

---

# Teoría, Variables y Sensibilidad del Ensayo del Tiempo Crítico de Disolución del Poliéster.

J. Gacén (\*)

## 0.1 Resumen

Se describe el significado del tiempo crítico de disolución (TCD) como medida de caracterización de la estructura fina del poliéster, así como la influencia de las variables del ensayo. También se hace referencia a la sensibilidad de esta técnica para detectar variaciones en la estructura fina de la fibra producidas en su proceso de fabricación y a lo largo de tratamientos térmicos, tales como texturación FTF convencional, texturación FTF por fricción - torsión - estirado, tintura y termofijado.

## 0.2 Summary

Dissolution Critical Time is described as a way to characterize the fine structure of polyester as well as the influence of the test variables. References also made to the sensitiveness of this technique in the detection of some variations in the fine structure of the fibre caused in its manufacturing process and thermal treatments, such as FTF conventional texturation, friction - twist - stretch FTF texturation, dyeing and heatsetting.

## 0.3 Résumé

On décrit l'acceptation du temps critique de dissolution (TCD) acomme una mesure de caracterisation de la structure fine du polyester, ainsi que l'influence des variables de l'essai. On fait aussi référence à la sensibilité de cette technique qui detecte des variations dedans la structure fine qui ont été produites pendant son processus de fabrication et tout le long des traitements thermiques, comme la texturation FTF conventionnelle, la texturation FTF par friction - torsion - étirage, la teinture et le thermofixage.

(\*) Dr. Ing. Joaquín Gacén Guillén. Sub - Director de Investigación de este Instituto. Jefe de su laboratorio de "Polímeros Textiles". Catedrático de "Polímeros Textiles" de E.T.S.I.I. de Terrassa.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La solubilidad de una fibra en un disolvente determinado depende de la concentración de éste en una mezcla disolvente/no disolvente, de la temperatura y del tiempo de contacto. Combinando adecuadamente estas variables son posibles situaciones que oscilan entre un hinchamiento más o menos pronunciado y una solubilización total más o menos rápida, pasando por una solubilización parcial. En el caso de fibras cuya microestructura es sensible a los tratamientos térmicos propios del proceso industrial textil, como sucede con las fibras sintéticas, las condiciones necesarias para producir una solubilización incipiente, parcial o total, pueden depender mucho del historial térmico, hidrotérmico o termomecánico del sustrato. Así pues, sucede que manteniendo constantes las otras dos variables, el nivel de la tercera necesario para que se produzca la solubilización total o parcial puede ser considerado como un parámetro útil para caracterizar la estructura fina de la fibra. Un parámetro de este tipo es de gran utilidad como mínimo a efectos de comparación entre sustratos objeto de estudio, lo cual es frecuente cuando se trata de resolver situaciones conflictivas.

Así pues, resultan como parámetros:

- la concentración crítica de disolución
- la temperatura crítica de disolución
- el tiempo crítico de disolución

De todos ellos, el más cómodo es el tiempo crítico de disolución ya que se trabaja con una sola disolución y a una única temperatura, siendo simplemente necesario medir el tiempo que transcurre desde que el sustrato entra en contacto con la solución hasta que se detecta la disolución de la fibra de acuerdo con el criterio convenido. Por el evidente ahorro de tiempo y de reactivos que supone, siempre que se puede elegir se prefiere este parámetro a los otros dos mencionados. En el caso de las fibras de poliéster, el tiempo crítico de disolución (TCD) ha pasado a ser un parámetro clásico de su microestructura, según se desprende de la bibliografía reciente, por su gran sensibilidad para detectar variaciones en los tratamientos térmicos aplicados a esta fibra.

A lo largo de este trabajo, se describe el significado del TCD del poliéster, la incidencia de las variables de este ensayo y también su capacidad para detectar variaciones en la estructura fina del poliéster sometido a tratamientos radicalmente diferentes o a tratamientos similares que difieren algo en su intensidad.

