

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



“MEJORAS EN EL PROCESO DE TINTORERÍA DE HILOS DE POLIÉSTER”

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO TEXTIL

***POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE
CONOCIMIENTOS***

PRESENTADO POR:

ROSEMARIA HIYO GARCIA

LIMA - PERU

2010

AGRADECIMIENTOS:

**A mi Asesor Ing. Marco Brañez, al jurado examinador
Ing. Carmen Uribe y Ing. Walter Zaldivar por sus aportes
valiosos.**

**A Ing. Julia Li por facilitarme el uso de Equipos de
Laboratorio.**

DEDICATORIA.

A Dios por ayudarme a alcanzar mi meta.

A mis padres, por ser fuente de apoyo y confianza.

A mis hermanos Jorge Luis, Andres, Ana, Margot y Mary por los momentos compartidos.

A mis sobrinos Rafael, Alitu, Antony, Isabel, angelica y Anita mi Tesoro, que muestran la parte linda de la vida

A David, mi pareja, por su amor, confianza y apoyo

A la Sra. Iris por sus ánimos y cariño.

RESUMEN

Las características que en el futuro deberán tener las industrias textiles de tamaño medio para poder ser competitivas, juegan un papel importante en la "Calidad" de la empresa y en los atributos de dicha "Calidad", se escoge los aspectos técnicos de la "Calidad" las funciones del "Grupo de Trabajo" y la "Optimización de los procesos".

Por otro lado, la industria de tintorería y acabados, en general, no goza de una buena reputación en cuanto a "calidad" y "fiabilidad", tal vez por la complejidad de sus procesos y también, en muchos casos, por falta de métodos objetivos para controlar su calidad. Es frecuente el aceptar un determinado porcentaje de reprocesos de tintura o acabado que en algunos casos no suelen tener repercusiones en el cliente, pero sí repercusiones internas, por el encarecimiento del coste, y en otros casos, cuando la repercusión es externa, suelen incidir en la imagen y rentabilidad de la empresa. La necesidad de obtener "la calidad necesaria al precio adecuado y en el tiempo convenido" es hoy en día uno de los retos que tiene esta industria.

**MEJORAS EN EL PROCESO DE TINTORERÍA DE HILOS DE
POLIÉSTER**

INDICE

1. Introducción.....	4
2. Aspectos generales.....	6
2.1.- Historia de las fibras de poliéster.....	6
2.2.- Proceso de fabricación.....	9
2.2.1.- Producción por copolimerización.....	10
2.2.2.- Producción de poliéster modificado	10
2.3.- Nuevos poliésteres.....	10
2.3.1.-Poliéster apropiado para la tintura con colorantes básicos.	11
2.3.2.- Poliéster apto para la tintura con colorantes ácidos.....	11
2.4.- Propiedadesde la fibra.....	11
2.5.- Usos.....	14
3. El Color.....	16
3.1.- Color y apariencia.....	16
3.2.-La Fuente Luminosa.....	17
3.3.- El Objeto.....	19
3.4.- El Observador.....	21
3.5.- Medición del color.....	25
3.6.- Descripción del Equipo de Medición.....	26
3.7.- Metamerismo.....	28
3.7.1.- Metamerismo de iluminante.....	28
3.7.2.- Metamerismo del observador.....	28
3.8.- Ecuaciones.....	28
3.8.1.- Ecuaciones para evaluación de la fuerza de color.....	28
3.8.2.- Ecuaciones de Kubelka-Munk.....	29
4. Teñido de las fibras de poliéster.....	30
4.1.- Colorantes dispersos.....	30
4.1.1.- Mecanismo de tintura.....	32
4.1.2.- Tintura con alta temperatura.....	33

4.2.- Clasificación de los colorantes dispersos.....	33
4.2.1.- Colorantes azoicos.....	33
4.2.2.- Colorantes antraquinónicos.....	34
4.3. - Procedimiento de tintura por agotamiento.....	38
4.4. - Condiciones técnicas para la tintura por agotamiento.....	40
4.4.1.-Dispersión.....	40
4.4.2.- Agentes de dispersión.....	41
4.4.3.- Estabilidad de dispersión.....	41
4.4.4.- Energía Térmica.....	42
4.5. – Igualación.....	43
4.5.1.- Migración.....	44
4.6. - Adsorción controlada.....	44
4.6.1.- Zona de temperatura crítica.....	45
4.6.2.- Influencia del sustrato.....	45
4.6.3.- Influencia de la cantidad del colorante.....	45
4.7.- Tintura óptima.....	45
4.7.1.- Poder de subida.....	46
4.7.2.- Influencia de la temperatura.....	46
4.7.3.- Influencia del Carrier.....	46
4.7.4.- Tiempo de fijación.....	47
4.8.- Factores influyentes en la tintura.....	47
4.8.1.- Resistencia a la hidrólisis	47
4.8.2.- Sensibilidad a la reducción.....	47
4.8.3.- Reducción durante la tintura de poliéster.....	48
4.9.- Diferencia de afinidad.....	48
4.10.- Oligómeros.....	48
5. Condiciones actuales del proceso de teñido.....	49
5.1.- Máquinas autoclaves	49
5.2.- Secado.....	50
5.3.- Coneras / bobinadoras.....	50
5.4.- Programación de Producción	51
5.5.- Cocina de colorantes.....	51

6. Condiciones optimas del teñido de las fibras de poliéster.....	55
6.1.- Curva de agotamiento.....	55
6.2.- Determinación de las tricromías.....	55
6.3.- Lavado de los Equipos de teñido.....	58
6.4.- Teñido de Hilos.....	58
6.5.- La Tecnologia de Reutilización	60
6.5.1.- La reutilización con almacenaje	61
6.5.2 .-Parte Experimental.....	62
6.5.3.-Sistema de acompañamiento de Baño Smart Liquor.....	66
7.- Conclusiones y Recomendaciones.....	70
Bibliografía.....	72
Anexos.....	72
Anexo 1.....	73
Anexo 2.....	74
Anexo 3.....	75
Anexo 4.....	80

CAPÍTULO 1 INTRODUCCION

La tintura de hilos poliéster, es un proceso de grandes volúmenes debido a que esta fibra sintética tiene un mayor consumo dentro del mercado mundial; por ello es importante en las operaciones de tintura, obtener el tono y solidez del color, por lo que se requiere el ajuste de parámetros operacionales, como la selección de colorantes dispersos que se agrupan en general por sus valores de difusión, encontrándonos con colorantes de baja energía, media energía y de alta energía, los auxiliares, químicos y la curva de teñido, ésta última que consiste en tres procesos parciales difusión, adsorción del colorante por la superficie de la fibra, difusión del colorante desde la superficie hacia el interior de fibra

Las fibras de poliéster se tiñen exclusivamente con colorantes dispersos, los cuales aunque poseen un buen agotamiento, en los colorantes dispersos la fijación es de entre el 80 y el 90% al final del proceso de tintura queda en el baño la suficiente cantidad de colorante para no ser desperdiciado y que podría ser utilizado para el siguiente ciclo de tintura, utilizando tecnologías de datacolor que casi todas las tintorerías tienen y que ayudan a reforzar el baño de tintura, y así reutilizarlo. Otras tecnologías que se ofrecen en el mercado son aun más específicas o completas.

El sistema para el acompañamiento del baño SmartLiquor®, para el control de proceso por medio del análisis del baño de teñido por agotamiento, y así disminuir el impacto medioambiental, optimizando los procesos para conseguir mejorar el nivel de agotamiento y/o reutilizar los baños finales. La principal fuente de agua residual es el baño de tinte y el agua de lavado usados, los cuales contienen subproductos (colorante hidrolizado), algo de tinte intacto y sustancias químicas auxiliares.

Disminuir el impacto medioambiental optimizando procesos para conseguir mejorar el nivel de agotamiento y/o reutilizar los baños finales, por lo tanto otra metodología para el estudio de las posibilidades de reutilización directa de los

baños de tintura que permita establecer la influencia sobre el color final del tejido manteniendo constante la concentración del proceso tintóreo.

Es importante conocer el funcionamiento de la máquinas, los flujos, temperatura, tipos de colorantes, conocer el factor de las recetas de laboratorio a planta; a partir de los resultados obtenidos puede observarse una tendencia del porcentaje de agotamiento con el número de reutilizaciones.

Además, es indispensable el estudio colorimétrico por medio de las diferencias totales de color entre los tejidos ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔC_{ab}^* , ΔH_{ab}^* , y la evaluación de la calidad de color mediante la ecuación CMC de los sustratos teñidos a partir de baños de reutilización con respecto al que fue teñido en el proceso inicial de tintura.

Es necesario analizar otros factores que son de gran importancia en el proceso tintóreo como son: el lavado de los equipos de teñido, la programación del orden en que se teñirán sucesivamente, ésta es crucial para disminuir el número de lavados de los equipos de teñido y la cantidad de reprocesos de las telas que no han alcanzado el color requerido.

Uno de los motivos de reprocesos, aunque no el único, reside en una selección incorrecta del orden en que se harán los teñidos sucesivos la optimización ha sido encarada desde dos ópticas diametralmente opuestas: el tiempo necesario para lavar los equipos de teñido o la diferencia entre los colores requeridos y los colores obtenidos. En algunas instancias es posible encontrar sucesiones que no requieran el lavado del equipo; sin embargo, en otras no es posible evitarlo, ello no asegura que siempre se logrará disminuir el número de veces que el equipo debe ser lavado, permite determinar de antemano cuantas veces habrá que hacerlo y cuando sucederá.

Es necesario analizar otros factores que son de gran importancia en el proceso tintóreo como son:

El estudio del sistema fibra-colorante en las tricromías, el estudio de los valores K/S (Kubelka-Munk) de los tejidos teñidos en los baños de tintura originales con relación a los valores que presentan los sustratos.

CAPÍTULO 2. ASPECTOS GENERALES

2.1.-HISTORIA DE LAS FIBRAS DE POLIÉSTER:

La fibra de poliéster se compone de macromoléculas lineales caracterizada por funciones éster múltiples. La producción de la fibra de poliéster esta basada en la condensación de un ácido dicarboxílico y de un dialcohol (glicol).

