylon brillante o semi-pigmentado, su resistencia a la luz es siempre superior a la de la seda en idénticas condiciones. El nylon brillante es equivalente al algodón, cardado o peinado, bajo las mismas condiciones de exposición.

Los muestras de nylon, sin apresto, almacenadas en la obscuridad, a temperatura ambiente normal, no mostraron ninguna pérdida de resistencia durante nueve meses de almacenaje. Las condiciones de temperatura elevada, por encima de 65° C. (150° F.), alterarán ligeramente este comportamiento, como se ilustra por el hecho del almacenaje de nylon brillante en la obscuridad a 65° C. durante 16 semanas y que resultó en una pérdida de resistencia, realmente

despreciable, del orden del 2 por ciento.

La tela de malla tejida con Nylon semi-opaco, almacenada durante dos años y medio en un armario a la temperatura ambiente no mostró ninguna pérdida aparente de elasticidad o resistencia.

Las cortinas de nylon usadas en ventanas de oficinas orientadas al lado del sol no denotaron signos de deterioro al cabo de un año de uso.

La exposición al exterior de muestras comparables de cuerdas de nylon y de manila mostró que ambas sufren una pérdida de resistencia, en una base porcentual, de casi la misma entidad.

Sin embargo, la cuerda de nylon permanece, al final, definitivamente más fuerte luego de un año de exposición continuada a los agentes atmosféricos y reteniendo la misma ventaja porcentual sobre su similar de Manila, tal como tenía al inicio del ensayo.

COMPORTAMIENTO FRENTE A LA HUMEDAD.

PROPIEDADES HIGROSCOPICAS. —

El Nylon es, esencialmente, una fibra seca. Esta particularidad, puede observarse en la Tabla IX.

La ligera variación que existe en la zona de las humedades puede ser debida a diferencias en la temperatura o a otras causas. El bajo porcentaje de recuperación de humedad (Regain) del Nylon, hace a este hilado muy susceptible a la influencia de la electricidad estática. Por lo tanto, al procesar Nylon debe mantenerse la humedad ambiente alta.

TABLA IX. — Porcentajes promedio de recuperación de humedad (Regain) del Nylon.

H. R. %	I	II	III	Promedio
10	0,75	1,4	1,1	1,08
20	1,36	1,9	1,4	1,55
30	1,98	2,4	1,7	2,03
40	2,50	2,9	2,3	2,57
50	3,05	3,4	2,8	3,08
60	3,70	3,9	3,4	3,66
70	4,50	4,7	4,1	4,43
80	5,60	5,5	5,0	5,40
90	6,70	6,7	5,7	6,30

I. A 23° C. (75° F.) según American Laboratory.

II. G. Loasby; Silk and Rayon World, Mayo 1943, p. 33. No

se indica la temperatura a que se realizó el ensayo.

III. Informe Du Pont. Temperatura 23° C. (75° F.). (Año 1943).

Cuando se le moja completamente y luego se centrifuga, el Nylon retiene alrededor del 20 al 25 por ciento de humedad. Para una más completa información adjuntamos datos comparativos de la recuperación de humedad del Nylon y otras fibras de uso común.

Lana	13%
Seda	11%
Rayon Viscosa	12%
Rayon acetato	6,5%
Nylon	3,5%

Los valores anteriores son a: 60% de humedad relativa y 21° C. (70° F.) de temperatura ambiente.

Datos más recientes hacen ascender el valor de la absorción de humedad a los siguientes valores:

H. R. %	Tipo 66	Tipo 6
65	4,5%	4,0 a 5,0%
95	8	8,0 a 8,5

FLEXIBILIDAD.

La flexibilidad del Nylon puede variar-se cambiando el diámetro del filamento, la composición del polímero mismo por incorporación de plastificantes o de endurecientes o por tratamientos posteriores en el hilado o en la tela, tales como el tratamiento por agentes de acción tipo solvente o por el calor seco. En esta forma se puede obtener una gama de flexibilidades que cumpla los requisitos de los innumerables usos del Nylon.

ELASTICIDAD.

El Nylon puede ser hecho altamente elástico o no-elástico y extremadamente rígido. Su comprensibilidad, como masas de filamento cortado, puede ser, por lo tanto, variada en una amplia escala, según lo sugieran sus usos potenciales.

En la página siguiente se indican, en forma tabulada los valores correspondientes a la elasticidad del Nylon.

DENSIDAD.

El peso específico de las fibras de Nylon, secas, es alrededor de 1,14 (la seda cruda oscila entre 1,30 a 1,37 y hervida tiene 1,25, el rayón acetato tiene 1,25 y la viscosa 1,52). El Nylon es la más liviana, en peso, de esas fibras textiles similares.

ELECTRICIDAD.