## 2. TIEMPO CRITICO DE DISOLUCION DEL POLIESTER.

Se entiende por tiempo crítico de disolución el que transcurre desde que una anilla de hilo, sujeta a un soporte adecuado, entra en contacto con una

disolución hasta que una pesa que pendía de la anilla toca la base del tubo que contiene el conjunto soporte - anilla, después de haberse separado de ésta por rotura mecánica producida a causa de un desmoronamiento previo de la estructura y éste por debilitamiento de las fuerzas de cohesión.

A lo largo del ensayo del TCD se produce un debilitamiento de la cohesión intermolecular hasta que se llega a una situación en que aquélla ya no es suficiente para sostener colgada la pesa indicada. Gacén<sup>1)</sup> ha comparado el fenómeno con el que tiene lugar en la destorsión de un hilo, ya que en este caso, al disminuir o casi desaparecer las fuerzas de rozamiento, el hilo pierde su resistencia.

El valor del TCD puede ser considerado como una medida de la cohesión intermacromolecular global de la fibra<sup>2)</sup>. Cuanto mayor es ésta, más alto es el valor del TCD. Este parámetro ofrece también una medida de la cristalinidad y del tamaño y estabilidad de los cristales<sup>3)</sup>. Más recientemente se ha observado que también es sensible a la orientación de las regiones amorfas y cristalinas<sup>4)</sup>. Los tratamientos térmicos aumentan el tamaño y perfección de los cristalitas, produciendo en el TCD importantes aumentos que son tanto más acusados cuanto mayor es la temperatura y/o tiempo del tratamiento.

El ensayo del TCD es sensible, preciso, breve, sencillo y económico. Puede realizarse sobre material teñido y requiere poca materia. Debe aplicarse necesariamente sobre hilo y los mejores resultados se obtienen obviamente sobre hilo continuo. Fue utilizado inicialmente por Schewertassek<sup>5)</sup> y más tarde por Grimm<sup>6)</sup> para estudiar las variaciones morfológicas en la estructura de las fibras de poliéster.

Los ensayos realizados sobre filamentos extraídos de un cable de la línea de producción de fibra discontinua conducen a valores que presentan una alta dispersión. Al aplicar esta técnica sobre hilo, el coeficiente de variación es del orden del 5 - 10%.

### 3. VARIABLES DEL ENSAYO.

El fenol 100% y las mezclas fenol/tetracloroetano son buenos disolventes del polietilentereftalato y a ellos se suele recurrir en el ensayo del tiempo crítico de disolución. El *modus operandi* ha sido detalladamente descrito por Gacén y Canal (2). La concentración de fenol en la mezcla Ph/TCE y la temperatura del ensayo dependen de la historia térmica del sustrato. Fenol 100% y 60°C de temperatura puede decirse que son las condiciones más habituales en la bibliografía. Sin embargo, el TCD de los hilos no tratados térmicamente se suele situar por debajo de 10 segundos, por lo que se suele preferir una mezcla Ph/TCE poco rica en fenol y una temperatura que conduzca a tiempos razonables. Gacén y Canal sugieren una mezcla 10/90 a 50°C<sup>7)</sup> y Galil una mezcla 25/75 (Ph/TCE) a 25°C (3). Para evitar las mezclas y las irregularidades

que se pueden originar en su preparación y en su evolución se puede hacer uso también del fenol 100% a 50°C, temperatura esta que se sitúa lejos de la de solidificación del fenol.

Por el contrario, los sustratos que han experimentado un tratamiento térmico intenso presentan valores demasiado elevados en fenol 100% a 60°C, ya que se pueden situar por encima de los 15 minutos. En estos casos se suelen recomendar temperaturas que no pasen de 70°C con fenol 100% o temperaturas iguales o algo menores con mezclas 50/50 Ph/TCE<sup>7</sup> cuya capacidad disolvente es superior a la del fenol 100%.