Como ácido se puede utilizar el ácido tereftálico, el ácido isoftálico y el ácido adipico, como glicol se utiliza el etilenglicol, pero el butilenglicol y otros glicoles también son adecuados.

Las fibras sintéticas en general se obtienen del petróleo, en base a reacciones químicas, siendo las más importantes el poliéster, la poliamida o nylon y las fibras acrílicas.

Los poliesters se preparan por métodos muy variados, de los cuales los más importantes, son:

1.-Autocondensación de los ω -hidroxiácidos:



2.-Condensación de compuestos polialcohólicos con ácido polibásicos:



3.-Intercambio de la función éster (transesterificación):



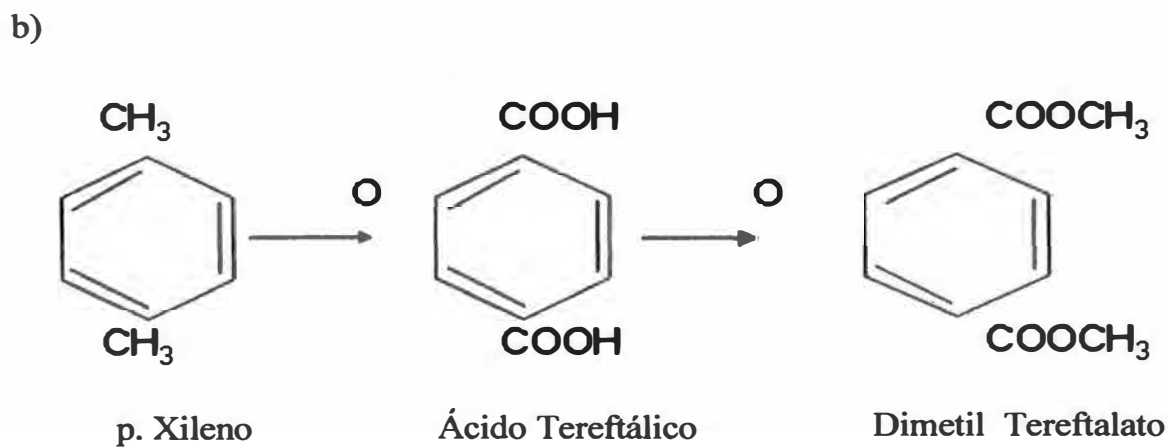
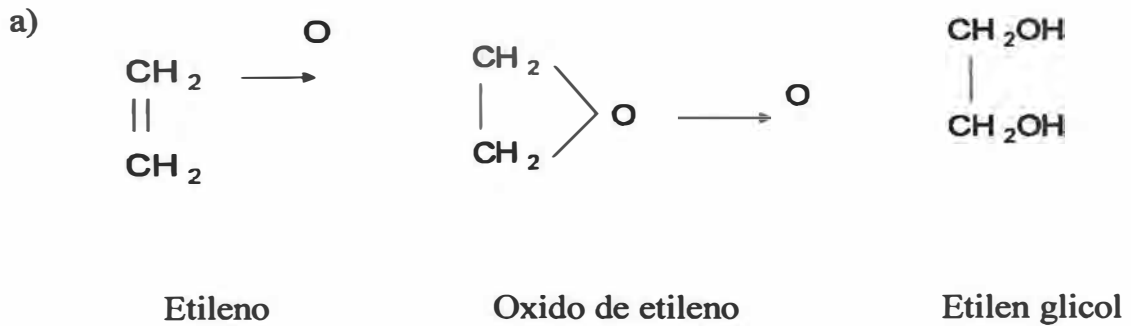
El polietilentereftalato es un polímero cuya principal utilidad es la de formar fibras y películas, que se utilizan en aplicaciones industriales y domésticas, debido a su elevada resistencia a la tracción, su resistencia al plegado y pequeña absorción de agua.

El ácido tereftálico, se prepara generalmente mediante un proceso de oxidación a partir del p-xileno. Aunque el p-xileno se puede obtener a partir del alquitrán de hulla, el éxito de PET, radica en buena medida en que el ácido tereftálico se obtiene mediante un método de fabricación del p-xileno a partir de fracciones de

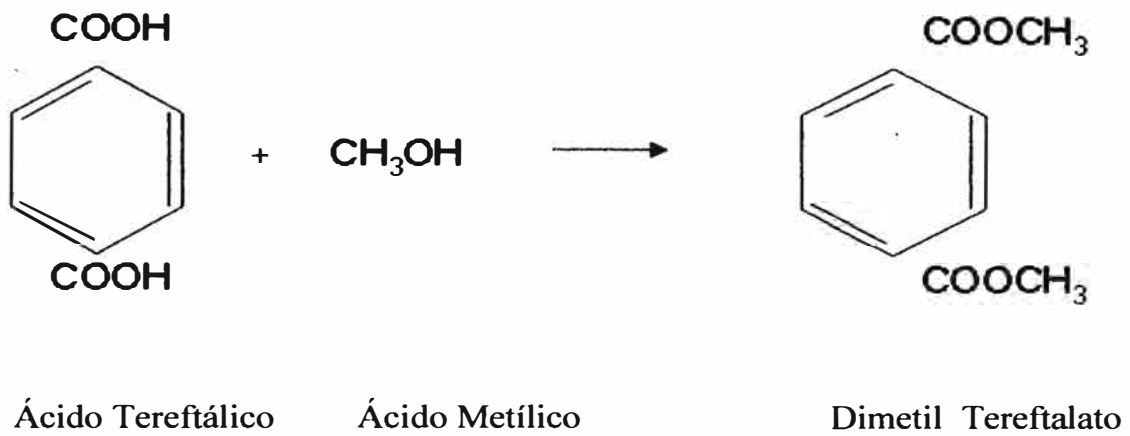
petróleo, (es difícil obtener el p-xileno puro debido a su alto punto de ebullición (138°C) y resulta también difícil obtener el ácido tereftálico, que sublima a 300°C). Por esta razón es conveniente preparar el polímero mediante una reacción de transesterificación, entre el tereftalato de dimetilo y el etilenglicol.

El poliéster principal es el polietileno tereftalato, que tiene su unidad repetitiva larga con segmentos flexibles (CH₂) y rígidos (anillos bencénicos).

A continuación se muestran las reacciones de obtención de la fibra de poliéster por polimerización.



c)



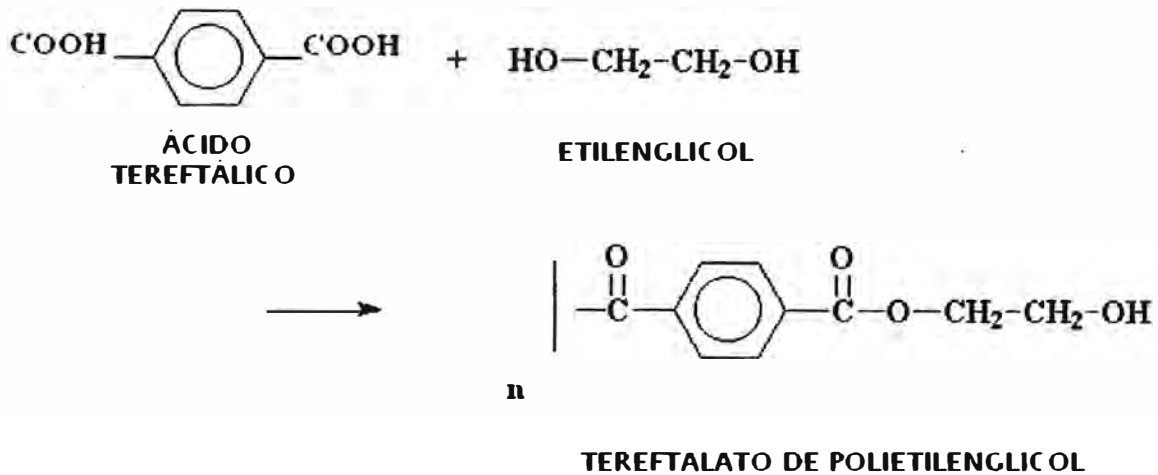
d)



Las fibras de poliéster se componen de macromoléculas lineales caracterizadas por tener funciones éster múltiples. La producción de la fibra de poliéster está basada en la condensación de un ácido dicarboxílico y de un dialcohol (glicol). Como ácido se puede utilizar el ácido tereftálico, el ácido isoftálico y el ácido adípico, como glicol se utiliza el etilenglicol, pero el butilenglicol y otros glicoles también son adecuados.

Por polimerización se obtiene una fibra como se indica en la siguiente figura 1.

Figura 1. **OBTENCIÓN DE LA FIBRA POLIÉSTER POR POLIMERIZACIÓN**



El condensado es hilado y estirado mientras las cadenas de poliglicol tereftalato se orientan y cristalizan, lo que provoca una elevada cohesión interna (uniones de Van der Waals) y una mejor orientación de las fibras, obteniéndose así una elevada resistencia a la ruptura y un elevado punto de fusión.

El poliéster convencional no contiene ningún grupo iónico. No puede teñirse según un mecanismo iónico como el que caracteriza a los colorantes ácidos, básicos o de complejo metálico.

2.2.-PROCESO DE FABRICACION

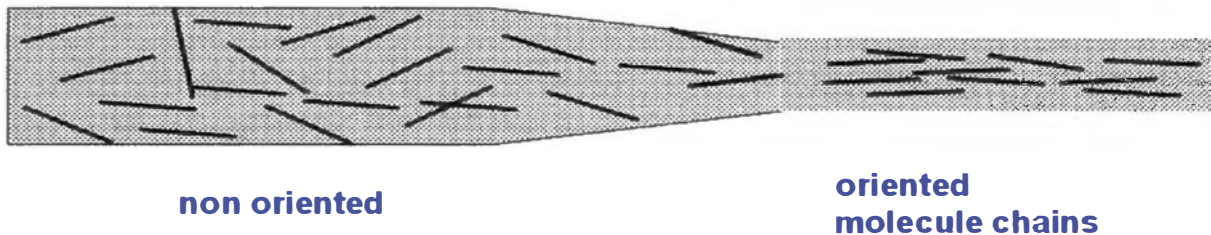
El proceso del hilatura por fusión (melt spinning) es usado en la formación de fibras de poliéster. El poliéster granulado es obtenido en primera instancia en la policondensación y posteriormente en el proceso discontinuo. Antes de que el granulado sea derretido, debe ser secado.

