

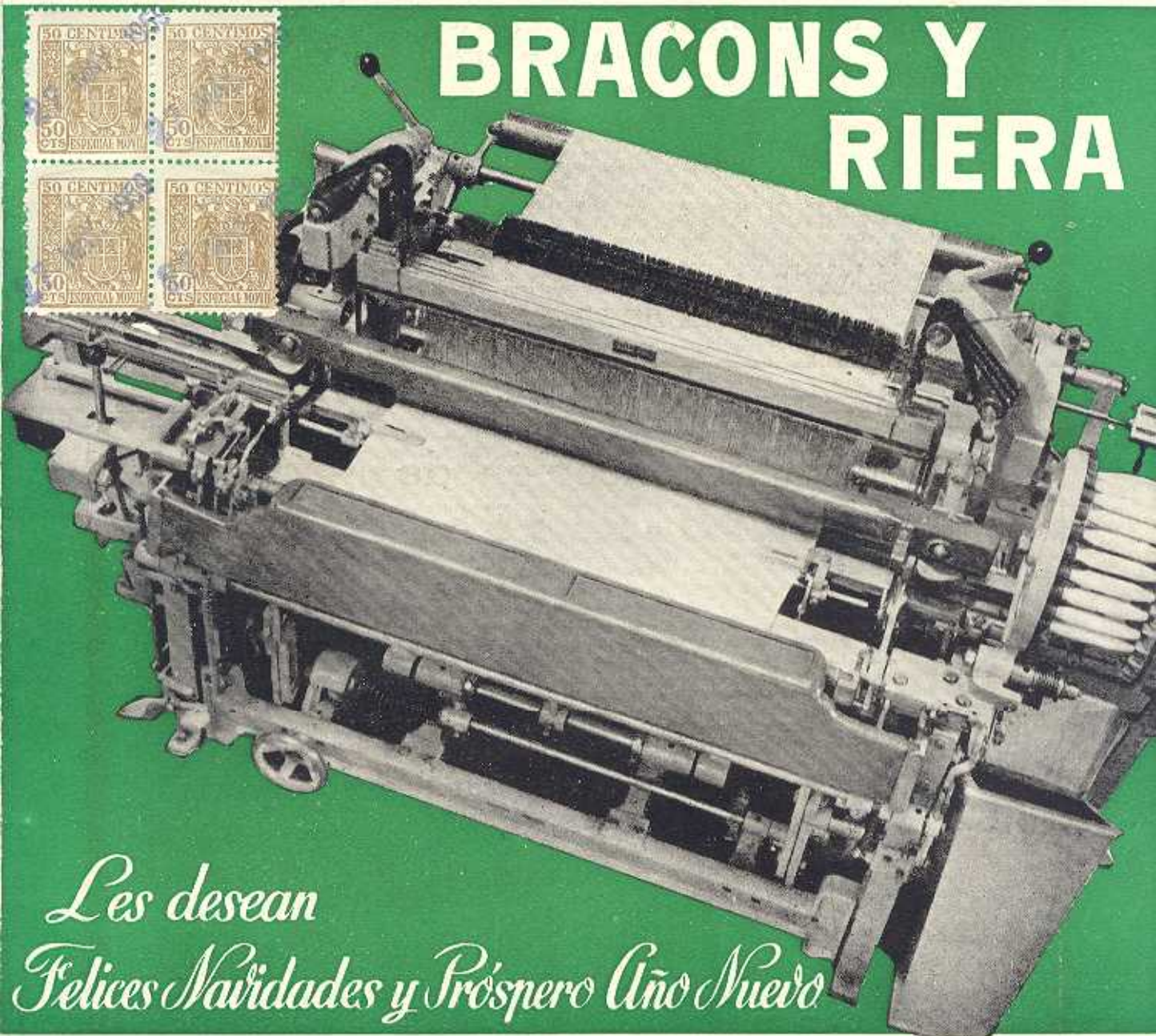


INGENIERIA TEXTIL

Organo Oficial de la Asociación Nacional de Ingenieros de Industrias Textiles

Redacción y Administración: Av. José Antonio, 618, principal 2.ª - BARCELONA

BRACONS Y RIERA



*Les desean
Felices Navidades y Próspero Año Nuevo*

INGENIERIA TEXTIL

ORGANO OFICIAL DE LA ASOCIACION NACIONAL
DE INGENIEROS DE INDUSTRIAS TEXTILES

REDACCION: Avenida José Antonio, 618, pral., 2.^a — Teléfono 22843 — BARCELONA

Esta Revista se reparte no sólo entre los miembros asociados, sino también entre las Corporaciones Oficiales y Entidades Culturales, Técnicas o Comerciales que lo soliciten. Sus páginas están igualmente a la disposición de cuantas personas se interesen por los asuntos textiles con la garantía de sus firmas.

////// SUMARIO ////

Fuerza motriz hidráulica en la Industria Textil, por el Ing. de I. T. D. *Manuel Baurier*. — Método de ensayo de las fibras artificiales, por el Ing. de I. T. D. *J. Riba Arderiu*. — El empleo de resinas sintéticas en la producción de Tejidos inarrugables, por el Ing. de I. T. D. *José M.^a Barella*. — Literatura Técnica: El acondicionamiento de aire en la industria textil. — Informes Técnicos. — Miscelánea de Novedades Técnicas, por «Argos». — Cursos y Conferencias. — Información Económica, por *J. A. P.* — Guión Legislativo. — Boletín de la Biblioteca de la Asociación Nacional de Ingenieros de Industrias Textiles. — Progresos en la Técnica Textil. — Crónica de la Asociación Nacional de Ingenieros de Industrias Textiles. — Movimiento de los Acondicionamientos. — Índice de las Materias del año 1949

Métodos de ensayo de las fibras artificiales

Por el Ing. de I. T. J. Riba Arderiu.

Son sobradamente conocidos por todos los técnicos textiles el sin fin de problemas y dificultades especialísimas que presenta la manipulación de las fibras artificiales, principalmente el rayón.

De momento parece que los frecuentes defectos que aparecen en los tejidos de dichas materias, no tengan una explicación lógica, y por ello muchos califican su comportamiento de caprichoso. "A una misma causa, dicen, no siempre corresponde el mismo efecto."

Ello, sin embargo, no es cierto. Lo que ocurre es que las fibras artificiales son una adquisición reciente de la industria, y sus "caprichosas" propiedades se apartan de los conceptos y normas que hasta ahora se han considerado como básicos y definitivos.

En particular, el concepto clásico de "elasticidad" es demasiado sencillo y primitivo para dar cabida a los variados fenómenos que ocurren en las fibras artificiales sometidas a esfuerzos de diferente índole. En estas líneas nos proponemos principalmente ampliar dicho concepto, haciendo especialmente hincapié en las relaciones que existen entre la misma y los factores **tiempo** y **estado higrométrico**.

Antes de entrar en materia expondremos una relación de los defectos característicos de los tejidos de rayón y otras peculiaridades de los mismos, así como las principales dificultades halladas en el estudio dinamométrico de dicha fibra.

Defectos de los tejidos de rayón.

- 1.º Hilos brillantes o tirantes ("retibats"), tanto por urdimbre como por trama.
- 2.º Listas o franjas de aspecto distinto del fondo por urdimbre o por trama.
- 3.º "Encotillats", o sean zonas más o menos extensas en que el tejido tiene una anchura menor que en el resto de la pieza. Ge-

neralmente corresponden al trozo tejido con una canilla determinada.

4.º Barrado por trama a! efectuar el cambio de una canilla vacía por otra llena.

5.º Claro por trama ("clariana") al poner en marcha un telar después de un paro prolongado del mismo.

6.º Espeso o "retrucat" por trama, debido a exceso de pasadas en ciertas zonas.

7.º Espejuelos debidos a un encolado defectuoso.

Existen otros muchos defectos que no enumeramos por no tener relación directa con el comportamiento elástico del rayón, ni pueden explicarse mediante el análisis de los diagramas tensión-extensión, de los cuales hablaremos más adelante.

Efectos especiales de los tejidos de rayón.

Muchos de los defectos enumerados no aparecen en el tejido, cuando menos con toda su intensidad, hasta después del descrudado del mismo. Generalmente, basta un sencillo mojado en agua fría y secado. Este proceso actúa como un verdadero revelado de los defectos y es causa constante de roces entre tejedores y acabadores. Los primeros creen haber entregado un tejido perfecto, y los segundos se lo devuelven con numerosos defectos. Sin embargo, un somero examen de los mismos demuestra que la mayor parte de las veces su origen está en el telar, o en procesos anteriores al tisaje.

Dificultades en la determinación del diagrama tensión-extensión.

Suponemos que para trazar dicho diagrama seguimos uno de los métodos clásicos, como el propuesto por el profesor Blanxart. (1).