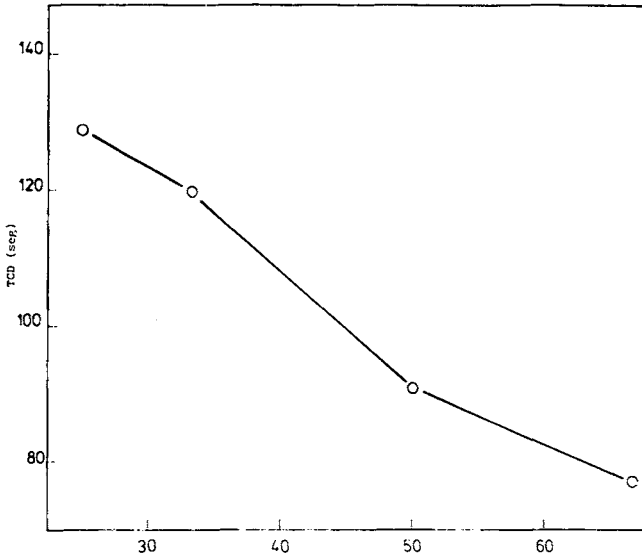


Fig. 1. TCD de un hilo no tratado térmicamente en función de la concentración de fenol a 25°C.

Por otra parte, se ha observado que, en el tramo de concentraciones ricas en fenol, las mezclas Ph/TCE poseen una capacidad disolvente superior a la del fenol 100%. Esto se ha atribuido a la menor capacidad de asociación de las moléculas de fenol cuando éstas se encuentran en presencia de moléculas de tetracloroetano. Este fenómeno incidiría en la facilidad con que el disolvente penetra en algunas zonas de la fibra y en el desmoronamiento de la estructura previo a la rotura mecánica de la fibra sometida a la tensión ocasionada por el peso que pende de ella.

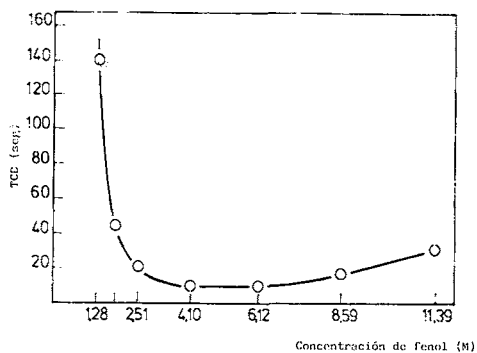


Fig. 2. TCD de un hilo no tratado térmicamente en función de la concentración de fenol a 45°C.

Al relacionar el TCD con la temperatura del ensayo se ha observado una excelente correlación lineal entre el logaritmo del TCD y la temperatura absoluta del ensayo<sup>8</sup>. Esta correlación ha permitido deducir el valor de la energía de activación global aparente del proceso de desmoronamiento de la estructura de la fibra que tiene lugar durante el ensayo del TCD. Este parámetro termodinámico se calculó como es habitual a partir de la pendiente  $\log. k/1/T$  ( $^{\circ}K^{-1}$ ). Este parámetro es poco sensible a las variaciones que razonablemente se pueden presentar en los tratamientos térmicos de ámbito industrial. Sí lo es en cambio a las variaciones que presenta un mismo sustrato al ser sometido a tratamientos térmicos radicalmente diferentes. Así pues, el valor del TCD será sensible a las variaciones que se pueden presentar en un tratamiento industrial pero no lo será la pendiente de las rectas  $\log TCD/1/T$  ( $K^{-1}$ ).

Con ello se desea indicar que sustratos con un historial térmico radicalmente diferente presentarán diferencias en los valores del TCD y también entre la energía de activación aparente (pendiente de las rectas). Por su parte cuando se trata de sustratos tratados térmicamente en condiciones vecinas, los TCD pueden ser apreciable o notablemente diferentes pero las rectas  $\log TCD/1/T$  ( $K^{-1}$ ) presentan pendientes muy similares y se encuentran más o menos desplazadas entre sí en la dirección del eje de ordenadas.

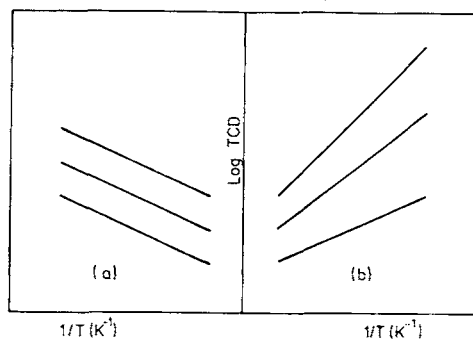


Fig. 3. Representación esquemática de la evolución del TCD en función de la temperatura absoluta.