En la obtención de los filamentos de poliéster, se aplica el proceso de estiramiento en frío Cold drawing para mejorar la orientación de las cadenas y su cristalinidad.

Las fibras de poliéster son 50% cristalinas y el ángulo de sus moléculas puede variar.

FIGURA 1. Filamento de Poliéster

Cold drawing



2.2.1 Producción por copolimerización

El poliéster puede producirse también por copolimerización, es decir, añadiendo al ácido pequeñas cantidades de otro ácido y condensando a esta mezcla con el glicol. Los copolímeros así obtenidos poseen propiedades diferentes de las del polímero homogéneo, en lo que concierne a la termoplaticidad y a la resistencia a la ruptura.

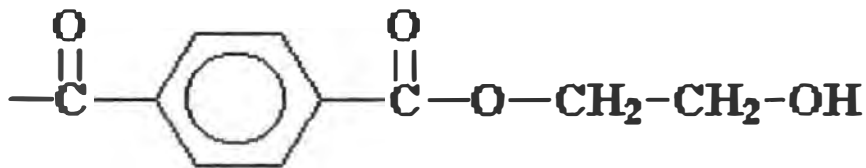
2.2.2 Producción de poliéster modificado

Poliéster con poder de absorción del colorante mejorado, añadiendo ciertos comonomeros seleccionados durante el proceso de producción de la fibra se puede modificar el estado cristalino de ésta y consecuentemente la capacidad de absorción del colorante; disminuyendo en 20°C a 30°C el punto de fusión de la fibra, lo que puede provocar una pérdida de su resistencia a los rayos ultravioleta y a la hidrólisis.

2.3 NUEVOS POLIÉSTERES:

El poliéster grilene era producido en Suiza al reaccionar ácido tereftálico, glicol y ácido p-hidroxibenzoico. Posee excelentes propiedades tintóreas, tiñe a ebullición sin carriers. Su producción se descontinuo un año después de su lanzamiento luego, surgió en el mercado otra fibra similar fabricada con ácido p-hidroxibenzoico y óxido de etileno para formar el p-oxietileno ácido benzoico, que era posteriormente polimerizado en su forma esterificada metílica a temperatura

elevada y reducida a presión para formar el polietileno sixbenzoato cuya fórmula es:



UNIDAD REPETITIVA DE LA FIBRA A-Tell

Esta fibra posee excelente elasticidad dando gran recuperación a la arruga. Su temperatura de derretimiento es 220 °C, menor que el poliéster convencional, su temperatura de planchado es de alrededor de 160 °C. Enlaces éteres ayudan en facilidad de tintura. Poseen tacto y caída comparable a la seda, buena recuperación de las arrugas y buenas propiedades de uso.

2.3.1 Poliéster apropiado para la tintura con colorantes básicos.

En la producción de la fibra se utilizan co-monómeros que contienen derivados azufrados o fosforados, con los que se obtiene la propiedad de fijar los colorantes básico en la fibra de poliéster.

2.3.2 Poliéster apto para la tintura con colorantes ácidos.

Esta fibra de poliéster tiene una cadena molecular que contiene grupos activables catiónicamente.

2.4 PROPIEDADES DE LA FIBRA

Sus propiedades son muy sensibles a los procesos termodinámicos. Básicamente el poliéster, a través de modificaciones químicas y físicas, puede ser adaptado hacia el uso final que se le va a dar, como puede ser fibras para ropa, textiles para el hogar o simplemente filamentos o hilos.

a.- Resistencia a la ruptura (tenacidad):

En general las fibras son extremadamente fuertes y resistentes a la abrasión. Es extensible y no se arruga fácilmente. También es resistente al estiramiento.

1.-Se tienen las fibras de alta tenacidad:

De alta tenacidad: entre 6.4 a 6.8 g/denier en seco y húmedo.

De mediana tenacidad : 4 a 5 g/denier en seco y húmedo.

Floca de alta tenacidad : 5.5 a 6.5 g/denier en seco y húmedo.

Floca de mediana tenacidad: 4 a 5 g/denier en seco y húmedo.

2.-Resistencia a la tracción:

Filamento de alta tenacidad : 105000 a 125000 psi.

Filamento de mediana tenacidad: 75000 a 85000 psi.

Floca de alta tenacidad: 75000 a 105000 psi.

Floca de mediana tenacidad: 70000 a 85000 psi.

3.-Elongación :

Filamento de alta tenacidad: de 8 a 11%.

Filamento de mediana tenacidad: de 15 a 30%.

Floca de alta tenacidad: de 20 a 30 %.

Floca de mediana tenacidad: de 30 a 50 %.Las elongaciones no son prácticamente afectadas por el contenido de humedad.

b.- Termoplaticidad.

El tratamiento térmico trae cristalización y rigidez a 180°C, el poliéster retiene la mitad de la tenacidad inicial.

El poliéster es termoplástico, con la ayuda del calor. Se pueden producir plisados y pliegues permanentes en la tela.

Las propiedades termoplásticas son modeladas, si la temperatura no se excede de un determinado rango, los pliegues y estabilidad dimensional, son permanentes.

c.-Absorción a la humedad.

Absorbe 0.4% asociada con alta absorción de grasas y aceites; las retiene y hace difícil su remoción, muy fácil de ensuciar.

La fibra de poliéster posee el más bajo poder de retención de agua (5%) y el más bajo poder de absorción de la misma hasta un límite de humedad del 2%.

d.-Debido a su elevada orientación molecular el poliéster adquiere las siguientes características:

- **Módulo inicial:** tiene un módulo inicial mayor al del nylon, por lo tanto es resistente a la deformación.

Filamento de alta tenacidad: 110 a 130 g/denier.

Filamento de mediana tenacidad: 100 a 115 g/denier.

Floca de alta tenacidad: 80 g/denier.

Floca de mediana tenacidad: 11.5 g/denier.

- **Elasticidad**

Una característica importante del poliéster es su alta elasticidad, que hace que este sea más conveniente para artículos que no cambian mucho de forma como ropa interior o para exterior, ya que tienen que mostrar alta estabilidad y forma consistente. Presenta buena recuperación elástica y buena resistencia a la compresión, a la flexibilidad y al corte.

- **Resistencia a la abrasión:**

El poliéster tiene un excelente pliegue y resistencia a la abrasión.

Muy fuerte y muy resistente.

- **Pilling:**

Los terminales de las fibras cargan electricidad estática, se repelen y terminales se enmarañan.

e.-Propiedades químicas:

- Excelente resistencia al O₂ y reductores, agentes de blanco óptico, hipoclorito, clorito, H₂O₂ (agua oxigenada), solamente fenoles lo disuelven.

- con Ácidos: depende de las condiciones, para que se degrade.

- con Alcalis: resulta satisfactoria, soporta mercerizado y teñidos con tinas.

- Solventes orgánicos: alta resistencia a la mayoría de solventes orgánicos, salvo Fenoles, y el mono, di y tri cloro ácido acético.

- Insectos: no es fuente de alimentación para ningún insecto.

- Micro organismos: hongos y bacterias no atacan el poliéster.

- **Propiedades alérgicas:** es fisiológicamente inerte y no causa ninguna irritación de la piel.

Además, es insensible a la mayoría de productos químicos y a las bacterias debido a su estructura química, su resistencia a los ácidos es satisfactoria, pero los álcalis relativamente fuertes pueden provocar una saponificación de la fibra, en especial si se encuentra a temperaturas elevadas.

Tienen las siguientes desventajas:

- Afinidad a la tierra, grasa y aceite
- Tienen una fuerte carga electrostática, lo que favorece a que se ensucie rápidamente.
- Tiene propiedades bajas de absorción de agua y sudor.
- Tendencia al pilling

2.5.- USOS:

Son materiales muy empleados en laminados, mezclas de moldeo, fibras, películas, resinas recubridoras de superficie, cauchos y plastificantes. Por lo tanto todas estas propiedades hacen que se los use para prendas, cortinas, tapicería, equipos de lavado, fajas sinfín, mangueras, redes, sogas, material de relleno, hilos de costura, tejido de punto, aislantes eléctricos, neumáticos, etc.

También es utilizado para la fabricación de pinturas, barnices, películas y materias plásticas apropiadas para obtener piezas de grandes dimensiones

Fibras brillantes u opacas

La luz que penetra sobre la fibra opaca y semiopaca reflejará la luz blanca, esto se consigue añadiendo dióxido de titanio al fluido de hilatura. La luz que entra en la fibra brillante será absorbida por las moléculas de color dando un tono fuerte, la conveniencia de que una fibra sea brillante o mate depende del uso final previsto y de las tendencias de la moda, Se tiene.

Fibra brillante sin TiO_2

Fibra opaca con TiO_2

Número de filamentos - tonalidad.

A mayor número de fibras en el hilo, tendrá mayor reflexión y refracción entre los Hilos.

Bajo número de filamentos, mayor reflexión y refracción

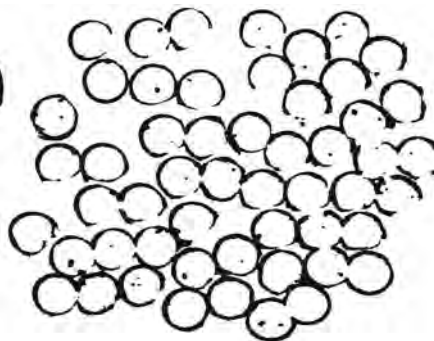
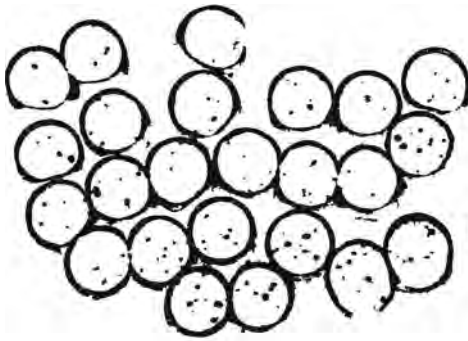
Alto número de filamentos, menor reflexión y refracción

Hilos y filamentos

Mismo numero de hilo, diferentes número de filamentos.