1.ª La primera dificultad con que tropezamos es la determinación de la velocidad de la pinza móvil del dinamómetro. Entre los distintos autores existe una completa disparidad de ideas a este respecto. Los valores

(1) BLANXART D. Materias Textiles y Tisaje Mecánico.

oscilan entre 60 mm./min. (1) y 600 mm./minuto (2) Existiendo, además, las reglas del BISFA que determinan exactamente 800 milímetros/min. Si, prescindiendo de los criterios particulares de los distintos autores, nos atenemos a lo reglamentado e intentamos efectuar los ensayos a 800 mm./min., nos encontramos que la mayor parte de dinamómetros no admiten tal velocidad, sea debido a su mecanismo de accionamiento, sea a causa de la inercia de su parte móvil, siendo esto último lo más difícil de solventar. Debemos hacer notar que existen diferencias muy notables entre los diversos ensayos, según la velocidad adoptada.

2.^a Si la aguja del dinamómetro no está provista de gatillos de retención, sino que indica la posición máxima alcanzada mediante un índice móvil arrastrado por la misma (dinamómetro Berthaud), al detener el movimiento de la pinza móvil en un punto cualquiera, observaremos que la aguja retrocede rápidamente hasta alcanzar una posición de equilibrio, con una tensión menor y un alargamiento mayor que el que había alcanzado durante su movimiento ascendente.

3.^a Si efectuamos ensayos del mismo hilo en dinamómetros de distinta construcción, o incluso en un mismo dinamómetro, pero utilizando dos escalas distintas del mismo, los resultados no coinciden. Damos por entendido que dichos aparatos están perfectamente graduados y comprobados.

4.^a Si en el mismo dinamómetro y en las mismas condiciones, ensayamos dos hilos de distinto título, para el más fino hallaremos una resistencia unitaria y un alargamiento a la rotura superiores. Puede aducirse que, en general, se emplean mejores materias primas para fabricar títulos finos que para títulos más gruesos. Para descartar dicha posibilidad hemos realizado una serie de ensayos, primero con un hilo 100 deniers y, después, con el mismo hilo doblado, pasando alrededor de la polea de la pinza inferior, a fin de igualar exactamente la tensión en las dos ramas del hilo. El resultado medio de una serie de 10 ensayos fué análogo y lo indicamos a continuación:

Título	Carga de rotura	Alargamiento a la rotura
100 deniers	1'83 gr./den.	14'52 %
2 × 100 »	1'77 »	12'54 %

5.^a Existen diferencias muy notables en la

carga de rotura, según se efectúe el ensayo sin detenerse o, por el contrario, deteniéndolo repetidas veces para efectuar lecturas intermedias para la confección del diagrama tensión-alargamiento. Incluso influye, en este caso, el que el ensayo sea realizado por una o dos personas (una efectuando las lecturas y la otra anotando los resultados).

6.^a Existen diferencias notables según la longitud de prueba, o sea, la distancia entre las dos pinzas del dinamómetro.

7.^a Finalmente, una serie de ensayos empezada un día y continuada el siguiente, arroja valores muy distintos entre uno y otro día.

Hemos podido comprobar que todas estas diferencias, excepto la última, que es debida a diferencias de humedad del ambiente o del hilo, son consecuencia de no tener en cuenta la extraordinaria influencia del factor tiempo, que aparece disimulado en cuestiones tales como la diferencia de títulos o de longitud de prueba, como demostraremos más adelante.

INFLUENCIA FACTOR TIEMPO

Materiales que siguen la Ley de Hooke.

Ciertos materiales de construcción, como por ejemplo el acero, son perfectamente elásticos entre determinados límites, entendiéndose por cuerpo elástico aquel que es susceptible de deformarse bajo la acción de una fuerza, recuperando completamente su forma y dimensiones primitivas al cesar la misma. Las magnitudes de la deformación y del esfuerzo que la produce, vienen relacionadas por la Ley de Hooke, que se expresa por la fórmula siguiente:

$$\sigma = E \epsilon$$

siendo σ el esfuerzo por unidad de sección, E el módulo de elasticidad o de Young, que es una constante de cada material, y ϵ el alargamiento unitario, o sea, $\Delta L/L$. Es decir, que las deformaciones unitarias son directamente proporcionales a los esfuerzos unitarios que las producen. En el caso de una tracción, los alargamientos son proporcionales a las tensiones.

Dicha ley no hace referencia alguna al factor tiempo. Por tanto es independiente del mismo, y presupone que las deformaciones o alargamientos se producen instantáneamente en el momento que empiezan a actuar las fuerzas. Si en realidad no siempre ocurre

(1) LEBLANC M. y LABORDE A. Sobre los aparatos utilizados para el estudio de las propiedades mecánicas de los hilos. L'Ind. Tex. Dic. 1948 y En. Febr. Marzo 1949.

(2) LE LUC. Le tissage de la soie artificielle 1929.

así, es debido a la inercia propia del cuerpo deformado o del elemento mecánico transmisor del esfuerzo. En todo caso no existen demoras originadas por resistencias internas del material.

Debemos hacer constar que la Ley de Hooke es sólo un ideal al que ciertos materiales se aproximan mucho. Sin embargo, pasados ciertos límites el módulo de elasticidad no se mantiene constante, y además aparecen deformaciones permanentes.

cas constituidas por cada uno de los filamentos.

Si sometemos dicho hilo a la acción de un peso (tensión constante), podemos observar lo siguiente:

1.º El hilo sufre instantáneamente un alargamiento que denominaremos "alargamiento elástico inmediato" (a. e. i.).

2.º Si la acción del peso persiste, notaremos que el hilo continúa alargándose durante cierto tiempo, cada vez con mayor len-

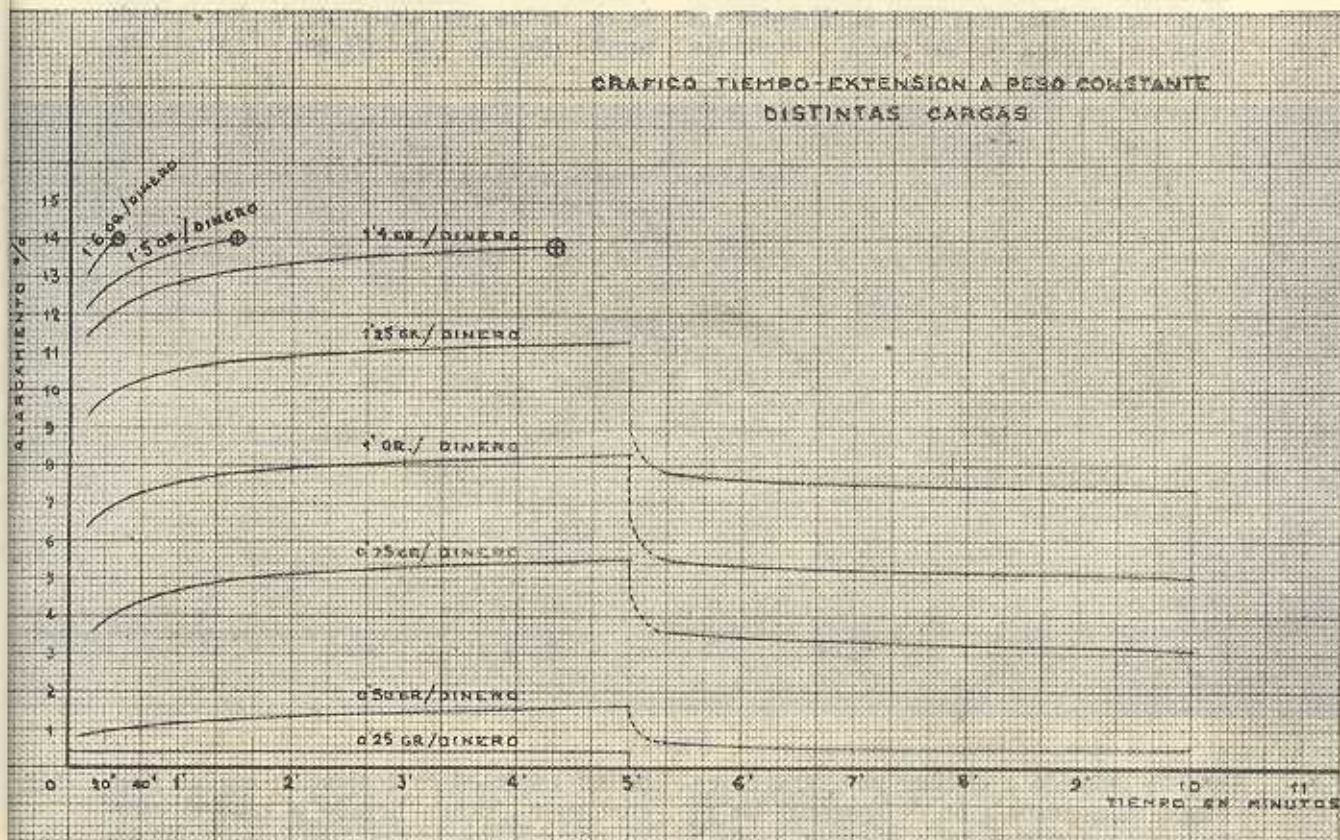


Figura 1

Materiales que no siguen ni aproximadamente la ley de Hooke.