- (a) el mismo sustrato sometido a tratamientos térmicos diferentes.
- (b) sustratos del mismo tipo de diferentes procedencias.

En la Tabla 1 se muestran valores experimentales correspondientes a los sustratos referenciados.

**TABLA 1**

SUSTRATO		PH/TCE (30/70) Ea (KCAL/MOL)	PH/TCE (10/90) Ea (KCAL/MOL)
POLIESTER NO TEXTURADO		15.5	-
POLIESTER TEXTURADO		27.7	-
POLIESTER TEXTURADO Y FIJADO EN AUTOCLAVE		36.8	-
POLIESTER NO FIJADO	PRODUCTORA A	-	9.4
	PRODUCTORA B	-	9.9
	PRODUCTORA C	-	11.1
	PRODUCTORA D	-	8.5
	PRODUCTORA E	-	9.1

Tabla 1. Energía de activación aparente del proceso de desmoronamiento de la fibra.

#### 4. RELACION ENTRE EL TCD Y OTROS PARÁMETROS.

Son diversos los autores que se han referido a la existencia de una buena o excelente correlación lineal entre la densidad, o cristalinidad calculada a partir de ella, de un sustrato tratado térmicamente y el logaritmo del tiempo crítico de disolución<sup>(1)(9)</sup>. Sin embargo, los valores que resultan de la aplicación de diversos tipos de tratamiento no se agrupan en una línea maestra. Así pues, al aplicar a un mismo sustrato diversos tipos de tratamientos térmicos a diferentes temperaturas y/o tiempos pero que difieren también en otras variables, como puede ser el medio en el seno del cual se realiza el tratamiento (aire, agua, disolventes orgánicos) o la posibilidad de que el sustrato se pueda encoger libremente o no a lo largo del mismo, sucede que los valores correspondientes a cada tipo de tratamiento se agrupan en líneas diferenciadas (9, 10). Esta circunstancia permite pensar que cada tratamiento induce una modificación estructural de distinto tipo y el resultado es que a una misma cristalinidad le pueden corresponder TCD diferentes. A este respecto se estima que para una misma densidad o cristalinidad los mayores valores del TCD corresponden al sustrato que contiene cristalitas de mayor tamaño.

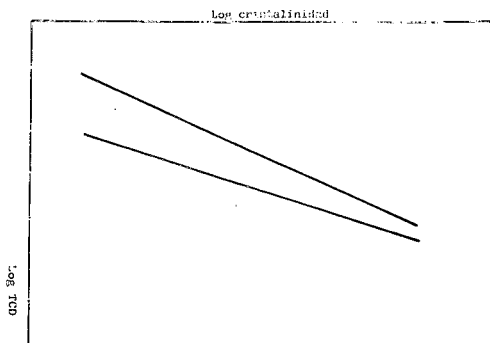


Fig. 4. Representación esquemática de la relación entre el log del TCD y la cristalinidad de sustratos tratados en condiciones diferentes.

La absorción de colorante es considerada como un excelente parámetro de la estructura fina de una fibra y se ha hallado una buena correlación lineal entre los valores K/S de muestras teñidas y el logaritmo del TCD. Nuestra experiencia nos indica, por otra parte, que el TCD es un parámetro mucho más sensible que la absorción de colorante, de manera que a escasas diferencias tintóreas les corresponden diferencias bastante más importantes en los valores del TCD. En situaciones de conflicto se ha indicado, por parte de alguna productora de fibras, que una mejor selección del colorante habría evitado la aparición de un barrado de tintura. Sin embargo, aunque esto se ha demostrado como verdadero, el problema tintóreo no se habría presentado si la partida a teñir hubiera sido uniforme, y de esta circunstancia es evidente que el responsable no es el tintorero.