El nylon seco, del tipo textil es un excelente aislante, tiene una resistividad volumétrica del orden de 4×10^{14} ohms./cm. a 18 por ciento de humedad relativa. Cuando el nylon se halla saturado con agua, su resistencia eléctrica es menor, alrededor de 5×10^9 ohms./cm. La constante dieléctrica del nylon es 4 a 1000 ciclos con 18 por ciento de humedad relativa y 22° C. de temperatura. Loasby da un valor de 7 por 60 ciclos a 90° C. usando nylon seco.

Debido a sus buenas propiedades aislantes, su alta resistencia a la abrasión y su baja densidad, se usa el nylon como recubrimiento de los alambres en varios tipos de maquinaria y aparatos eléctricos. Con esta finalidad, el alambre no envuelto simplemente con hilado de nylon sino que se halla recubierto por una película continua, aplicada, de polímero de nylon fundido.

PROPIEDADES OPTICAS.

El nylon, en cantidad masiva, es opaco, pero las hojas de aproximadamente 6 mm. de espesor son translúcidas, y bajo circunstancias especiales, pueden hacerse bastante transparentes. El nylon tiene doble refringencia, dependiendo en el grado de orientación. El nylon del tipo textil tiene índices de refracción entre 1,58 y 1,52.

CUALIDADES HIGIENICAS.

El Nylon es totalmente inerte y limpio. No soporta el crecimiento de mohos, bacterias u hongos, y sus propiedades no son alteradas por ellos, como se demuestra en su uso en suturas quirúrgicas. El Nylon no trae impurezas físicas tales como las que se hallan presentes en las fibras naturales. El Nylon no posee propiedades toxicológicas dañinas y no es capaz de producir reacciones alérgicas en la piel. Sin embargo, se han llegado a comprobar, aunque en forma muy rara, casos de alergia por contacto con Nylon, de cualquier manera, estos casos no revisten formas agudas.

PROPIEDADES QUIMICAS

COMPOSICION QUIMICA.

El Nylon es un producto proteínico, fabricado por el hombre, de composición química similar a la seda, el pelo,

PROPIEDADES ELASTICAS DEL "NYLON"

	NYLON 66			NYLON 6		
	Filamento Continuo		Filamento Discontinuo (Staple)	Filamento Continuo		Filamento Discontinuo (Staple)
	Regular	Alta Tenac.		Regular	Alta Tenac.	
Std.	4.6 α 5.9	5.9 α 8.8	4.0 α 4.7	4.5 α 5.8	6.8 α 8.6	3.8 α 5.5
TENACIDAD A Húmedo	4.0 α 5.2	5.1 α 7.6	3.5 α 4.2	4.3 α 5.3	5.4 α 7.5	
LA RUPTURA Grs./den. Madaja Std.	3.9 α 5.1	5.0 α 7.4	3.7 α 4.2	4.6 α 5.4	7.0	
Nudo Std.	3.9 α 5.1	5.0 α 7.4		4.5 α 5.3	6.1	
RESISTENCIA Kgs./cm ²	4710 α 5980	5980 α 9000	4080 α 4850	5130 α 5910	7660 α 8790	4920 α 5620
ELASTICIDAD A Std.	26 α 32	18 α 28	38 α 42	24 α 34	16 α 17.5	37 α 40
LA RUPTURA % Húmedo	30 α 37	21 α 32	42 α 46	28 α 38	19 α 24	42 α 46
RECUPERACION ELASTICA %	100 α 2% 100 α 8%	100 α 4%		100 α 2% 100 α 8%	100 α 4%	100 α 2%
RIGIDEZ PROMED. (gpd.)	18	32	10	23	48	17 α 20
PROMEDIO de RESISTENCIA α LA DEFORMACION sin ROMPERSE.	0.76	0.85	0.87	0.67	0.75	0.64 α 0.78

y la lana; o en otras palabras, es una "poliamida", un agrupamiento químico que no tiene contraparte en la naturaleza. Como poliamida es el producto de la condensación de un ácido orgánico y una amina. El Nylon es el superpolímero de una poliamida preparada partiendo de un ácido dibásico (tal como el ácido adípico) y una diamina (como la hexametilén-diamina).

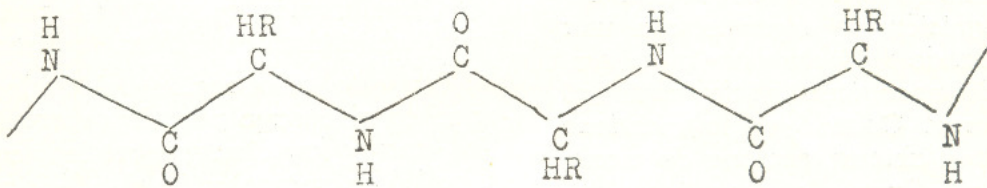
FORMULA QUIMICA.