En las materias textiles en general, pero especialmente en las artificiales y sintéticas, las relaciones existentes entre las tracciones aplicadas y las deformaciones experimentadas, no siguen ni aproximadamente la Ley de Hooke. Mediante sencillos ensayos podemos poner en evidencia una serie de fenómenos que hasta hace poco no se habían tenido en cuenta. Tomemos un hilo de rayón desprovisto de torsión. En este estado podemos asimilarlo a un conjunto de probetas cilindri-

titud, hasta alcanzar un estado de equilibrio. Denominaremos esta nueva extensión "alargamiento diferido".

3.º Al suprimir la tracción observaremos un encogimiento instantáneo de magnitud igual al alargamiento elástico inmediato, que será la "recuperación elástica inmediata" (r. e. i.).

4.º Durante cierto tiempo continua, cada vez con mayor lentitud la recuperación del alargamiento sufrido, hasta alcanzar una longitud generalmente superior a la inicial. Es decir: no siempre se recuperan por com-

pleto las dimensiones primitivas. Denominaremos a esta contracción "recuperación elástica diferida" (r. e. d.), y al remanente "alargamiento permanente" (a. p.).

Por analogía con la recuperación el alargamiento diferido lo podemos subdividir en "elástico diferido" y "permanente".

Cuando no exista alargamiento permanente, pero sí alargamiento diferido, diremos que la substancia tiene "elasticidad completa", aunque no "perfecta".

La extraordinaria importancia práctica que atribuimos a estos fenómenos, así como el hecho de no estar muy bien esclarecidas sus leyes en ninguna de las obras consultadas,

gunda pinza fijada a una palanca horizontal con el eje de giro a la mitad de su longitud, que tiene por objeto evitar oscilaciones pendulares del hilo con su contrapeso. Debajo mismo de la pinza móvil hay el platillo destinado a contener las pesas. La palanca horizontal tiene una longitud suficiente para que el arco descrito por su extremo sea asimilable a una recta sin error sensible. En el lado contrario a la pinza hay unos contrapesos graduables para equilibrar el peso de aquella y del platillo, y además, un índice que recorre una escala graduada directamente en tantos por ciento de la longitud de prueba. No hay que decir que el aparato de-

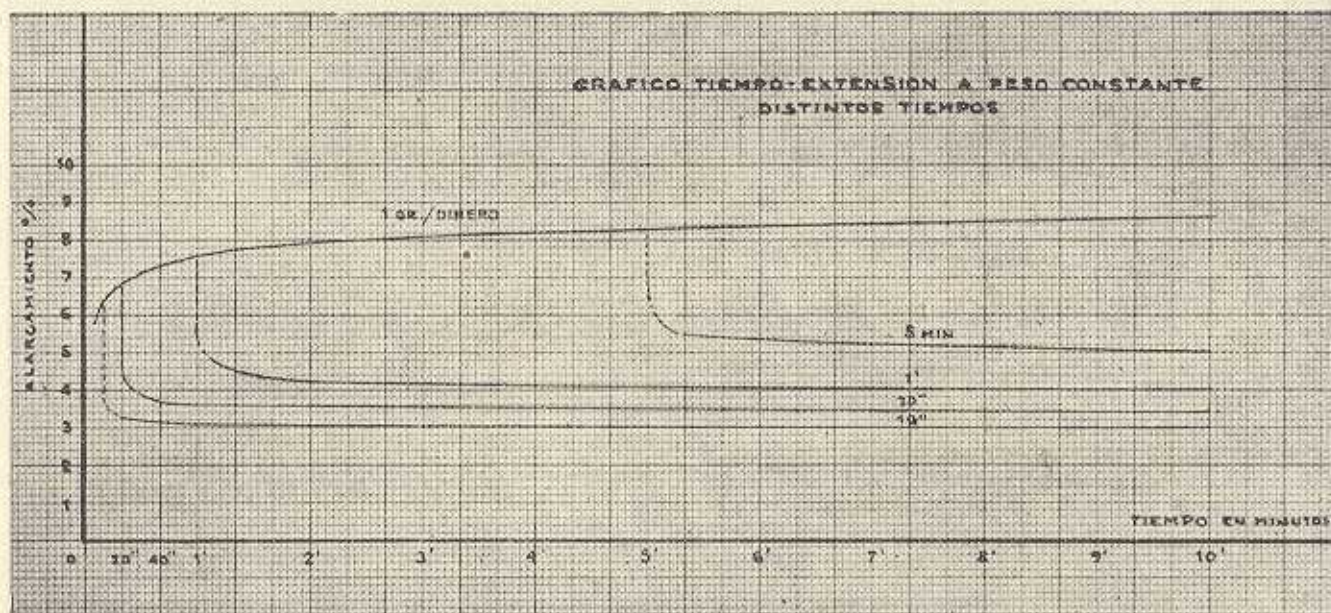


Figura 2

nos ha inducido a efectuar una serie de ensayos sistemáticos a fin de concretar las relaciones que existen entre el factor tiempo y los factores tensión, alargamiento, carga de rotura, etc.

Gráfico tiempo-alargamiento a tensión constante. — Distintas tensiones.

Método operatorio. — El método operatorio y el aparato empleados, son muy sencillos. Consta este último de un armazón vertical con una pinza sujeta-hilos, fija, en la parte superior. En la parte inferior hay una se-

Para el valor correspondiente

" " "

" " "

" " "

siendo L la longitud de prueba.

be ser empleado en conjunción con un buen cronómetro, siendo llevado a cabo el ensayo por dos operadores, uno que efectúe las lecturas, y otro que las anote. También podría emplearse un mecanismo registrador.

El resultado fué el gráfico que insertamos a continuación (fig. 1). Cada curva es la media de los resultados de cinco ensayos en las mismas condiciones. No es necesario efectuar un número de ensayos mayor a fin de obtener un promedio más exacto, ya que la regularidad de los resultados es verdaderamente notable. Los máximos ecarramientos hallados sobre el promedio son:

a 5": 0'13 % de L

" 10": 0'10 % "

" 15": 0'09 % "

Para tiempos superiores, los resultados son exactamente iguales para las cinco mediciones. Si hubiéramos empleado mecanismo registrador, las cinco líneas se hubieran confundido en una sola en casi toda su extensión.

Los alargamientos correspondientes a tiempos T inferiores a 5' no se pueden medir prácticamente en este aparato debido al tirón que produciría el peso al descender bruscamente una longitud igual al a. e. i. Para poderlas efectuar se necesitaría un sistema tensor desprovisto de inercia.

La descarga se ha efectuado en todos los casos a los 5'. Todos los ensayos se han efectuado a 20° C. y 65 % de HR.

Observación de los resultados y consecuencias.

a) Para tensiones $\sigma < 0.25$ gr/den no existe alargamiento diferido ni permanente,

siendo digno de estudio el establecimiento de un módulo de elasticidad para esta zona, así como la determinación exacta del límite de proporcionalidad si es que éste existe. (Ley de Hooke).

b) Para las cargas comprendidas entre 0.50 y 1.25 gr/den observamos una deformación elástica inmediata difícil de precisar y un alargamiento diferido. El alargamiento total al parecer se acerca asintóticamente a un valor determinado para cada carga. Para comprobar tal extremo se debería efectuar una serie sistemática de ensayos de larga duración. En todo caso es evidente que para medir la deformación total, toda lectura efectuada en un lapso de tiempo inferior a un minuto acarrea errores considerables. Mejor emplear tiempos superiores,

c) Es verdaderamente notable la equidistancia de las curvas correspondientes a 0.75, 1 y 1.25 gr/den. Las ordenadas de la curva de 1 gr/den son exactamente las mismas que para la curva de 0.75 gr/den aumentadas de un 2.8 % de L , y las correspondientes a 1.25 gr/den, aumentadas de 5.8 % de L para la zona de alargamientos, y de 1.9 % y 4.2 % respectivamente para la zona de recuperación. Es este otro tema susceptible de estudio.

d) Las tensiones superiores a 1.25 gr/den ocasionan en un tiempo más o menos largo, la rotura. Hay que hacer resaltar el carácter diferido de la misma y las distintas cargas que pueden ocasionarla. Una tensión de 1.6 gr/den no la produce inmediatamente, sino al cabo de 24", siendo el alargamiento en aquel momento de 13.8 %. Parece que cargas inferiores no deberían provocarla, pero no es así.