70 denf 26

70 denf 68



70 denf 34

70 den f 144

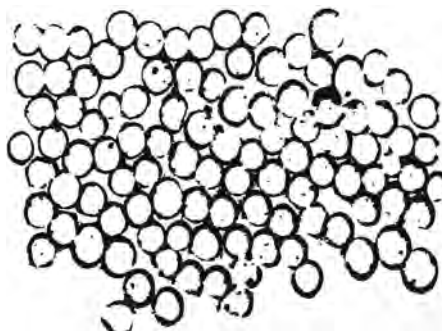
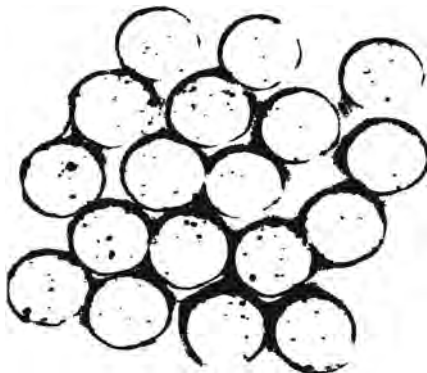


FIGURA 2. Hilos y Filamentos

CAPÍTULO 3.-COLOR

El color es la sensación producida en el ojo por los rayos de la luz descompuesta de un objeto. Esta sensación visual, está directamente relacionado con la estructura molecular de las fibras, más que con las propiedades superficiales o los arreglos espaciales de las mismas.

El color es un fenómeno físico que cuenta con infinitas combinaciones de la luz, relacionado con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético, que perciben las personas a través de la visión.

3.1.- Color y Apariencia

El Color es la percepción, un aspecto de la apariencia del objeto.

Otros aspectos de la apariencia son:

Forma, textura, opacidad, brillo, y transparencia.

Algunos otros aspectos que pueden afectar la percepción del color son:

Edad, consumo de cafeína, drogas /medicinas, efectos circundantes.

La CIE (Comisión Internacional de Color) recomienda normas y procedimientos básicos para todos los aspectos de describir el color y expresarlo matemáticamente con un espectrofotometro mide el color.

Aunque nuestra percepción de color es subjetiva, un entendimiento básico de los principios de color nos ayudará a comunicar y evaluar el color en forma más objetiva,

la percepción del color ocurre en el cerebro.

El color es el resultado de como un observador percibe la luz que ha sido modificada por un objeto.

El mismo objeto tiene diferentes colores bajo diferentes fuentes de luces.

El mismo objeto tiene diferentes colores para diferentes personas.

El color depende de tres cosas, luz, objeto, observador. Si alguna de estas tres cosas cambia el color también lo hace.

La fuente de luz, los objetos y los observadores (respuesta ojo-cerebro) pueden ser descritos numéricamente:

Fuente de Luz = Iluminante

Objeto=Medición de reflectancia o Transmisión

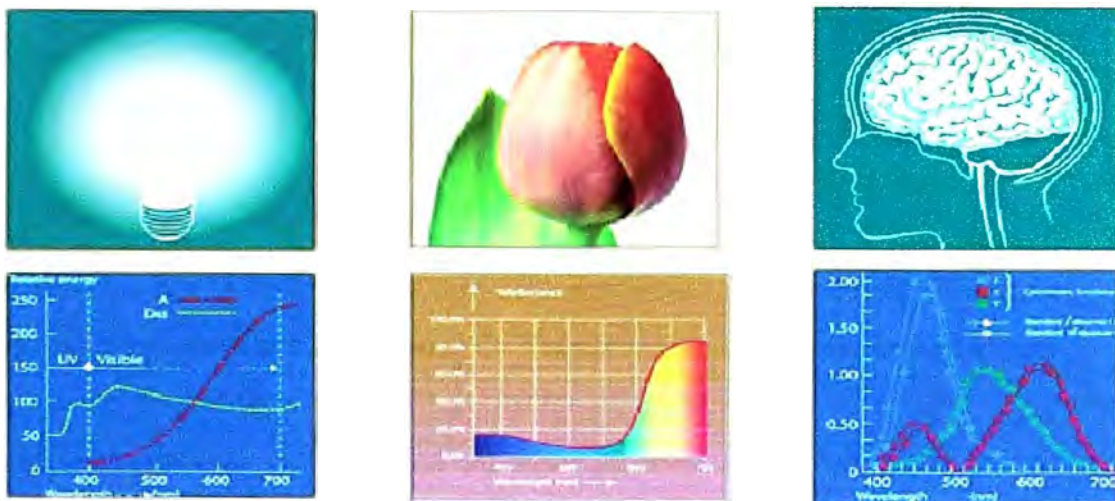
Ojo-Cerebro=Funciones del Observador Estandar, X, Y, Z.

FIGURA 3. Los siguientes diagramas proveen un resumen de los fundamentos de color.

Fuentes de Luz

Objetos

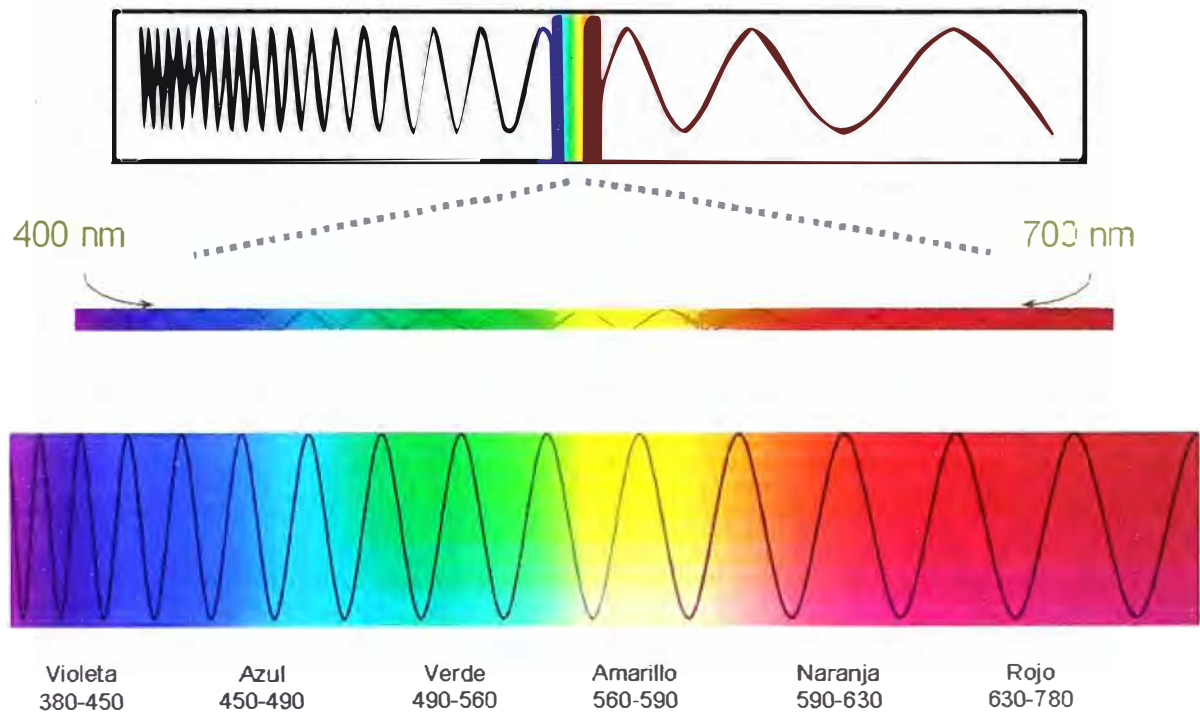
Observador



3.2 La fuente luminosa

La luz es radiación electromagnética, nuestros ojos pueden detectar solo una pequeña porción del espectro electromagnético, “Luz Visible”, experimento de Newton 1666, Luz blanca contiene todo el espectro visible. Newton llegó a la conclusión de que en “ausencia de luz , no hay color”. Todos los colores se originan en las características espectrales de la luz que incide sobre un objeto. Nosotros vemos el resultado de esta interacción entre la luz incidente y el objeto. La fuente de luz provee la luz física para poder observar una muestra; mientras que un iluminante es la descripción numérica de la fuente de luz usada para evaluación numérica. Es muy importante especificar ambos, la fuente de luz y los iluminantes usados.

FIGURA 4. Las longitudes de ondas visibles son medidas en la mil millonésima parte de un metro o “Nanómetros”.



Diferentes colores de luz contienen diferentes energías y ocupan diferentes longitudes de onda la mayor parte de Fuentes de Luz contienen diferentes cantidades de luz de diferentes longitudes de onda.

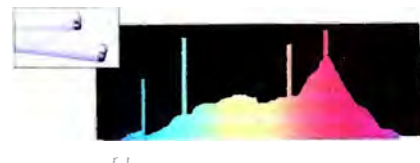
Una Fuente de Luz es un objeto capaz de producir la luz, un Iluminante es un conjunto de números estándares los cuales pueden o no representar exactamente una

FIGURA 5. Fuentes de Luz vs. Iluminantes

Los bulbos incandescentes emiten mas longitudes de ondas de luz "roja"



Las lamparas Fluorescentes emiten fuertemente a pocas longitudes de onda

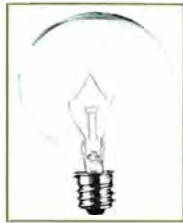


La Luz del Sol es una fuente mas "Uniforme"



Fuente de Luz.

CIE Illuminant A



Tungsten bulb



3.3 EL OBJETO.

El objeto es el material textil que esta siendo evaluado. Cuando la fuente de luz choca contra un objeto , pueden ocurrir diferentes interacciones luz-objeto.

Los objetos que pueden TRANSMITIR la Luz:

Los objetos que solo transmiten luz, no cambian las características espectrales de la luz, la trasmisión puede ser regular o difusa.

Objetos que pueden ABSORBER la Luz: Los Objetos que absorben energía lumínica usualmente re-emiten esa energía a longitudes de ondas en forma de calor.

Objetos que pueden DISPERSAR la Luz: Los objetos que dispersan la luz reflejan energía luminosa a muchos ángulos diferentes la dispersión puede ocurrir durante la reflexión o la transmisión.

Objetos que pueden REFLEJAR la Luz: los objetos que reflejan la Luz no cambian las características espectrales de luz reflexión puede ser regular o difusa.