Los grupos recurrentes en una poliamida sintética típica se hallan tipificados por la fórmula estructural:





en que m y n pueden ser de 6 a 12 y ser iguales o no.

Estas composiciones son esencialmente moléculas en cadenas largas y rectas o polímeros lineales. Estructuralmente, el nylon puede relacionarse, en cierto grado, con las proteínas naturales, tales como la seda y la lana, pues ambas poseen una estructura común, como puede observarse en la estructura dada en la página anterior. Para la seda el radical R es principalmente metilo y para la lana, el radical es sumamente complicado como podrá apreciarse en la composición que se da a continuación:



Estructura de las fibras proteínicas naturales.

100 grs. de lana contienen:

Glicina	.....	0,6 grs.	NH-CH-COOH.
Alanina	.....	4,4 "	CH-CHNH-COOH.
Valina	.....	2,8 "	CH. CH-CHNH-COOH.
Leucina	.....	11,5 "	CH. CH-CH-CHNH-COOH.
Serina	.....	2,9 "	(CH) ₂ OH-CH-CHNH-COOH.
Prolina	.....	4,4 "	COOH. CH-CH | > NH CH-CH
Acido Aspártico	.....	2,3 "	COOH-CH-CHNH-COOH.
Acido Glutámico	.....	12,9 "	COOH-CH-CH-CHNH-COOH
Cistina	.....	13,1 "	SH-CH-CHNH-COOH
Tirosina	.....	4,8 "	OH  - CH-CHNH-COOH
Triptofano	.....	1,8 "	 NH. - CH-CHNH-COOH.
Arginina	.....	10,2 "	NH C-NH-CH-CH-CH-CHNH-COOH
Histidina	.....	6,9 "	NH CH-NH || > CH C N
Lisina	.....	2,8 "	CH CHNH COOH NH-CH-CH-CH-CH-CHNH-COOH.

De lo que antecede, es evidente que, estructuralmente, el nylon está mucho más relacionado a las proteínas naturales, tales como la lana, que a la celulosa. Y esto se cumple, igualmente, en sus propiedades.

DESTILACION SECA.

Cuando se calienta el nylon en el tubo de ensayo, desprende agua y un humo blanco de reacción fuertemente alcalina y queda una masa carbonizada similar a la de la lana o la seda, pero no posee el olor empireumático típico.

COMBUSTION.

El nylon no quema enseguida pero entrará en ignición en contacto con una llama o cuando se le caliente a su temperatura de encendido en la vecindad de una llama. Cuando se le mantiene en una llama abierta, acciona de manera similar a la lana y a la seda o al hilado de acetato. (Ver inflamabilidad). Las fibras funden a cerca de 250° C. (480° F.), luego se funden en un glóbulo vidrioso y, según el lapso de tiempo que se las mantenga en contacto con la llama, la perla que se formará podrá ser de un color marrón claro, más o menos transparente como la perla de bórax o una sustancia oscura de aspecto alquitranoso. Comparadas con las perlas que se forman en la seda y el rayón acetato, los glóbulos del Nylon son perfectamente redondos y muy duros. Los glóbulos del acetato son también duros pero quebradizos y pueden ser pulverizados entre los dedos. Los glóbulos de cenizas de la seda son muy esponjosos y blandos y se pulverizan al más ligero contacto. El comportamiento en la combustión es uno de los mejores y más simple prueba de ensayo para la identificación del nylon. Cuando los filamentos de nylon se ponen en contacto con la superficie de una plancha de amianto caliente, se encogen. El olor que despiden durante la combustión es característico y puede ser descripto como un olor amigdalado, similar al de las chauchas hirviendo.

ADVERTENCIA.

Cuando se proceda al ensayo de combustión de nylon por simple exposición a la llama, como se procede en la práctica textil corriente, téngase especial cui-

dado, pues el nylon funde muy rápidamente y si la perla fundida llega a tocar la piel produce quemaduras muy dolorosas y de rebelde cicatrización.

EFFECTO DE LOS ACIDOS.

Los ácidos orgánicos en frío y en concentraciones por debajo del 5 % no tienen un efecto apreciable sobre el nylon. Los ácidos concentrados o en soluciones calientes pueden producir efectos de hidrólisis. El ácido acético frío no ataca el nylon, pero en contacto continuado puede reducirle la tenacidad. El nylon es soluble en el ácido fórmico (aunque en soluciones por encima de 10 % de concentración) y esta propiedad es usada para su identificación cuando se experimenta por solubilidad en diferentes agentes.

Expuesto a la acción del ácido sulfúrico en el ensayo para la separación de la lana y las fibras vegetales (carbonización) en una solución al 1 % hirviendo durante 10 minutos y luego en solución al 7 % durante quince minutos, los filamentos de nylon se desintegran en una masa blanca, dura pero friable. El proceso industrial de la carbonización (inmersión en solución de sulfúrico al 4 %, luego secado y calentamiento a 105° C. [221° F.] durante 1 hora) el nylon resiste bastante bien pero se debilita. El ácido nítrico concentrado o desintegra rápidamente al nylon en frío.