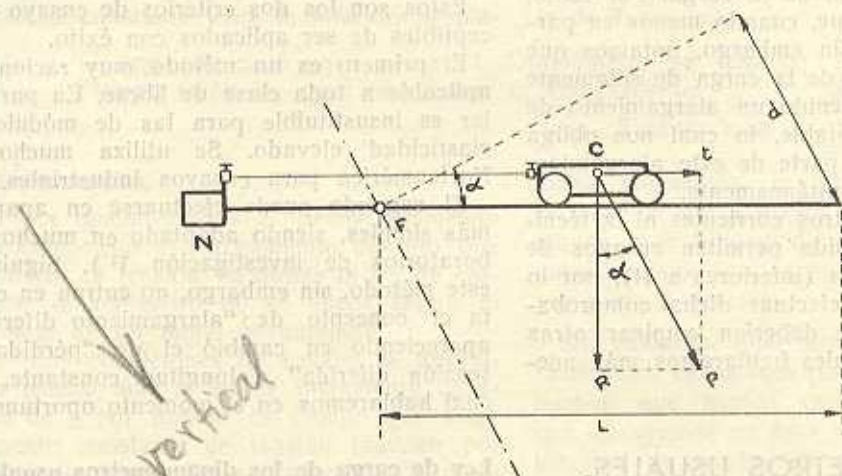


Figura 9

Una carga de 1.4 gr/den es sostenida de momento por el hilo, el cual va extendiéndose lentamente, hasta que al cabo de 4.20" alcanza un alargamiento de 13.8 % y sobreviene igualmente la rotura. Por tanto, si bien la carga de rotura no tiene un valor determinado, en cambio, el alargamiento a la rotura a tensión constante es constante. Esta afirmación merece una comprobación experimental más sólida.

Medición y valor del alargamiento permanente.

El valor absoluto del alargamiento permanente lo obtendremos sometiendo el hilo a ensayar a la acción de la carga el tiempo suficiente hasta que en el intervalo de 1' no se

note ningún alargamiento. Descargando después dejando solamente una ligerísima tracción del orden de 0'03 a 0'05 gramos por denier cuyo objeto es mantener el hilo extendido, el tiempo suficiente hasta que en un intervalo de un minuto no se note ulterior contracción. En este momento puede efectuarse la lectura.

De la observación del gráfico fig. 1, queda la duda de si el a. p. es inmediato o diferido. Para indagarlo hemos efectuado otra serie de ensayos tiempo-alargamiento a la tensión constante de 1 gr/den, cuyos resultados resumimos en el gráfico fig. 2.

Gráfico tiempo alargamiento a tensión constante. — Distintas duraciones de carga.

A la vista de dicho gráfico resulta evidente que los alargamientos permanentes aumentan con la duración de la carga. Por tanto, podemos afirmar que, cuando menos en parte, son diferidos. Sin embargo, notamos que para una duración de la carga de solamente 10" ya hemos obtenido un alargamiento de 3'1 %, bastante notable, lo cual nos obliga a preguntarnos si parte de este alargamiento se produce instantáneamente.

Ni los dinamómetros corrientes ni la técnica operatoria seguida permiten ensayos de muy corta duración (inferiores a 1'), por lo cual no podemos efectuar dicha comprobación. Para ello se deberían emplear otras técnicas de las cuales hablaremos más adelante.

DINAMOMETROS USUALES

No vamos a describir aquí los órganos ni el mecanismo de los dinamómetros usuales, por ser sobradamente conocido de todos, sino a discutir su funcionamiento. Como hemos podido comprobar por el estudio anterior, el tiempo empleado en efectuar un ensayo, tiene mucha influencia en el resultado del mismo.

Si queremos obtener los valores absolutos de los alargamientos y tensiones, por ser funciones asintóticas del tiempo, tenemos que dejar transcurrir un tiempo teóricamente infinito, y en la práctica bastante considerable, con velocidades de pinzas próximas a cero. La medición es entonces estática, como la que se efectúa en una balanza de platillos en el momento de alcanzar el fiel el reposo.

Sin embargo, en la práctica industrial e incluso en los laboratorios (reglas del Bisfa), se opera a velocidades bastante considerable. En este caso, principalmente en los dinamómetros registradores, las mediciones y los gráficos obtenidos, representan unos valores instantáneos cualquiera de la tensión y del alargamiento que están relacionados entre sí y con el tiempo T de forma compleja y desconocida.

Por consiguiente, para obtener resultados comparables, o la tensión σ , o el alargamiento ϵ deben ser funciones perfectamente conocidas del tiempo e iguales para los distintos ensayos. De este modo puede conocerse con exactitud la relación entre las mismas.

Lo más lógico es efectuar los ensayos a incremento de σ o de ϵ por unidad de tiempo constante, o sea:

$$\sigma = k T \quad \text{o bien} \quad \epsilon = k' T$$

Estos son los dos criterios de ensayo susceptibles de ser aplicados con éxito.

El primero es un método muy racional y aplicable a toda clase de fibras. En particular es insustituible para las de módulo de elasticidad elevado. Se utiliza mucho en Norteamérica para ensayos industriales.

El segundo puede efectuarse en aparatos más simples, siendo adoptado en muchos laboratorios de investigación (1). Siguiendo este método, sin embargo, no entran en cuenta el concepto de "alargamiento diferido", apareciendo en cambio el de "pérdida de tensión diferida" a longitud constante, del cual hablaremos en el momento oportuno.

Ley de carga de los dinamómetros usuales.

Si establecemos la ecuación de equilibrio para una tensión t cualquiera, tenemos (figura 3):

$$P l \operatorname{sen} \alpha = t r$$

(siendo P = peso de la romana; l = distancia de su c. d. g. al eje de giro; α = ángulo girado; r = radio del tambor donde se arroja la cadena; d = camino recorrido por la pinza superior a partir de la carga $\sigma=0$ gr.) de donde:

$$t = \frac{P l}{r} \operatorname{sen} \alpha$$

pero como:

$$d = \alpha r; \quad \alpha = \frac{d}{r}$$

(1) LEONARD DART S. y PETERSON L. E. (American Viscose Corporation) Un sistema de ensayo de fibras a la tracción mediante indicador eléctrico. Tex. Res. J. Febr. 1949.

resulta:

$$t = \frac{Pl}{r} \operatorname{sen} \frac{d}{r}$$

o sea, que la tensión adquirida por el hilo es proporcional al seno de d/r . Sólo para valores muy pequeños de d/r podremos considerar t una función lineal de d . Generalmente los constructores para disminuir dicho defecto utilizan cuadrantes que abarcan arcos no muy extensos (unos 45° como máximo). Sin embargo, puede corregirse por completo utilizando un tambor excéntrico de tal modo que resulte:

$$t = Kd$$

como en el dinamómetro Guggenheim (1). En este caso si la pinza superior desciende a velocidad constante, obtendremos un incremento de tensión por segundo constante por ser $d = vT$.

Desgraciadamente la pinza animada de una velocidad constante V es la inferior, despla-

zándose la superior a una velocidad $v < V$:

$$v = V - \frac{dL}{T}$$

Como el valor de dL es precisamente el que estamos buscando, resulta imposible conocer a priori la velocidad v de la pinza superior y, por ende, la ley de carga a que sometemos el hilo.

Veamos un ejemplo aproximado de lo que ocurre en un dinamómetro corriente (Mannich).

Ensayamos un hilo de rayón 100/40 den, que acusa una carga de rotura de 170 gr. y un alargamiento a la rotura de 14%. Utilizaremos la escala 0—600 gr., y la velocidad de pinza de 500 mm/min = 8'33 mm/seg. recomendada por el constructor. La longitud de prueba es de 500 mm.

Un incremento de 170 gr. representa un desplazamiento de la pinza superior de 12 mm., y el alargamiento de 14% un desplazamiento de 7 cm. más.

Tiempo empleado para poner el dinamómetro en tensión:	1'4 seg.
Tiempo empleado para compensar el alargamiento	8'4 "
Tiempo total	<u>9'8 "</u>

Consecuencias.

a) Es mucho mayor el tiempo empleado para compensar el alargamiento del hilo, que a ponerlo en tensión, de donde la ley de carga del dinamómetro no se puede seguir ni tan sólo de un modo aproximado.

b) Las condiciones de ensayo se aproximan mucho más a las de incremento constante de ϵ por unidad de tiempo que a incremento constante de tensión también por unidad de tiempo sin ser exactamente ni lo uno ni lo otro.

Influencia de la longitud de prueba.

Es sabido que a mayor longitud de prueba,

Tiempo empleado para poner el dinamómetro en tensión:	1'40 seg.
Tiempo empleado para compensar el alargamiento:	0'84 "
Tiempo total:	<u>2'24 "</u>

O sea, un tiempo total que es menos de la cuarta parte del anterior. Como hemos visto anteriormente (fig. 1), los ensayos más rápidos acusan resistencias superiores.