Objetos que pueden REFRACTAR la Luz: la luz cambia su velocidad al moverse entre materiales en la interfaz (superficie) un rayo de luz es inclinado y parcialmente reflejado el índice de refracción de un material es igual a la velocidad de la luz en el vacío, dividida por la velocidad de la luz en el material.

Curvas Espectrales:

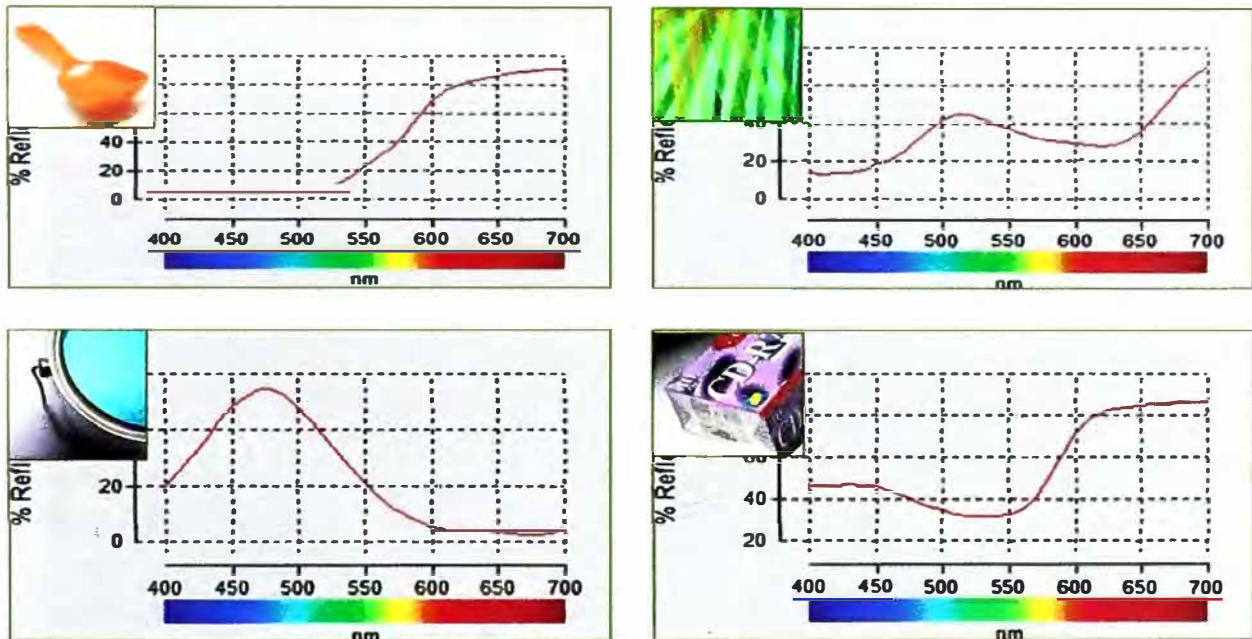
La cuchara absorbe luz azul y verde mientras refleja luz naranja y roja. Este grafico espectral 5 muestra como la luz es reflejada en cada longitud de onda.

La cortina absorbe luz violeta y azul mientras refleja luz amarilla, verde, este grafico espectral muestra como la luz es reflejada en cada longitud de onda.

Una curva espectral representa un único objeto.

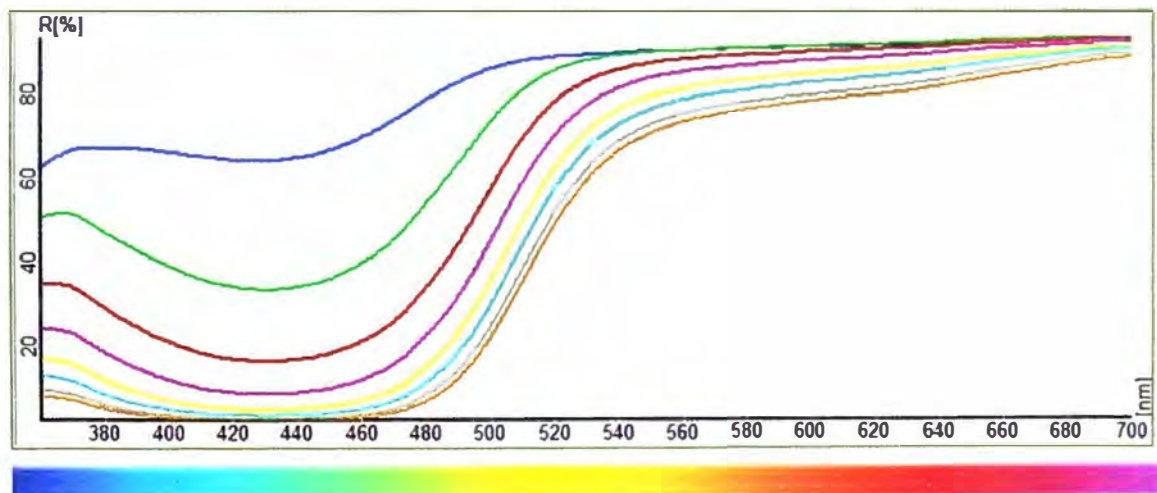
Las curvas espectrales son llamadas como huellas digitales del color.

FIGURA 6. CURVAS ESPECTRALES



Ocho concentraciones de un colorante Amarillo, cada curva espectral representa cada concentracion del colorante, la reflectancia disminuye cuando la concentración aumenta.

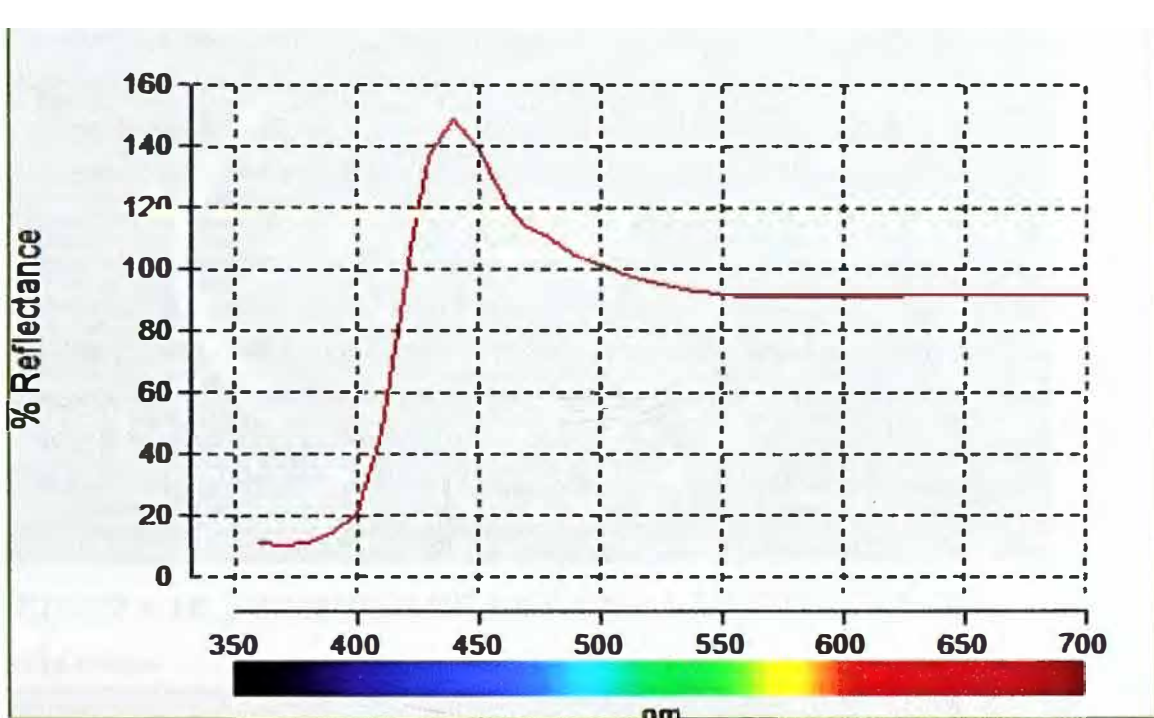
FIGURA 7. Curvas Espectrales de un Colorante Amarillo.



La muestra está reflejando más del 100%, algunos colorantes absorben la energía UV y re-emiten esta energía en el espectro visible. Ciertos materiales blancos, como papel, textiles, etc por lo general son tratados con agentes blanqueadores ópticos para aumentar su blancura.

Estos agentes absorben la energía en la región y la re-emiten en la región azul

FIGURA 8. Curvas Espectrales, la muestra esta reflejando mas del 100%



3.4 El Observador

El observador es la persona que recibe el estímulo visual de la interacción Luz-Objeto. Este acto de “ver” es una combinación de la mecánica de la óptica (luz lentes foco) y el aspecto psico-físico del cerebro. El cerebro interpreta el estímulo visual y en esta interpretación se produce la sensación de color. La ciencia del color, este aspecto de la percepción humana del color ha sido determinado empíricamente y los datos correspondientes a “visión del color normal” han sido llamados “el observador estándar”. Las funciones del observador de 10° de 1964 son las usadas típicamente.

La retina contiene los órganos receptores de la visión, que son los conos y los bastones. Los conos son sensibles a la percepción de los colores mientras que los

bastones son sensibles a la variación de la claridad, se distribuyen aproximadamente como 7 millones de conos y 120 millones de bastones. Hay 3 clases de conos (azules, verdes, rojos).