El fenol puro disuelve el nylon. Los agentes comunes de limpieza a seco, tales como el metanol, benzol, tetracloruro de carbono, acetona, gasolina solvente, benzeno-etanol, etc., no afectan al nylon. Los ácidos minerales en caliente, particularmente si son concentrados, hidrolizarán al nylon en ácido y la diamina de que fue preparado. Es ésta una fuente para la preparación de nylon por recuperación de desperdicios de hilado o telas de nylon.

EFFECTO DE LOS ALCALIS.

El hilado de nylon demuestra una notable resistencia a la acción de los agentes alcalinos. Su gran inercia queda demostrada por el hecho de que el tratamiento con solución de soda cáustica al 10 % a 85° C. durante 10 horas reduce solamente un 5 % de la resistencia de la fibra. Al hervirlo con solución de soda cáustica al 5 % no muestra ninguna acción de hinchado.

Las soluciones de carbonato de potasio en concentración de 19 % a la temperatura ambiente le reducen solamente el 3 % de su resistencia luego de dos meses de tratamiento.

SOLUBILIDAD.

El nylon se disuelve completamente, a 25° C. en el fenol, m-cresol, xilenol y el ácido fórmico (90 %). El crotil-fenol, amil-fenol secundario, o-alil fenol, glicerol monoclorohidrina, glicerol diclorohidrina, etilen bromohidrina, etilen clorohidrina, ácido acético, ácido láctico, ácido tioglucólico, 2,3-dibromo propanol y el fenil etil alcohol disuelven 1 por ciento o más del nylon a la temperatura de 25° C. El nylon se disuelve también con degradación en ácido clorhídrico al 60 %, ácido acético glacial caliente, y ácidos nítrico y sulfúrico concentrados.

AFINIDAD POR LOS COLORANTES.

El nylon tiene una pobre afinidad, en general, por los colorantes para algodón directos, al azufre y a la tinta en comparación con la afinidad de la celulosa para estos colorantes. Los colores usados normalmente para la seda y la lana son absorbidos por el nylon, pero su fibra no es, por lo general, bien penetrada por estos colorantes y el equilibrio entre el contenido del baño de tintura y la fibra no se cumple totalmente. El nylon es relativamente selectivo en su absorción de los colorantes ácidos, y esta selectividad se suma a la dificultad que producen tinturas niveladas y bien penetradas.

El nylon se tiñe también con dispersiones acuosas de colorantes insolubles, tales como las que se usan normalmente para teñir el acetato de celulosa. El equilibrio entre el colorante y la fibra se obtiene bastante completamente. El examen microscópico de las secciones de los filamentos teñidos revela una penetración completa, y la uniformidad del tinte dentro de la fibra es muy buena. Esta propiedad de la uniformidad es tan pronunciada como para presentar una ilus-

tración perfecta del fenómeno de la migración del color sobre y dentro de la fibra.

Las propiedades comparativas de solidez (particularmente a la luz) de los colores ácidos y al acetato sobre el nylon presentan ventaja favorable a los primeros, pero este caso se halla casi contrabalanceado por la facilidad de aplicación de los segundos, especialmente, en la tintura práctica. Se debe hacer notar que el tono y la solidez del color individual no pueden construirse siempre en términos de propiedades similares sobre otras fibras.

BLANQUEO.

Por lo general, el nylon no necesita blanqueo. Cuando ello sea necesario, un blanqueante del tipo permanganato-bisulfito será suficiente. Esto se hace extensivo también para las mezclas de nylon y viscosa. Se emplean una solución al 3 a 5 por ciento de permanganato de potasio y 1 por ciento de ácido sulfúrico a 27° C. (80° F.) hasta 49° C. (120° F.) Esto se sigue por un tratamiento con bisulfito o con sulfoxilato a 80° C (180° F.) hasta 93° C. (200° F.), seguida por una adición de ácido acético al baño de sulfoxilato y continuada por un período de 10 a 15 minutos. Cuando hay seda presente se usa generalmente un blanqueo al peróxido, y entonces el blanqueo del nylon es muy liviano, pero la seda queda bien blanca. El hipoclorito de sodio a temperatura ambiente así como el sulfoxilato con acético o el hidrosulfito con cáustico a 80 C. no blanquean al nylon.

CARGA.

Aunque el apresto del nylon no se considera importante, esto se puede llevar a cabo hasta un 4 % tratando el hilado hervido previamente con una solución al 50 por ciento de formiato de sodio en ácido fórmico al 50 por ciento, seguidos por uno o más tratamientos con solución al 28 por ciento del cloruro estánico.