Tiempo empleado para poner el dinamómetro en tensión:	4'2 seg.
Tiempo empleado para compensar el alargamiento:	8'4 "
Tiempo total:	<u>12'6 "</u>

menor resistencia. El profesor Blanxart lo atribuye a que a mayor longitud de prueba, mayor probabilidad de que existan puntos flacos, opinión que es compartida por la mayor parte de autores.

Sin embargo, queremos hacer notar que existe otra causa bien patente a la luz de los hechos que hemos expuesto. Supongamos que ensayamos un hilo 100/40 den con una longitud de prueba 10 veces menor que la normal, o sea, 50 mm. en el mismo dinamómetro y con la misma velocidad de pinza que en el ejemplo anterior. Los tiempos necesarios serán:

Influencia del título.

Si en el mismo dinamómetro y en las mismas condiciones del primer ejemplo ensayamos un hilo 300 den, los tiempos empleados serán:

(1) LE LUC. Le tissage de la soie artificielle 1929.

O sea un tiempo mayor. Por tanto, la resistencia hallada será menor, tal como confirma la práctica.

Influencia del tipo de dinamómetro.

Si en vez de utilizar la escala 0—600 gr., utilizamos la escala 0—3000 gr., lo cual se obtiene aumentando P y l , el tiempo empleado para poner el hilo en tensión será aproximadamente cinco veces menor. Por tanto la resistencia acusada será mayor que en el caso anterior.

El mismo fenómeno ocurre al efectuar ensayos en dinamómetros de distinto constructor ya que, en general, l y r no son iguales en ambos aparatos. Es nuestra opinión que estas tres dimensiones deberían ser normalizadas en los dinamómetros usuales.

Utilización de los dinamómetros usuales para la obtención del diagrama tensión-extensión.

Debemos hacer notar que los tiempos totales empleados en los ensayos anteriores (12'6 seg. como máximo), entran de lleno en la zona de variaciones rápidas del alargamiento (ver fig. 1). Sería mucho más racional disminuir la velocidad de la pinza de modo que la duración total del ensayo fuera de 1 a 2 minutos, zona en que tanto los alargamientos como las cargas de roturas varían poco con el tiempo.

Además, empleando grandes longitudes de prueba, el tiempo necesario para poner el hilo en tensión sería muy pequeño comparado con el empleado para compensar su alargamiento, con lo cual las condiciones de ensayo se aproximarían casi sin error las de incremento de extensión por segundo constante, y las condiciones de ensayo en dinamómetros de distinta construcción sólo dependerían de la velocidad de la pinza inferior. De este modo en ensayos industriales podría compensarse la pérdida de tiempo ocasionada por la mayor duración de cada ensayo, con el menor número de los mismos que serían necesarios para obtener promedios aceptables.

Quizás sorprenderá que expresemos este criterio tan opuesto al del BISFA. Intentaremos justificarlo. Mejor dicho, explicar las razones del BISFA.

Del examen del gráfico fig. 1 se desprende que la carga de rotura depende de la duración del ensayo. Para ensayos de corta duración, la resistencia a la rotura es mucho mayor.

Sin embargo dicho valor no aumenta indefinidamente con la velocidad del ensayo; sino que tiende asintóticamente a un valor fijo y determinado que podríamos denominar "carga de rotura superior" σ_{bs} .

Del mismo modo la carga de rotura no disminuye indefinidamente al aumentar la duración del ensayo, sino que tiende a otro límite que por analogía podríamos llamar "carga de rotura inferior" σ_{bi} .

Para ilustrar lo expuesto, reproducimos dos gráficos debidos a Leblanc y Laborde (1), en los cuales podemos ver (fig. 4) que para obtener σ_{bs} son perfectamente aprovechables los valores obtenidos con velocidades de la pinza superior a 4'5 mm/seg. = 270 mm/min., y para obtener σ_{bi} con una duración mínima del ensayo de 200 segundos.

Por tanto, las reglas del BISFA visan a obtener σ_{bs} . Es evidente que desde el punto de vista mercantil es más interesante dicho valor, ya que si se utilizara oficialmente el σ_{bi} con suma facilidad se podría engañar al comprador no suficientemente versado en estas cuestiones, ofreciendo hilos de resistencias elevadas, que no serían otros que los hilos

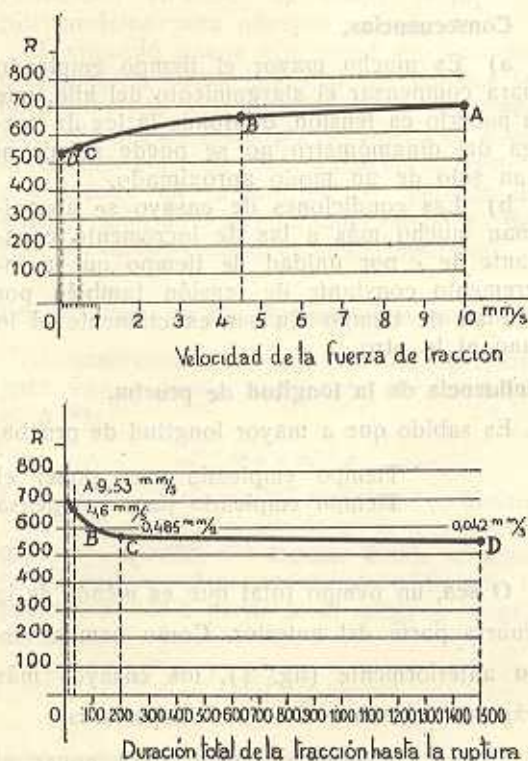


Fig. 4

(1) LEBLANC M. y LABORDE A. Sobre los aparatos utilizados para el estudio de las propiedades mecánicas de los hilos. L'Ind. Text. Dic. 1948 y En. Febr. Marzo 1949.

corrientes ensayados con mayor rapidez.

Todo esto muy bien desde el punto de vista comercial y propagandístico de las fábricas de fibras artificiales. Pero detengámonos un momento a reflexionar sobre los diagramas tensión-extensión que se obtendrían, por ejemplo en un dinamómetro registrador, siguiendo las reglas del BISFA.

po corriente accionado a una velocidad extraordinariamente pequeña, obtendríamos una curva indicadora del alargamiento total, compuesto de:

$$a. t = a. e. i. + a. e. d. + a. p.$$

Ensayando según las reglas del BISFA obtendríamos una curva situada de forma im-

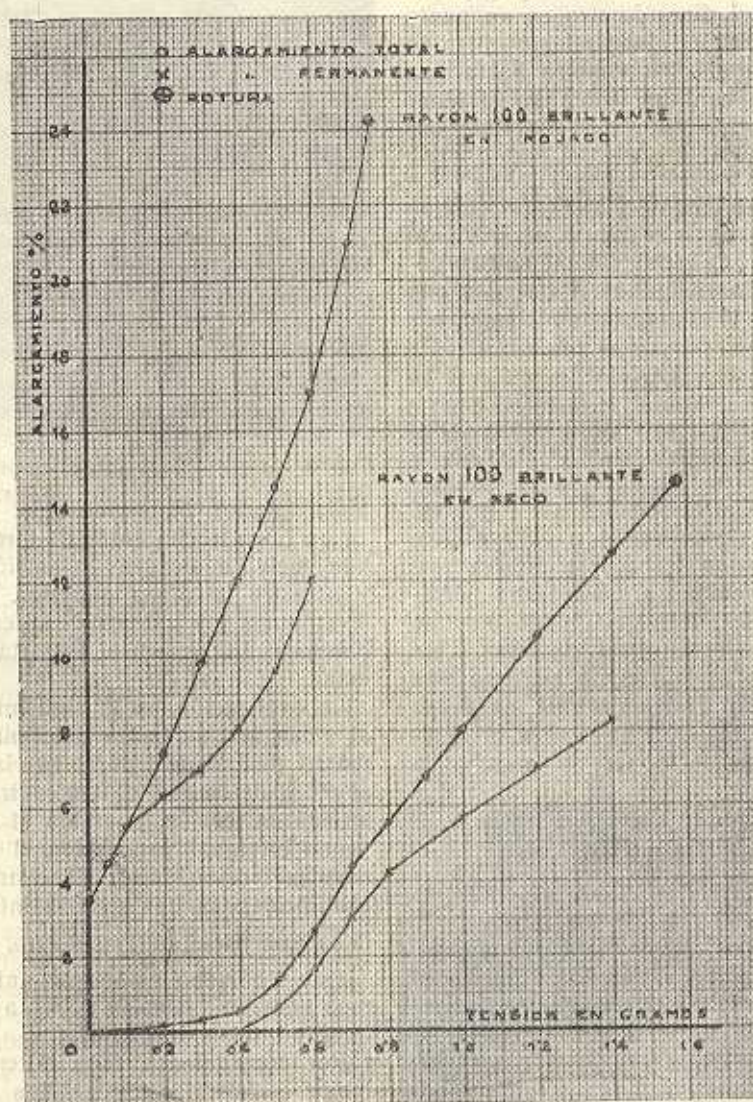


Figura 5

Suponiendo que existiese un tipo ideal de dinamómetro registrador que permitiese alcanzar instantáneamente la carga de rotura, obtendríamos un gráfico tensión-alargamiento constituido solamente por el alargamiento elástico inmediato: $a. e. i.$

Por el contrario en un dinamómetro de ti-

precisa entre la representativa del $a. e. i.$ y del $a. t.$

$$\text{curva BISFA} = a. e. i. + \text{parte de } a. e. d. + \text{parte de } a. p.$$

que no nos representará nada en concreto, y que además, por estar obtenida en la zona

de máxima variación de los alargamientos diferido, en distintos ensayos acusaría diferencias notables debidas a infimas variaciones del tiempo empleado en el ensayo.