FIGURA 9. EL OJO HUMANO

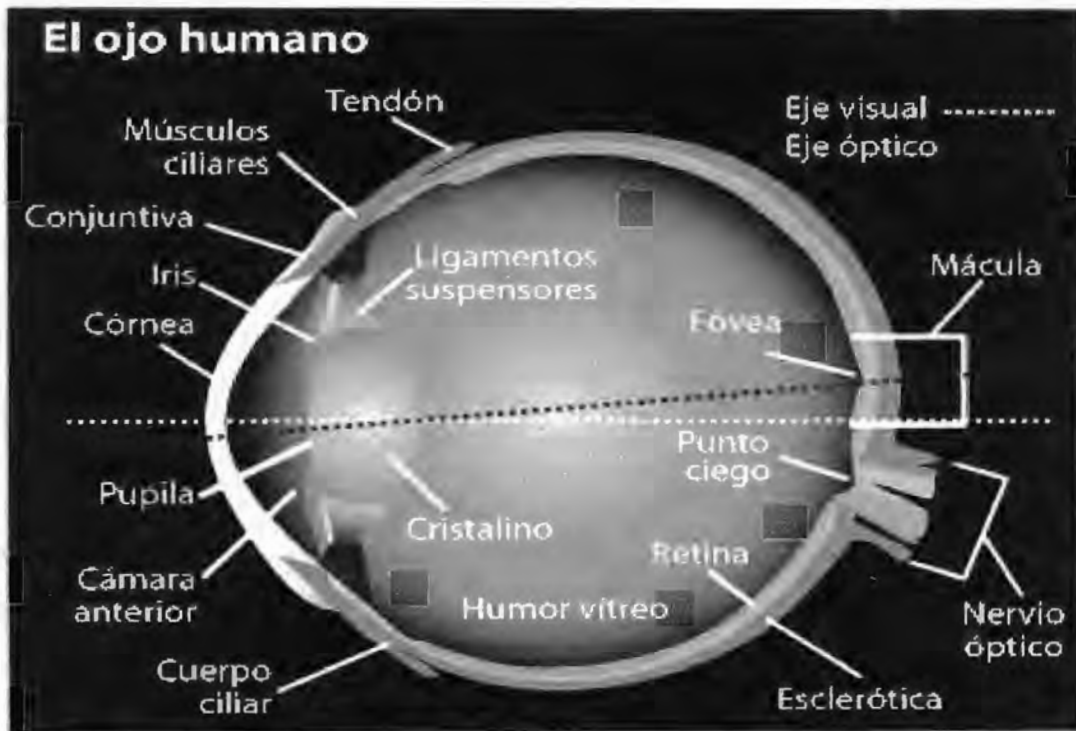
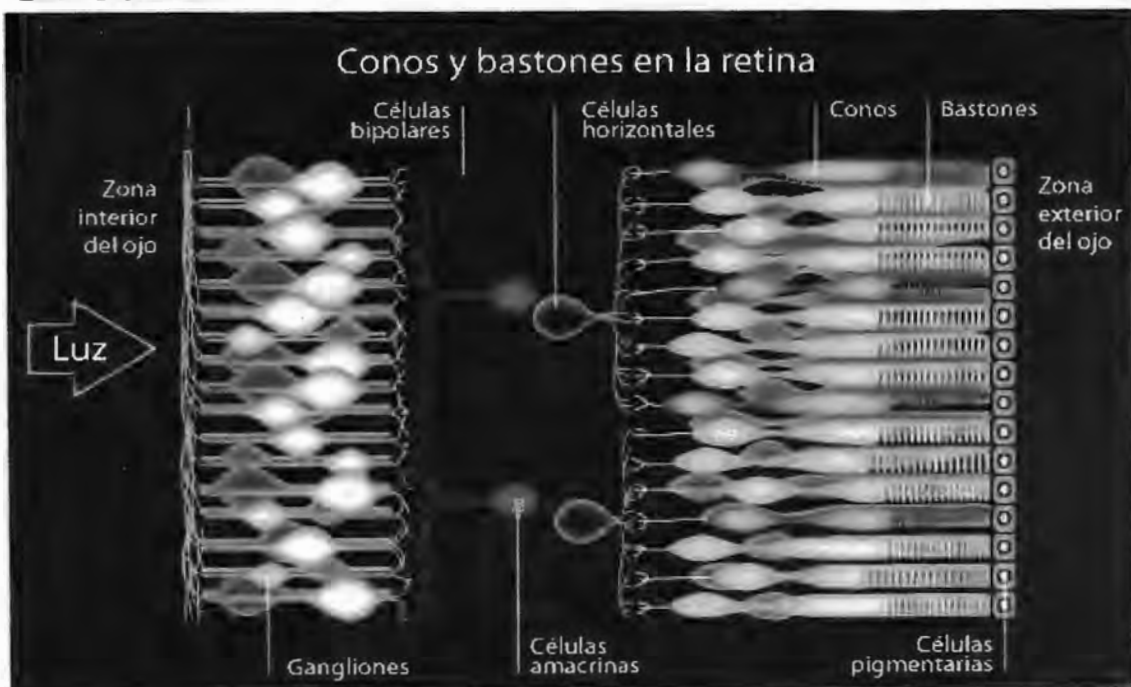
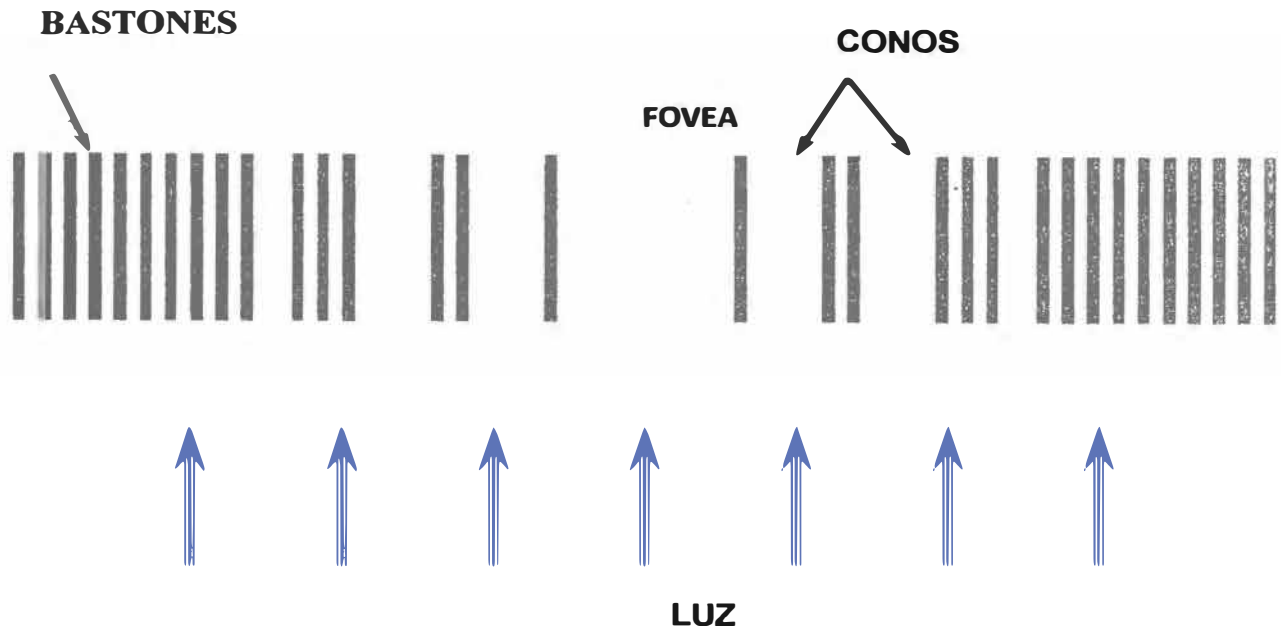


FIGURA 10. SENSORES DE LUZ EN LA RETINA CONOS Y BASTONES





El observador estándar

El observador es la persona que recibe el estímulo visual de la interacción luz objeto. Este acto de ver es una combinación de la mecánica de óptica (luz, lentes, foco) y el aspecto psico-físico del cerebro. El cerebro interpreta el estímulo visual y en esta interpretación se produce la sensación de color. En la ciencia del color este aspecto, de la percepción humana del color ha sido determinada empíricamente y los datos correspondientes a visión de color normal, han sido llamados “El Observador Estándar”

Las funciones del observador de 10 grados de 1964 son usadas típicamente.

En 1931 un experimento fue conducido para cuantificar la influencia del observador estándar el observador miraría a través de un orificio la reflexión de una lámpara coloreada, los observadores ajustarían las salidas de los 3 monocromadores (lámparas) para igualar el color patrón de la lámpara principal sobre la pantalla. El objetivo era igualar el color patrón ajustando las lámparas rojo, verde y azul.

Eventualmente, las cantidades de las lámparas rojo, verde y azul fueron encontradas para igualar los colores a través del Espectro Visible.

Los valores negativos vienen del hecho que algunos colores del espectro no pueden ser igualados con las 3 fuentes de luces (lámparas). Moviendo una de las

lámparas, adicionando su luz al color patrón, los científicos produjeron una cantidad “negativa” de luz. Para evitar la molestia de los cálculos con cantidades negativas, los valores rgb fueron normalizados.

Estas curvas xyz, representan un sistema de primarios imaginarios que se necesita para igualar los colores del espectro.

Todos los colores pueden ser descritos con tres valores - [X, Y, Z]

X- Estímulo en el canal rojo

Y- Estímulo en el canal verde

Z- Estímulo en el canal azul

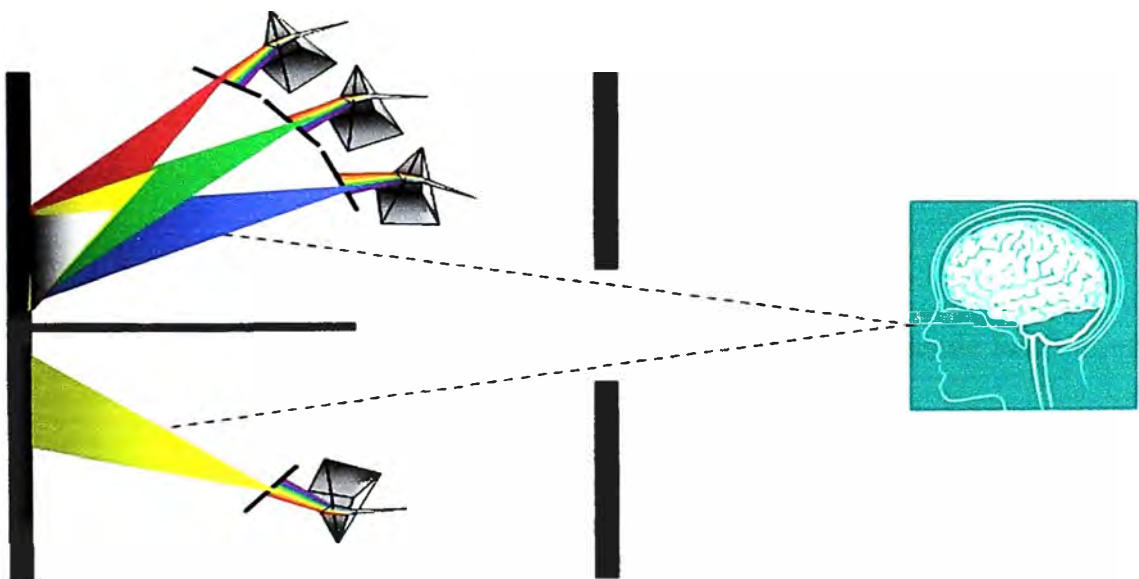
Como una percepción del color, los valores XYZ son específicos para un iluminante y observador determinado.