## 5. TCD Y TRATAMIENTOS TERMICO - TEXTILES.

Para conocer la sensibilidad de la técnica del TCD a los tratamientos térmicos propios de la industria textil o en la planta de producción de la fibra de poliéster, Gacén y colaboradores han estudiado:

- 1) Sustratos sometidos a diferentes relaciones de estirado<sup>11)</sup>.
- 2) Sustratos fijados o estabilizados a diferentes temperaturas en la planta de producción<sup>11)</sup>.
- 3) Sustratos texturados a diferentes temperaturas y posteriormente teñidos<sup>12)</sup>.
- 4) Sustratos con diferentes niveles de texturación y posteriormente termofijados, en forma de tejidos de malla, en diferentes condiciones de tiempo y temperatura<sup>13)</sup>.
- 5) Sustratos de hilos planos transformados en tejidos de calada y termofijados en diferentes condiciones de tiempo y temperatura<sup>11)</sup>.
- 6) Sustratos de hilos planos transformados en tejidos de calada y termofijados con diferentes sobrealimentaciones (diferencias de tensión)<sup>12)</sup>.

Por su parte, Mc. Gregor y colaboradores determinaron en un amplio

estudio los valores del TCD de hilos texturados en condiciones de temperaturas, sobrealimentaciones y torsiones programadas de acuerdo con un plan central giratorio de cinco variables y cinco niveles<sup>16</sup><sup>17</sup>). Más reciente es el trabajo de Ghosh realizado sobre sustratos texturados por el procedimiento más moderno de estirado - texturado<sup>15</sup>). También se ha estudiado la variación del TCD que produce la aplicación de esfuerzos mecánicos a hilos continuos de poliéster en la fabricación de tejidos de calada y de malla<sup>18</sup>).

A estos trabajos nos vamos a referir a continuación, ya que aunque se sabe que el TCD aumenta con el tiempo y/o temperatura de tratamiento, la influencia de cada variable puede depender del nivel de la otra. Así pues, a título de ejemplo, una variación de 10°C en la temperatura de texturación es lógico que incida de un modo diferente que cuando la misma variación se produce en el proceso de termofijado, ya que en el primer caso el tiempo de permanencia es inferior a un segundo y en el termofijado se sitúa en torno a los 30 segundos.

Un estudio de este tipo nos permitirá conocer cuáles con las variaciones estructurales, medidas a través del TCD, que cabe esperar de una desviación más o menos razonable de las variables de un proceso. También ofrecerá datos para poder explicar diferencias de comportamiento que han conducido a situaciones conflictivas.

## **6. RELACION DE ESTIRADO Y TEMPERATURA DE ESTABILIZACIÓN.**

En la Tabla 2 están contenidos los valores del TCD de sustratos que varían en su relación de estirado y en la temperatura de estabilización. Las variaciones se sitúan dentro de las que razonable y eventualmente se pueden presentar en el proceso de fabricación de la fibra de poliéster. Esta tabla incluye también los valores de la cristalinidad deducidos a partir de la densidad de los sustratos correspondientes.

El TCD tiende a aumentar a medida que lo hace la relación de estirado, incluso en un intervalo tan estrecho como el comprendido entre 3.22 y 3.42. El aumento que se aprecia no es muy grande pero ha sido confirmado al determinar el TCD a temperaturas más bajas que conducen a valores más altos. Por otra parte, conviene señalar que el valor hallado para la relación de estirado de 3.32 debe ser considerado anómalo, según se explicara en la publicación correspondiente.

En la misma tabla puede apreciarse que el TCD es más sensible a las variaciones experimentales por la temperatura en la etapa de estabilización. Efectivamente, entre 180 y 220°C, este parámetro estructural experimenta un aumento medio de unos 8 segundos cuando la temperatura se incrementa en 10°C.



**TABLA 2**

RELACION DE ESTIRADO	TEMPERATURA DE ESTABILIZACION (°C)	CRISTALINIDAD (%)	TCD (SEG)
3,22	200	40,6	20
3,27		41,5	23
3,32		43,5	39
3,37		41,9	24
3,42		41,8	28
3,32	180	41,4	22
	190	42,7	29
	210	43,0	44
	220	46,8	52

Tabla 2. Tiempo crítico de disolución de sustratos sometidos a diferentes relaciones de estirado y diversas temperaturas de fijado en la planta de producción.