Método operatorio.

Para obtener los gráficos tensión-alargamiento hemos seguido el método recomendado por el profesor Blanxart (1), y que consiste en detener el dinamómetro en un punto determinado, anotar el alargamiento obtenido (*a. t.*), descargar el dinamómetro hasta una carga próxima a cero gr. anotando el alargamiento permanente (*a. p.*). Tendremos entonces:

$$a. t. - a. p. = (a. e. i. + a. e. d.) = a. e.$$

La separación de *a. e. i.* y *a. e. d.* no puede efectuarse en los dinamómetros corrientes, quedando obligados a trabajar con su suma, o sea, el alargamiento elástico *a. e.*

Observaciones.

1.ª) Para obtener el alargamiento total debemos operar tomando ciertas precauciones. Supongamos que detenemos el dinamómetro a la carga correspondiente a 1 gr/den. Si el contrapeso queda retenido por gatillos, por más tiempo que transcurra no ocurrirá **nada visible**. Sin embargo, ocurre una pérdida de tensión en el hilo que puede ponerse de manifiesto de tres formas distintas. Una de ellas pulsando el hilo como si fuera una cuerda de guitarra. El sonido será cada vez más grave a medida que transcurra el tiempo. Otra consiste en poner en marcha la

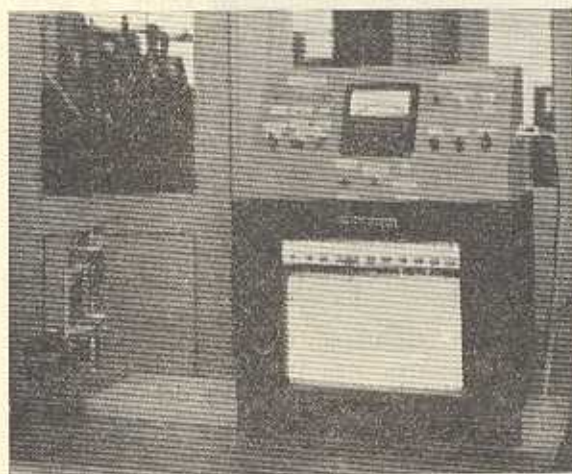


Figura 6

(1) BLANXART D. Materias Textiles y Tisaje Mecánico.

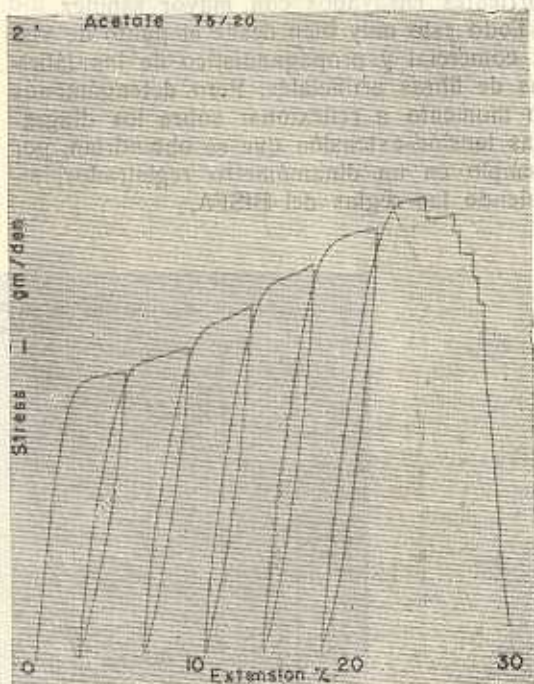


Figura 7

pinza inferior. Notaremos que ésta descenderá un buen trecho antes de que la tensión del hilo vuelva a alcanzar la tensión de 1 gr/den y arrastre la pinza superior. Finalmente, si levantamos los gatillos de retención, comprobaremos un descenso importante de la romana.

La explicación es la siguiente: en general, al alcanzar una carga determinada t_1 , no ha tenido tiempo de tener lugar la totalidad del *a. d.* Al detener el dinamómetro, como el hilo está **en tensión**, continua el *a. d.*, disminuyendo en igual proporción el *a. e. i.*, y por ende la tensión, hasta alcanzar un estado de equilibrio para una tensión inferior $t_2 < t_1$

$$(a. e. i.)_2 + \text{parte}(a. d.) = (a. e. i.)_1 + (a. d.)_1 = \Delta L$$

Este fenómeno es lo que anteriormente hemos llamado "pérdida diferida de tensión" a longitud constante, o *p. d. t.*

Por consiguiente, para obtener el *a. t.*, lo mejor es levantar los gatillos de retención e ir remontando la romana descendiendo cuidadosamente la pinza inferior, de modo que la aguja se mantenga en la división indicadora de la tensión deseada. Finalmente, conseguiremos que el dinamómetro se mantenga cierto tiempo (1 minuto por lo menos), en dicho punto sin alargamiento ulterior del hilo. En este momento podemos efectuar la

lectura del alargamiento total. No es un procedimiento muy elegante, pero es el más aproximado a la perfección.

Debemos hacer constar que en nuestros ensayos este *a. t.* ha coincidido con el obtenido en el gráfico fig. 1.

Para medir el alargamiento permanente debemos volver a $\sigma = 0$ gr., y esperar cierto tiempo, efectuando la lectura bajo una ligerísima tensión que tiene por objeto mantener el hilo sin ninguna ondulación (generalmente basta 0'03 a 0'05 gr/den). Hay que tomar precauciones similares para asegurarse que el *a. e. d.* se haya recuperado por completo. Cuando la aguja del dinamómetro se mantenga inmóvil durante un minuto a 0'05 gr/den, podemos efectuar la lectura del *a. p.*

Insertamos a continuación un gráfico tensión alargamiento obtenido por este método, que coincide con el que se puede obtener a partir del gráfico 1.

Lo más importante que se desprende del mismo es que a partir de 0'4 gr/den empiezan las deformaciones permanentes. Lo cual justifica la regla de no sobrepasar nunca en la práctica industrial la tensión igual a 1/3 del título expresado en gramos, o sea, 0'33 gr/den.

Más adelante veremos la utilidad de semejantes gráficos en el estudio de la influencia del estado higrométrico, para comparar distintas clases de hilo entre sí, y para comprobar la mayor o menor rigidez comunicada a los hilos por los aprestos.

Nota.—El concepto de "pérdida diferida de tensión" a longitud constante, que hemos definido, explica perfectamente la producción de barrados por trama en los telares después de un paro prolongado. En efecto, durante el mismo la urdimbre pierde tensión, y al reanudar el trabajo las primeras pasadas se insertan en un urdimbre poco tenso, comunicando un aspecto diferente a la superficie del tejido. A los pocos momentos el arrollador de tejido llega a ponerlo en tensión empezando a trabajar seguidamente los frenos del plegador de urdimbre y el tejido recupera en lo sucesivo su aspecto normal.

Dinamómetros especiales.

Como hemos dicho, el tipo de dinamómetro clásico, no cumple con exactitud ninguno de los dos sistemas de ensayo que hemos considerado fundamentales, o sean, el de incremento de ϵ por segundo constante, o el

de incremento de ϵ por segundo constante.

Sin embargo, modernamente se han construido dos tipos de dinamómetro que cumplen exactamente estas condiciones.

Dinamómetro extensómetro.

Ha sido construido para los laboratorios de investigación de la American Viscose Corporation⁽¹⁾.

Consta esencialmente de las siguientes partes:

1).—Un sistema extensor constituido por un motor eléctrico a velocidad constante, reductor con caja de cambio de velocidades, y tornillo que arrastra la pinza inferior. Para modificar el $\Delta\epsilon/\text{seg}$ pueden cambiarse los piñones de la caja de cambio o bien variar la longitud de prueba *L*.

2).—Sistema medidor constituido por la pinza superior unida a una célula Statham. Entre los bornes de esta última se originan diferencias de potencial eléctrico del orden de 0—10 mV, estrictamente proporcionales a las presiones recibidas, y **sin desplazamiento mecánico** alguno de la pinza superior. Esto último es muy importante ya que hace posible el $\Delta\epsilon/\text{seg}$ constante.