Los números describen una “receta” que mezcla fuentes de luces imaginarias para igualar una percepción particular.

Las coordenadas XYZ son “normalizadas”, estos valores pueden variar entre 0 y 100.

Los valores XYZ son números que describen la cantidad de rojo, verde y azul que refleja un objeto bajo un iluminante y observador definido.

FIGURA11. El Observador Estándar



La CIE (Comisión Internacional del Color) define el color con 3 palabras a las cuales las llama atributos del color son:

- Luminosidad, por la cual se define si es claro u oscuro.
- Matiz.- Es el color o tono, (rojo-verde, amarillo-azul).
- Cromaticidad.- Es la saturación o pureza del color. Por la cual se define si es opaco, intenso, colorido, grisáceo, pálido, pastel, brillante, etc.

3.5 MEDICIÓN DEL COLOR INSTRUMENTAL

Los debates conflictivos sobre el color entre los observadores pertenecen al pasado gracias a la instrumentación colorimétrica moderna.

La CIE establece un sistema para describir el color basado en los 3 principales componentes de este, la luz, la materia y el observador, los cuales son puestos en una ecuación, y a través de cálculos matemáticos precisos permiten, sin ambigüedad, un análisis exacto que hace posible la reproducibilidad y la comunicación del color. La CIE establece para estos cálculos un observador estándar.

Para determinar este observador estándar se realizan una serie de experiencias sobre observadores humanos que no presente ninguna anomalía en la vista. Se pidió a los observadores que a partir de una síntesis aditiva de tres fuentes de luces primarias, realicen igualaciones de colores con relación a una luz de control, esto permite medir las respuestas de las tres funciones cromáticas del observador humano a lo largo del espectro visible y estas se presentan como x, y, z. El experimento se realizó con un ángulo de observación de 10°.

LOS ESPACIOS COLORIMÉTRICOS

Es un medio matemático para representar y determinar las diferencias de los colores.

Se usan para una clasificación objetiva de los colores los cuales serán definidos por números permitiendo así mismo representar y determinar la diferencia de los colores

El espacio CIELAB

Este espacio usa coordenadas de color L^* , a^* , b^* , que son calculadas a partir de valores triestímulos X, Y, Z , respectivamente.

Este sistema CIELAB tiene las propiedades de un espacio Euclidiano por lo que puede representarse por sus **coordenadas rectangulares: L^* , a^* , b^*** :

- L^* representa la luminosidad, tiene un rango de 0 a 100. El valor de 0 es para los negros y el valor de 100 es para los blancos.

- a^* representa el componente cromático rojo-verde.

- b^* representa el componente cromático amarillo- azul.

O por sus coordenadas polares L^*, C^*, H^*

- L^* sigue representando la claridad.

- C^* representa el croma o la saturación, su rango de valores es de 0 a 100.

- H^* representa el ángulo de tono.

3.6 DESCRIPCIÓN DE UN EQUIPO DE MEDICION DE COLOR

Los equipos consisten de un software y de un espectrofotómetro. Existen varias marcas DataColor, Mac Beth-XRite.

1. ESPECTROFOTÓMETRO

Es un instrumento que mide la luz que refleja una muestra después de iluminarla con algún tipo de luz. Los datos de esta medición se llaman valores espectrales, con estos datos espectrales el programa calcula las coordenadas del color para un espacio de color.

Basado en la teoría colorimétrica, el espectrofotómetro analiza a cada longitud de onda de energía luminosa reflejada o transmitida por una muestra.

Partiendo de una distribución espectral energética de uno o varios iluminantes las respuestas tricromáticas de un observador y la curva espectral de la muestra, los espectrofotómetros calculan los valores triestímulos del color para cualquier iluminante.

Un espectrofotómetro es comúnmente usado para estudiar la coloración de la tela. La tela coloreada es medida con referencia a un estándar en base al cual el

software se encarga de entregar como resultado una fórmula con la cual alcanzamos el color del estándar.

Para el espectro visible la mayoría de aparatos de medición están equipados con lámparas de incandescencia o lámparas de incandescencia halogenada.

La fuente de luz es generalmente una lámpara de hidrógeno o de deuterio para las medidas UV, y una lámpara de tungsteno para las medidas visibles. Los espectros son obtenidos explorando el separador de la longitud de onda y las medidas cuantitativas se pueden hacer de un espectro o en una sola longitud de onda.

2. EL SOFTWARE

Con los valores triestímulos hallados por el espectrofotómetro, el software los interpreta y permite obtener la formulación de los colores, así como proporciona valores para el control de calidad. El software de la marca Datacolor se subdivide en dos software:

Data Match y el Color Tools

Data Match:

- Hace más fácil y rápido el desarrollo de los colores en el laboratorio. El programa formula la receta y la corrige usando el Smart Match para laboratorio.
- En producción nos ayudará a matizar en planta corrigiendo las recetas de producción para lo cual usará el Smart Match de producción.
- La exactitud de las recetas formuladas está en función a la cantidad y calidad de puntos introducidos en las poblaciones del Smart Match. A mayor cantidad de puntos, éste formulará y corregirá mejor. Por lo tanto es importante usar la opción de almacenamiento manual de puntos en el Smart Match para hacerlo mas eficiente en el menor tiempo posible.

Color Tools:

Es un sistema de control de calidad. Este programa nos permite:

Obtener información de los valores espectrales y las coordenadas de color de una muestra.

Comprobar el rendimiento de un colorante.

Analizar muestras blancas.

- Calcular la diferencia de color entre el patrón y las imitaciones, y nos permite usar tolerancias para las diferencias de color y determinar si el lote es aprobado o rechazado.
- Determina tolerancias basadas en la inteligencia artificial. Estas características nos permiten determinar visualmente la aceptabilidad de los lotes y el programa calcula las tolerancias de pasa/falla.
- Calcular el índice de solidéz y la degradación de la muestra.
- Comprobar la metamería existente entre las muestras.

3.7 METAMERISMO

El metamerismo siempre involucra un par de objetos.

Objetos metaméricos exhiben lo siguiente:

- Tienen diferentes curvas espectrales.
- Igualan al menos bajo una combinación de iluminante y observador.
- No igualan al menos bajo una combinación de iluminante y observador.

3.7.1.-Metamerismo de Iluminante

El Metamerismo esta presente cuando dos objetos lucen iguales bajo una condición de iluminación y diferentes al cambiar la Fuente de Luz.

3.7.2.-Metamerismo del Observador

Para un observador los colores lucen iguales pero no para el otro.

3.8 ECUACIONES

3.8.1 Ecuaciones para evaluación de la fuerza del color.

Ley de Beer – Lamber: cuando usamos una medida de transmitancia para evaluar la fuerza de un colorante, la observancia A del colorante es la base de la evaluación de la fuerza, y se aplica la ley de Beer – Lamber. Esta ley establece que la absorbancia de un colorante es directamente proporcional a su concentración.

$$A = \log (1/ \text{Transmisión}) ; \quad \text{donde } A = a.b.c$$

A es la absorbancia

B es el espesor de la muestra

C es la concentración del colorante

Estas ecuaciones son usadas para calcular las diferencias en fuerza basadas en las medidas de transmitancia.

3.8.2 Ecuación de Kubelca – Munk

Una evaluación de fuerza basada en la medida de reflectancia usa la ecuación de Kubelca-Munk, para definir la relación entre la absorción de un colorante y la concentración del colorante en la muestra. Cuando los datos de reflectancia se usan para evaluar la fuerza de colorantes, es necesario aplicar el colorante a un tejido. El colorante es responsable de la absorción de luz y tiene un valor de K grande; el tejido es responsable por la dispersión de luz y tiene un valor de S grande. Bajo estas circunstancias, la relación de absorción K del colorante y la dispersión S del tejido es proporcional a la concentración del colorante en la muestra. Cuando dos muestras tienen la misma concentración de colorante, ellos deberían producir la misma relación K/S, si el nuevo lote de colorante es más débil que el estándar, la relación K/S; del lote será menor, si el lote es más fuerte, la relación K/S del lote será mas grande.

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

donde R es la reflectancia de la muestra

K es el coeficiente de absorción

S es el coeficiente de dispersión

Esta ecuación se usa para calcular las diferencias en fuerza basadas en las medidas de reflectancia.

CAPÍTULO 4.- TEÑIDO DE LAS FIBRAS POLIESTER

4.1.- COLORANTES DISPERSOS

El término disperso describe la manera como se aplican esta clase de colorantes a fibras textiles, es decir, parten de una dispersión en agua con ayuda de un agente dispersante como el lignosulfonato de sodio.

Los colorantes dispersos tienen una composición orgánica no iónica, son casi insolubles en agua y es por eso que para su aplicación se presentan finamente molidos para hacer posible la dispersión. Las partículas se disuelven en la fibra y por esta acción la tela es teñida. Desde su descubrimiento se han aplicado en la tintura del nylon, poliéster y acrílico. Son diseñados para proporcionar una amplia gama de colores y solidéz al lavado, luz y frotamiento.

Ha habido muchos desarrollos, tanto en maquinaria y materiales de tintura, en los últimos años.

Los colorantes dispersos fueron estudiados, en un principio, para la tintura del acetato de celulosa, que fue la primera fibra sintética hidrófoba y que, cuando apareció en el mercado, el conocimiento que se tenía sobre sus propiedades tintóreas era muy escaso. La ausencia de grupos básicos impedía la tintura con colorantes ácidos. La fibra además no poseía afinidad con los colorantes básicos. Fue observado que el acetato de celulosa tenía una notable capacidad para absorber sustancias orgánicas insolubles en agua a partir de sus suspensiones acuosas. El comportamiento parecía un reparto de un soluto entre dos disolventes inmiscibles, y dicha idea sugirió que la solución para el problema de su tintura consistía en presentar a la fibra colorantes insolubles en agua.