Del conjunto de valores de la Tabla 2 se deduce que el TCD es más sensible a las variaciones que puede presentar la temperatura de estabilización en el proceso de fabricación de la fibra que a las que suelen presentar en la relación de estirado post - hilatura. Esta situación es lógica, ya que , además de que puede fluctuar más que la relación de estirado, la variación de la temperatura conduce a mayores diferencias de cristalinidad y el TCD es más sensible a las variaciones de ésta que a las de la orientación, siendo producidas éstas principalmente por cambios en la relación de estirado.

A este respecto es interesante mencionar el muy reciente trabajo de Rao y Sweltz (19) realizado sobre hilos continuos de poliéster de diferentes orientaciones y cristalinidades. Estos autores concluyeron que únicamente sobre fibras simultáneamente orientadas y cristalinas se aprecia que un aumento de la orientación o de la cristalinidad conduce a un aumento en el valor del TCD.

## 7. TEXTURACION.

La Tabla 3 contiene los valores estimados del TCD de hilos texturados a diferentes temperaturas (primer horno) por el procedimiento FTF convencional. Estos valores y los de la cristalinidad se han deducido de la ecuación de

respuesta que relaciona estos parámetros estructurales con las variables del proceso de texturación en el mencionado trabajo de Mc. Gregor<sup>14)</sup>.

**TABLA 3**

TEMPERATURA DEL PRIMER HORNO (°C)	CRISTALINIDAD	T C D	
		SUSTRATO NO TEÑIDO	SUSTRATO TEÑIDO A ALTA TEMPERATURA
190	47.2	14.4	29.8
200	48.5	19.5	38
210	49.7	26.4	48.4
220	51.1	35.6	61.6
230	52.3	48.0	78.5
240	53.6	64.7	100

Tabla 3. Influencia de la temperatura de texturación en el TCD y en la cristalinidad de un poliéster texturado convencionalmente.

Como es lógico, tanto el TCD como la cristalinidad aumentan con la temperatura de texturación. Por otra parte, sucede que la tintura a alta temperatura no elimina sino que aumenta las diferencias entre el TCD de los sustratos texturados a diferentes temperaturas.

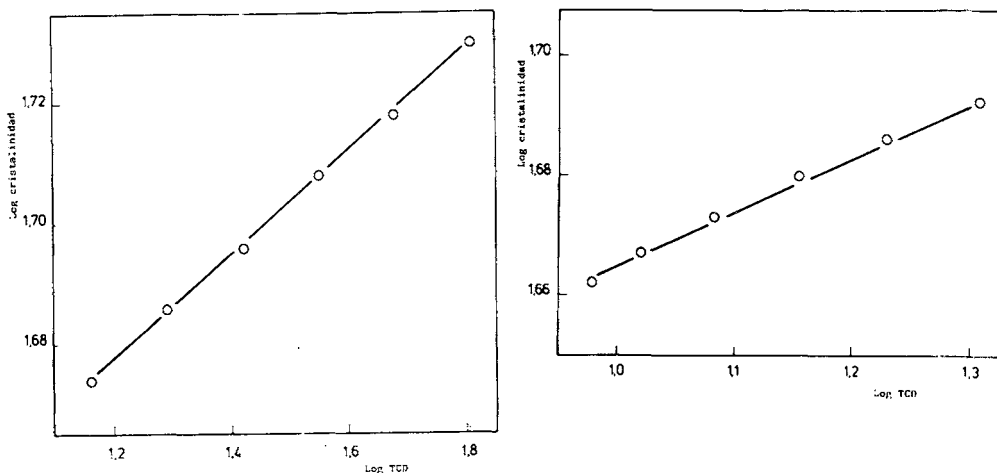
En la Tabla 4 se indican los valores estimados del TCD y de la cristalinidad de un sustrato de poliéster texturado a diferentes temperaturas (primer horno) por el procedimiento de fricción - torsión - estirado. En este caso, las estimaciones se han realizado a partir de las ecuaciones de respuesta de Ghosh<sup>15)</sup>.

**TABLA 4**

TEMPERATURA PRIMER HORNO (°C)	CRISTALINIDAD (%)	TCD (seg)
195	45.1	9.0
200	45.9	9.5
205	46.5	10.5
210	47.1	12.1
215	47.9	14.3
220	48.5	17.0
225	49.2	20.3

Tabla 4. Influencia de la temperatura de texturación en el TCD y en la cristalinidad de un poliéster texturado por fricción - torsión - estirado.