Figura 8

(1) LEONARD DART S. y PETERSON L. E. (American Viscose Corporation) Un sistema de ensayo de fibras a la tracción mediante indicador eléctrico. Text. Res. J. Febr. 1949.

3).—Sistema indicador constituido por un milivoltímetro graduado convenientemente y provisto de varios shunts que permiten efectuar mediciones en escala muy distintas, con sus mandos correspondientes.

4).—Sistema registrador eléctrico.

5).—Sistemas automáticos para realizar ensayos en varias condiciones de carga y descarga consecutivas.

Incluimos una fotografía de dicho aparato (fig. 6), en la cual aparece a la izquierda el sistema extensor con la célula Statham, y a la derecha, en un mueble apropiado, toda la parte indicadora y registradora con los mandos correspondientes.

Es notable la extraordinaria sensibilidad del aparato, ya que permite obtener gráficos tan interesantes como el de la fig. 7, en el que se puede apreciar con toda claridad, el punto en que se ha roto cada uno de los veinte filamentos que constituían el hilo (1).

La realización y el manejo son sencillos, y la aparente complicación de la parte registradora e indicadora, es susceptible de extraordinaria simplificación para los aparatos destinados al ensayo industrial, reduciéndose a un simple milivoltímetro y a los mandos del motor.

Dinamómetro de plano inclinado.

Este tipo de aparato permite realizar ensayos a $\sigma = kT$. Consta esencialmente de una columna en cuya parte superior hay un eje que sirve de apoyo a uno o varios carriles rectos que de este modo pueden adoptar distintas inclinaciones respecto a la horizontal, materializando el plano inclinado.

Sobre estos carriles se desplaza en virtud de su propio peso un carro que lleva la pinza móvil. Sobre este carro pueden cargarse varios pesos suplementarios a fin de poder abarcar una gama de tensiones mayor. La segunda pinza es fija y está situada en el extremo superior del carril.

Entonces tenemos (fig. 9):

$$\begin{aligned} t &= P \operatorname{sen} \alpha \\ d &= L \operatorname{sen} \alpha \end{aligned}$$

por tanto:

$$\frac{t}{d} = \frac{P}{L} ; t = \frac{P}{L} d$$

O sea, que la tensión t es proporcional al desplazamiento vertical d del extremo del carril, por ser P (peso del carro) y L (longitud de los carriles) constantes del aparato. Como es muy fácil de realizar:

$$d = K T$$

mediante un motorcito eléctrico de velocidad constante, se obtiene:

$$t = K \frac{P}{L} T$$

o sea, que la tensión es proporcional al tiempo.

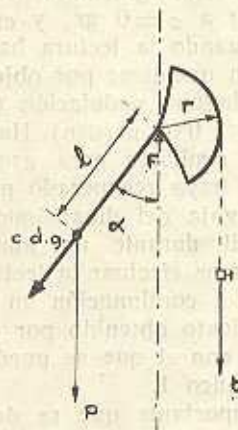


Figura 9

Este aparato presenta numerosas ventajas:

- 1).—La tensión no se modifica en absoluto al producirse el alargamiento. El hilo puede alargarse libremente.
- 2).—Posibilidad de efectuar ensayos a carga constante.
- 3).—Posibilidad de reproducir exactamente las condiciones de carga para hilos de dis-

L. E. I.

(1) Ver nota página anterior

TESTIMONIO de INDISCUTIBLE CALIDAD



*Ahora producimos
más y mejor*

Una instalación de aire acondicionado **AEESA** influye poderosamente en la producción textil: mejora la calidad, al lograr condiciones óptimas para todos los procesos, gracias al control perfecto de temperatura, humedad, pureza del ambiente, etcétera, y aumenta la producción al aumentar el rendimiento del operario, al que se brinda un ambiente siempre agradable y estimulante.

**ACONDICIONAMIENTO DE AIRE
PARA LA INDUSTRIA TEXTIL**

AEESA

Solicite información.

Anglo Española de Electricidad, S.A.

Av. José Antonio, 525
BARCELONA

Española, 34
MADRID

tinto título, distinta longitud de prueba, y en distintos aparatos.

4).—Posibilidad de medir los alargamientos y recuperaciones diferidas.

5).—Utilización de un mecanismo registrador sencillo.

Los inconvenientes de este aparato son que las resistencias pasivas del carro, proporcionales a la componente R , son máximas para las tensiones mínimas, y que el carro presenta una inercia bastante considerable que obliga a efectuar los ensayos con lentitud.

MEDICION DEL ALARGAMIENTO ELASTICO INMEDIATO

Es la deformación producida por una tracción que actúa durante un tiempo que se aproxima a cero, y medida también en un tiempo que tiende a cero. Para poderla efectuar se emplean medios acústicos, de los cuales sólo daremos unas ligeras indicaciones.⁽¹⁾

Fórmulas y relaciones básicas.—Según la definición del módulo de elasticidad:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Por tanto, el alargamiento sufrido bajo un esfuerzo σ , en el supuesto que E sea constante:

$$a. e. i. = \varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Pero si E es variable, tendremos:

$$E = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$$

$$d\varepsilon = \frac{1}{E} d\sigma ; a. e. i. = \varepsilon_n = \int_0^{\sigma_n} \frac{1}{E} d\sigma_n$$

Si podemos dibujar experimentalmente la curva $1/E = f(\sigma)$, podemos conocer el alargamiento ε_n , que será igual al área delimitada por el eje de abscisas, el eje de ordenadas, la curva representativa de la función y la ordenada en el punto n .

Medición de E mediante fenómenos acústicos.—La Física nos enseña que la velocidad

(1) HAMBURGER W. J. Comportamiento elástico de las fibras textiles. Text. Res. J. Febr., 1949.

de propagación de una vibración longitudinal en un cuerpo prismático o cilíndrico, es:

$$v = \sqrt{E/\delta} ; \text{ de donde } E = v^2 \delta$$

siendo δ la densidad del cuerpo. Aquí, desde luego, el módulo de elasticidad se expresa en gr./cm.². Pero como:

$$E = E_{\text{tex}} \delta$$

resulta

$$E_{\text{tex}} = v^2$$

3.º Un cristal que transmite por contacto las vibraciones recibidas del oscilador, al hilo que se ensaya.

4.º Un segundo cristal situado a la distancia d del primero, que recibe las vibraciones emitidas por el primer cristal, transmitidas a lo largo de la longitud de hilo d a la velocidad v . La vibración recogida será de la misma frecuencia y longitud de onda λ que la emitida, pero defasada en retraso, debido al tiempo empleado para recorrer la distancia d .

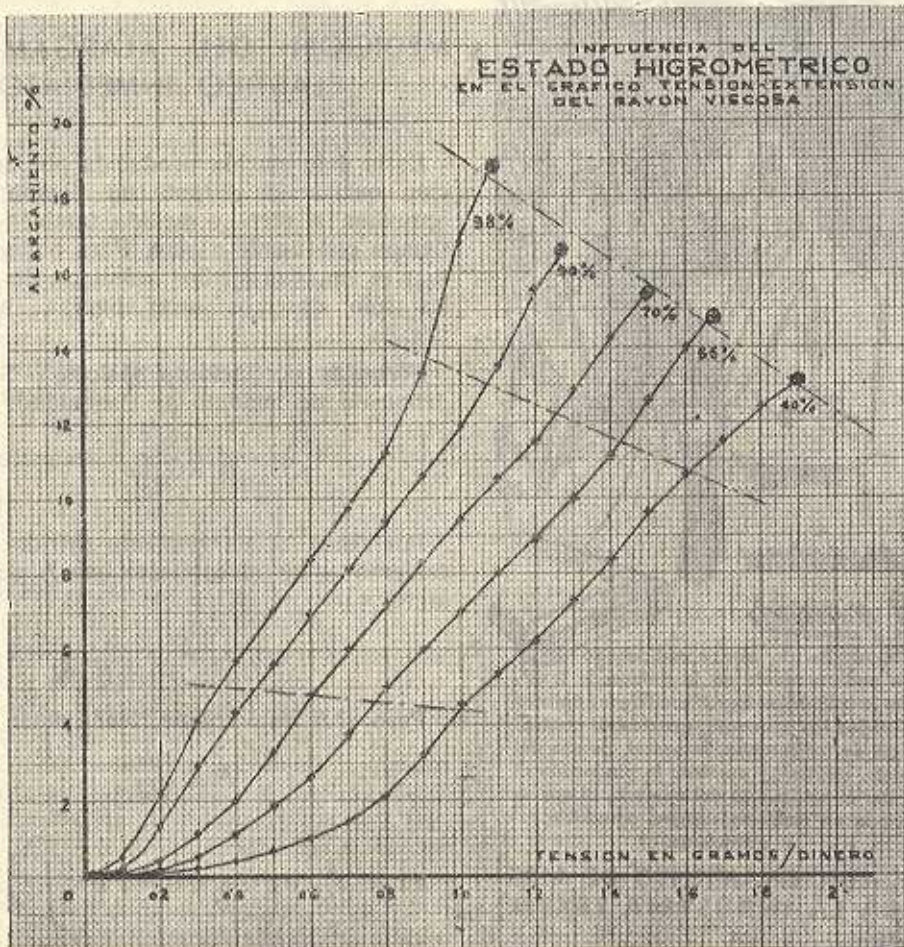


Figura 10

Técnica de la medición de v^2 , Aparato Bal-lou-Silverman.—Consta este aparato de las siguientes partes:

1.º Un dinamómetro de tensión constante (plano inclinado o peso libre), que somete la muestra a la tensión de prueba.

2.º Un oscilador alta frecuencia (~ 10.000 ciclos/seg.) de frecuencia f variable.

3.º Un amplificador.

4.º Un oscilógrafo catódico que recibe superpuestas las vibraciones de ambos cristales y que, según la figura proyectada en la pantalla del mismo, nos indicará si las dos vibraciones están en concordancia de fase, en oposición o defasadas de un valor cualquiera.

Variando la frecuencia f conseguiremos que

las dos vibraciones estén en oposición de fase, en cuyo momento $\lambda = 2d$. Como la frecuencia es indicada por el propio aparato, tendremos:

$$v = \lambda = 2df$$

$$E_{\text{tex}} = v^2 = 4d^2 f^2$$

Este aparato ha experimentado diversos perfeccionamientos, entre los cuales podemos citar la emisión de cortos trenes de ondas en vez de una vibración continua, a fin de evitar la producción de ondas estacionarias y resonancias. Finalmente, la adición de un mecanismo registrador que permite registrar de

figura. En el mismo podemos comprobar los siguientes hechos:

1.º Cuando el rayón está más seco, tiene mayor tenacidad, pero menor extensibilidad.

2.º Para $c = 0.4$ gr./den. el a. t. a 98 % de HR, es 13 veces mayor que a 40 % de HR.

3.º Al pasar de 40 % a 98 % de HR, el rayón pierde el 43 % de su resistencia a la rotura, aumentándose, en cambio, su alargamiento a la rotura en un 45 %.

Para deducir el grado de humedad más conveniente durante las operaciones de preparación y tisaje, recordaremos que en ellas

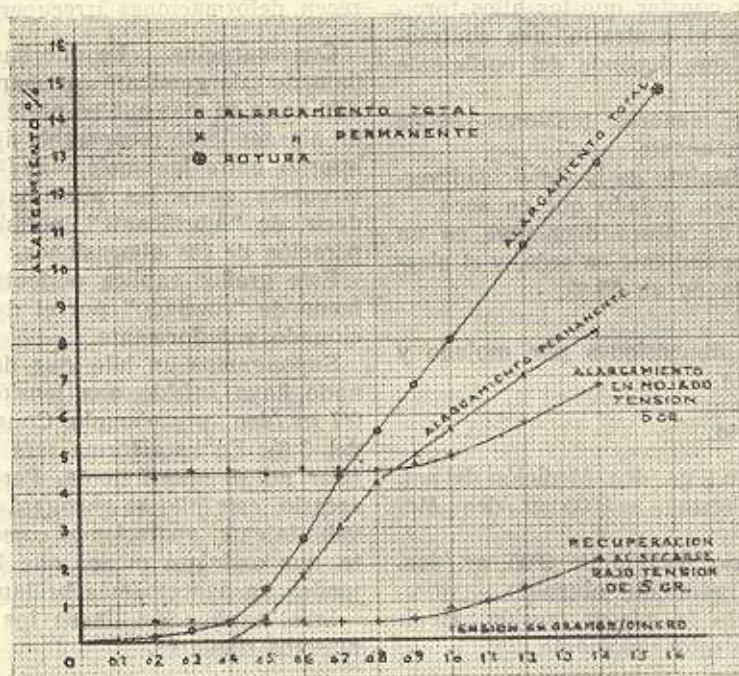


Figura 11

forma continua los valores de E durante un ciclo completo de carga hasta la rotura, o cargas y descargas sucesivas, etc. (1)

INFLUENCIA DEL ESTADO HIGROMETRICO

Para poner de manifiesto la influencia del estado higrométrico sobre la tenacidad y las propiedades elásticas del rayón, hemos efectuado una serie de ensayos a distintos grados de humedad, que resumimos parcialmente en el gráfico fig. 10. Hemos omitido las curvas correspondientes a los alargamientos permanentes, para evitar confusiones en la

raramente se sobrepasa una tensión igual al 25 % de la carga de rotura, o sea, aproximadamente, $c = 0.4$ gr./den. De los ensayos efectuados tomamos los siguientes datos, para dicha tensión:

HR	a. t.	a. p.
40 %	0.4 %	0
55 %	1.1 %	0
70 %	2.0 %	0
80 %	2.9 %	1.3 %
90 %	3.9 %	1.9 %
98 %	5.7 %	3.1 %

Hasta 70 % de HR no se origina deformación permanente sensible con $c = 0.4$ gr./den. Por tanto, el grado óptimo de humedad será

(1) HAMBURGER W. J. Comportamiento elástico de las fibras textiles. Tex. Res. J. Dic. 1948.

éste, por ofrecer el máximo de elasticidad sin producirse alargamiento permanente alguno. Sin embargo, es recomendable operar, por precaución, a un grado algo más bajo, a 65 % de HR, que coincide con el recomendado por el BISFA y la mayor parte de autores.

Gráfico tensión-alargamiento en mojado.

En el mismo (fig. 11) podemos observar varios hechos muy interesantes:

1.º El hilo de rayón experimenta por simple mojado, sin ninguna tensión, un alargamiento espontáneo del 3'5 %, que es originado por el hinchamiento del hilo.

Debemos hacer constar que los hilos torcidos experimentan, al contrario, una contracción de longitud que depende del coeficiente de torsión.

2.º Desde las menores tensiones existe alargamiento permanente.

3.º El valor absoluto de la elasticidad verdadera es mayor en mojado que en seco.

4.º La carga de rotura disminuye en un 52 % de la correspondiente en seco, y el alargamiento aumenta en un 65 %.

Recuperación de dimensiones por mojado y secado (fig. 11).

Proceso operatorio.

- Carga hasta σ gr./den. Medición del a. t.
- Descarga hasta $\sigma = 0'05$ gr./den. Medición del a. p.
- Mojado bajo tensión de 0'05 gr./den. Medición del alargamiento obtenido.
- Secado bajo la misma tensión. Medición del alargamiento remanente.

(6) HERMANNE L. Interpretación del comportamiento elástico del rayón. Text. Pes. J. Febrero 1949.

Observaciones interesantes.

1.º Al mojarse el rayón modifica su longitud, alargándose o encogiéndose, hasta alcanzar una longitud igual a $L + 4'5$ % de L, que hasta una carga de $\sigma = 0'8$ gr./den., es constante e independiente de la tensión σ sufrida.

2.º Hasta este límite se recuperan completamente las dimensiones iniciales por secado. (El remanente de 1/2 % es debido a la tensión de 0'05 gr./den. bajo la cual se ha secado. Desaparece por completo si el secado se efectúa libre de tensión.)

3.º Pasado el límite de 0'8 gr./den., aparecen deformaciones irreversibles.

Consecuencias. — Lo que hasta aquí hemos llamado alargamiento permanente, en realidad no lo es más que en parte, siendo el resto un alargamiento recuperable fijado por el roce interno entre las moléculas (1). El agua interpuesta entre las mismas actúa, podemos decir, de "lubrificante", permitiendo la recuperación de las dimensiones.

Este gráfico explica perfectamente el fenómeno de "revelado" por el descruado mencionado anteriormente.

Supongamos un hilo que durante el bobinado haya sufrido una tensión excesiva, de 0'7 gr./den., por ejemplo. Conservará un a. p. del 3 %. En esta forma será tejido, y en el telar no se notará nada. Pero al mojarlo y secarlo, este hilo se encogerá el 3 % que llevaba latente, apareciendo como un hilo tirante, que ondulará menos que los contiguos y tendrá un aspecto más brillante.

Igual explicación tienen los "encotillats" y defectos similares.

JOSÉ RIUS MAQUINARIA Y SUMINISTROS TEXTILES

Máquinas, Accesorios y Recambios

REPRESENTACIONES EXCLUSIVAS NACIONALES Y EXTRANJERAS

Proyectos de Instalaciones de fábricas
Valoraciones y Peritajes

MONTURAS DE MAQUINARIA TEXTIL

Despacho y Almacén

Bruch, 20

BARCELONA



Teléfono 11.872

Dirección telegráfica:

MARIUS-BARCELONA