Es fácil apreciar que la variación de la microestructura en este proceso es mucho menor que cuando se textura por el procedimiento convencional, ya que, para una misma temperatura, el valor del TCD es del orden de la mitad y la cristalinidad es inferior en 2.5 unidades porcentuales. Por otra parte, de las Figs. 5 y 6 se deduce que existe una excelente correlación lineal entre los logaritmos del TCD y de la cristalinidad de los sustratos, independientemente del proceso de texturación aplicado.



Figs. 5 y 6. Relación log TCD/log cristalinidad.

De la consideración conjunta de la Tablas 3 y 4 se deduce que en la texturación por fricción - torsión - estirado una desviación de 10°C en la temperatura del primer horno conduce a diferencias en el TCD del orden de 1.5 segundos, mientras que cuando se textura según el proceso convencional la diferencia media es de unos 10 segundos. Consideramos que esta circunstancia puede ayudar a explicar el que las reclamaciones por barrados de tintura hayan desaparecido en gran medida al haberse divulgado el nuevo proceso de texturación.

## 8. TERMOFIJADO.

La Tabla 5 se refiere a los parámetros de un poliéster texturado convencionalmente (A) y de otro que lo ha sido por el procedimiento de fricción - torsión - estirado (B), los cuales se han transformado en tejidos de malla para después termofijarlos en diferentes condiciones de tiempo y temperatura<sup>(10)</sup>.

**TABLA 5**

TERMOFIJADO		CRISTALINIDAD (%)		TCD (seg)	
TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (SEG)	A	B	A	B
170	30	56.4	51.9	163	26.1
	40	56.9	53.6	164.3	36.3
	30	56.9	52.8	162.8	31.1
	40	58.3	53.9	192	46
SUSTRATO NO TERMOFIJADO		55.8	48.2	112	11.2

SUSTRATO A - TEXTURADO CONVENCIONALMENTE  
 SUSTRATO B - TEXTURADO NO CONVENCIONALMENTE

Tabla 5. TCD de dos sustratos de poliéster texturados por diferentes procedimientos y termofijados en las condiciones referenciadas.

Los valores de esta tabla confirman las grandes diferencias que en cuanto a TCD y cristalinidad presentan los sustratos texturados por los procedimientos arriba indicados. También se aprecia que el comportamiento y sensibilidad de la estructura fina al proceso de termofijado es notablemente diferente en los dos sustratos considerados.

El TCD del sustrato A es insensible a la variable tiempo cuando se termofija a 170°C y a la variable temperatura cuando se termofija durante 30 segundos. Por el contrario, el TCD es algo sensible a la variable temperatura cuando se termofija durante 40 segundos y al tiempo cuando el tratamiento se realiza a 200°C.

En el sustrato B se advierte que el TCD es significativamente sensible a las dos variables del proceso de termofijado, cualquiera que sea el nivel de la otra variable.

También sucede que con la aplicación del proceso de termofijado no desaparecen las diferencias estructurales que presentaban los sustratos diferentemente texturados, ya que para una misma temperatura y tiempo, el sustrato A presenta siempre cristalinidades y TCD superiores a los del sustrato B.

Los datos de la Tabla 6 permiten estudiar la variación del TCD y de la cristalinidad de la trama de un tejido de calada que se termofija a diferentes tiempos y temperaturas<sup>11)</sup>.

**TABLA 6**

TERMOFIJADO		CRISTALINIDAD (%)	TCD (seg)
TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (seg)		
180	30	51,3	89
	45	52	112
	60	53,8	131
200	30	55,0	135
	45	56,0	163
	60	57,1	195
TEJIDO NO TERMOFIJADO		40,2	7,2

Tabla 6. TCD de un hilo continuo de poliéster termofijado a diferentes temperaturas y tiempos.

Del examen de esta tabla se deduce que un aumento de la temperatura y/o del tiempo de termofijado conduce a un importante aumento de los valores del TCD, siendo mayor la influencia de la temperatura que la del tiempo. A efectos de cuantificación de la incidencia de estas variables, se puede indicar que cuando se pasa de 30 a 60 segundos el aumento del TCD se sitúa alrededor del 40%. mientras que entre 180 y 200°C se produce un aumento aproximado del 60%.

El termofijado aumenta también mucho la cristalinidad, ya que en las condiciones más benignas (180°C y 30 seg) se produce un aumento de 11 unidades porcentuales y de 17 unidades en las condiciones más enérgicas. Tanto a 180 como a 200°C, un aumento del tiempo se traduce en un ligero aumento de la cristalinidad y, cualquiera que sea el tiempo, un aumento de la temperatura conduce a incrementos de 3.5 - 4 unidades porcentuales en la cristalinidad.

**TABLA 7**

Contracción por trama (%)	Trama	TCD(seg) Urdimbre
1,4	147	64
3,6	130	66
5,8	118	67
7,2	118	66

Tabla 7. Influencia de la tensión por trama en el TCD de un poliéster termofijado (200°C, 45 seg).

Finalmente, en la Tabla 7 están contenidos los resultados del estudio de la influencia de la tensión por trama en el termofijado<sup>12)</sup>. Como es bien conocido cuanto mayor ha sido la contracción menor ha sido la tensión experimentada por el hilo de trama en la operación de termofijado. Ello significa que, según la Tabla

6, el TCD tiende a aumentar cuanto mayor es la tensión a la que ha estado sometido el sustrato en el termofijado. La constancia observada en el valor del TCD de la urdimbre, la cual no estuvo sometida a tensión en la operación de termofijado, puede servir de apoyo a la afirmación anterior.

## 9. BIBLIOGRAFIA.

- (1) Gacén, J.; Revista de la Industria Textil, nº 202 (Noviembre 1982) pp. 33 - 41.
- (2) Gacén, J. y Canal Arias, J.M.; Bull. Scienti ITF, Vol 5, nº17, pp. 17 - 27.
- (3) Galil, F.; Textile Research J. 43 (October 1973) pp. 615 - 623.
- (4) Gulrajami, M.L. y Saxena, R.K.; Textile Research J., 50 (July 1980) pp. 406 - 410.
- (5) Schvertassek, K.; Faserforschung Textiltech, 10 (1959) p. 387.
- (6) Grimm, H.; Faserforschung Textiltech. 14 (1963) p. 81.
- (7) Gacén, J. y Canal Arias, J.M.; XII Congress IFATCC, Proceedings, pp. 53 - 56, Budapest, June 1981.
- (8) Gacén y Canal Arias, J.M.; Bull. Scient. I.T.F., nº 28 (Nov 1978) pp. 427 - 435.
- (9) Weigman, H.D., et al.; Textile Research Journal, 47 (December, 1977) pp. 761 - 771.
- (10) Canal, J.M. y Gacén, J.; Bol. INTEXTAR, nº 80 (1981) pp. 25 - 32.
- (11) Gacén, J. y Bernal, F.; Trabajo pendiente de publicación.
- (12) Gacén, J., Canal Arias, J.M. y Valldeperas, J.; Bol. INTEXTAR, nº 82 (1983) pp. 33 - 44.
- (13) Gacén, J., Naik, A. y Canal Arias, J.M.; Textile Veredlung (en prensa).
- (14) Gacén, J., Canal Arias, J.M., Naik, A. y Bernal, F.; Bull. Scient. I.T.F., Vol. 14, nº 53 (1er. trimestre 1985) pp. 35 - 50.
- (15) Gacén, J. y Bernal, F.; Trabajo pendiente de publicación.
- (16) Mc. Gregor, R. y Adeimy, J.A.; Textile Research J., 47 (July 1977) pp. 477 - 484.
- (17) Mc. Gregor, R. y Adeimy, J.A.; Textile Research J., 47 (August 1977) pp. 516 - 522.
- (18) Gosh, S. y Wolhar, J.; Textile Research J., 51 (June 1981) pp. 373 - 383.
- (19) Rao, M.V.S. y Dweltz, N.E.; Textile Research J., 55 (April 1985) pp. 247 - 252.

Trabajo recibido en 1987. 09. 03. - Aceptado en 1987. 10. 05.