La primera contribución fue de Gree y Sauders, quienes introdujeron componentes metil-omega-sulfonatos en colorantes azo insolubles.

Dichos grupos ($-\text{CH}_2-\text{SO}_3\text{H}$) se hidrolizaban lentamente en el baño hirviente liberando el compuesto azo y formando bisulfito-formaldehído: $\text{CH}_2(\text{OH})\text{SO}_3\text{Na}$.

Estos colorantes fueron llamados Ión aminas, que pronto fueron desplazados por los colorantes SRA, primeros tipos de pigmentos insolubles en agua, mantenidos

en suspensión en el baño. Las letras SRA son la abreviación del ácido sulforicinoleico, que fue el primer agente dispersante, más tarde desplazado por productos similares de origen sintético.

Luego aparecieron varios colorantes del tipo dispersos, primero fueron pastas, pero pronto aparecieron en forma de polvo, mezclando el pigmento con un agente dispersante y un poco de agua, secando y añadiendo un diluyente como el sulfato sódico.

La importancia de los colorantes dispersos insolubles en agua se incrementó en gran manera con la aparición de las fibras sintéticas, tales como el poliéster y el poliacrilonitrilo, que son muchos más hidrófobas que el acetato de celulosa. Los colorantes dispersos no son solubles en agua, únicamente pueden ser dispersados en la misma.

Después de sintetizado el colorante, éste tiene que ser acabado, esto significa que debe de ser molido y mezclado con un agente dispersante, por lo que las formas comerciales de todos los colorantes dispersos tienen pigmento y agentes de acabado o dispersantes.

Forma comercial de un colorante disperso.

Composición de un colorante disperso:

15 – 50 % pigmento

85 – 50 % agente de acabado (principalmente lignina sulfonada).

Un buen dispersante reduce las posibles aglomeraciones de color e incrementa la reproducibilidad en los teñidos.

Las fuerzas que fijan las moléculas del colorante a las fibras del textil son muy complejas y el estudio de ellas consiste en tres etapas:

- 1.- Migración del colorante de la solución a la interface, acompañado por la adsorción en la superficie de la fibra.
- 2.- Difusión del colorante de la superficie hacia el centro de la fibra.
- 3.- Fijado de las moléculas del colorante por medio de fuerzas de naturaleza física.

4.1.1 Mecanismo de Tintura

La tintura de fibras de poliéster es difícil, debido a la carencia de sitios hidrofílicos y a la rigidez de sus moléculas. Debido a la alta temperatura de transición vítrea del poliéster y de la estructura fisicoquímica de la fibra, la difusión del colorante en la fibra es muy lenta.

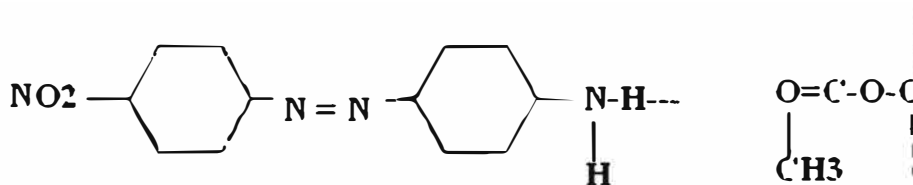
El mecanismo de tintura consiste en que el pigmento forma una solución sólida en la fibra. El punto de vista que actualmente se acepta es que el colorante es transferido a la fibra a partir de un agregado en suspensión, que en el momento de la tintura, pasa a forma molecular. Los pigmentos son solubles en agua en una proporción extremadamente pequeña, pero en este estado son altamente substantivos. Los agregados no disueltos, en suspensión, sirven como reserva para mantener la solución saturada.

Excepto algunas excepciones, los tiempos de semitintura e igualación, a 85°C, son mayores con los compuestos menos solubles.

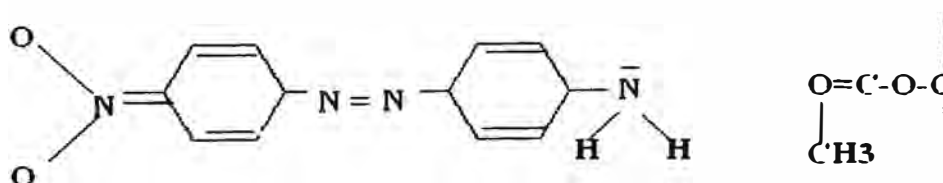
El efecto de los auxiliares tensoactivos es el hacer que la fase acuosa sea más atractiva y que se reduzca el porcentaje de agotamiento en el equilibrio.

Aquí hay motivos para creer que tienen lugar enlaces de hidrógeno entre los grupos amino primarios y los grupos aceto, y que las fuerzas de Van der Waals contribuyen también a la retención del colorante, y que es posible que también juegue un mecanismo de acción bipolar.

Mecanismo de reacción de los colorantes dispersos.



Mecanismo de acción bipolar.



Sintetizando colorantes dispersos coplanarios y otros de similar estructura molecular, pero no coplanarios, se ha demostrado que las afinidades de los colorantes son mayores para las moléculas coplanares. Ello confirma que la teoría de la solución en estado sólido no da una explicación completa a la tintura.

4.1.2 Tintura con altas temperaturas: En esta operación de teñido los baños de tintura acuosa se mantienen a temperaturas superiores a los 100°C mediante el uso de equipos presurizados.

Existen varios factores que afectan la accesibilidad y la disposición de las fibras de poliéster ante colorantes dispersos. Las diferencias en la accesibilidad de la fibra influyen en el índice de tintura, particularmente en las primeras etapas. Las diferencias en la disposición de la fibra influyen en el grado de teñido que puede ser alcanzado en el equilibrio.

4.2.- CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES DISPERSOS

Estos colorantes deben tener dispersabilidad, capacidad de fijación o afinidad y estabilidad a la luz y a la sublimación satisfactorias, sin embargo la estabilidad a la sublimación de los colorantes de antraquinona amarillos y rojos es deficiente, debido a su estructura molecular simple, los colorantes de dispersión pueden tener diferentes estructuras químicas, siendo las siguientes dos clases principales:

- Colorantes azoicos
- Colorantes antraquinónicos

Los colorantes azo dispersos son sustancias de color que tienen muy baja solubilidad en agua y que se aplican a fibras hidrofóbicas a partir de un sistema acuoso en donde el colorante está presente en forma de una dispersión muy fina. Los compuestos azo y de antraquinona son los dos tipos de estructuras principales que se utilizan en los colorantes dispersos. Este tipo de colorantes se utiliza principalmente en el teñido de poliéster, nylon, acetato de celulosa y fibras de triacetato en aplicaciones textiles.

4.2.1 Colorantes Azoicos

Estos colorantes tienen en su molécula uniones azo que son relativamente inestables, lo que explica en muchos casos, la sensibilidad a la reducción de estos

colorantes. No obstante, esta particularidad puede ser una ventaja cuando se quiere destruir el colorante, por ejemplo, en un lavado reductor o en el estampado con reserva.

4.2.2 Colorantes Antraquinónicos

El cromóforo característico de esta serie de colorantes consiste en uno o más grupos carbonilo asociados con un sistema conjugado. Se usan principalmente para dar tonos violeta, azul y verde, sin embargo las antraquinonas para fibras sintéticas cubren el espectro del color desde el amarillo hasta el violeta, a excepción del verde puro.

Estos colorantes tienen una estructura mucho más estable y sus moléculas son más pequeñas, por consiguiente son mucho más móviles.

Una parte de las partículas finamente dispersas de colorante, de aproximadamente 10^{-3} mm de tamaño, se disuelve molecularmente en el baño de tintura (aproximadamente 10mg/l). Solamente esta parte de colorante disuelta en el baño penetra a través de las capas superficiales de la fibra de poliéster difundiéndose lentamente, a partir de ahí, hacia el interior de la fibra.

Al mismo tiempo, las superficies de la fibra pueden absorber una parte determinada de las partículas de colorante, las cuales se depositan entonces finamente distribuidas sobre dicha superficie. Algunas de estas partículas de colorante se difunden inmediatamente por el interior de la fibra. La velocidad de disolución del colorante en el baño y su difusión por el interior de la fibra son factores que dependen del tipo de colorante, de la clase de fibra, de los auxiliares que se utilicen y de la temperatura que se suministre.

Clasificación de los colorantes dispersos de acuerdo al nivel de energía

- Alta Energía.
 - Alta solidéz a la sublimación.
 - Agotamiento a alta temperatura.
- Baja energía.
 - Buenas propiedades de igualación.
 - Pueden ser teñidos con carrier.
- Mediana Energía

Propiedades entre mediana y alta. Aplicables dependiendo de las condiciones de operación.

Procesos de aplicación

Nivel de energía	Bajo	Medio	Alto
Alto agotamiento			
Tintura rápida			
Tintura con carrier			
Acetato			
Thermosol			
Estampado			

Nivel de energía y propiedades de teñido

Nivel de energía	Bajo	Medio	Alto	
Peso Molecular	-			+
Solidéz a la Sublimación	-			+
Relación de agotamiento	+			-
Migracion Teñido Alta Temperatura	+			-
Efecto de barrado	+			-
Termomigración	+			-

Nivel de energía y grado de difusión

Grado de difusión: (Amarillo Terasil W-4G = 8.0)



bajo  alto

- El grado de difusión depende del nivel energético.

Bajo nivel energético		Alto grado de difusión
Medio nivel energético		Mediano grado de difusión
Alto nivel energético		Bajo grado de difusión

- *Solo los colorantes de bajo y medio nivel energético son apropiados para un RAPID DYEING*

Lo deseable para el teñido del polyester.

- Estandarización.
- Fuerza del color, consistencia en el tono, forma física óptima.
- Construcción y alto grado de agotamiento.
- Buenas propiedades de teñido.
- Igualación, migración, estabilidad a la dispersión.
- Curvas similares de agotamiento.
- Nivel de solidez.
- Solidez al lavado y a la sublimación.
- Buena estabilidad al pH y reducción.
- Ecología/Toxicología.
-

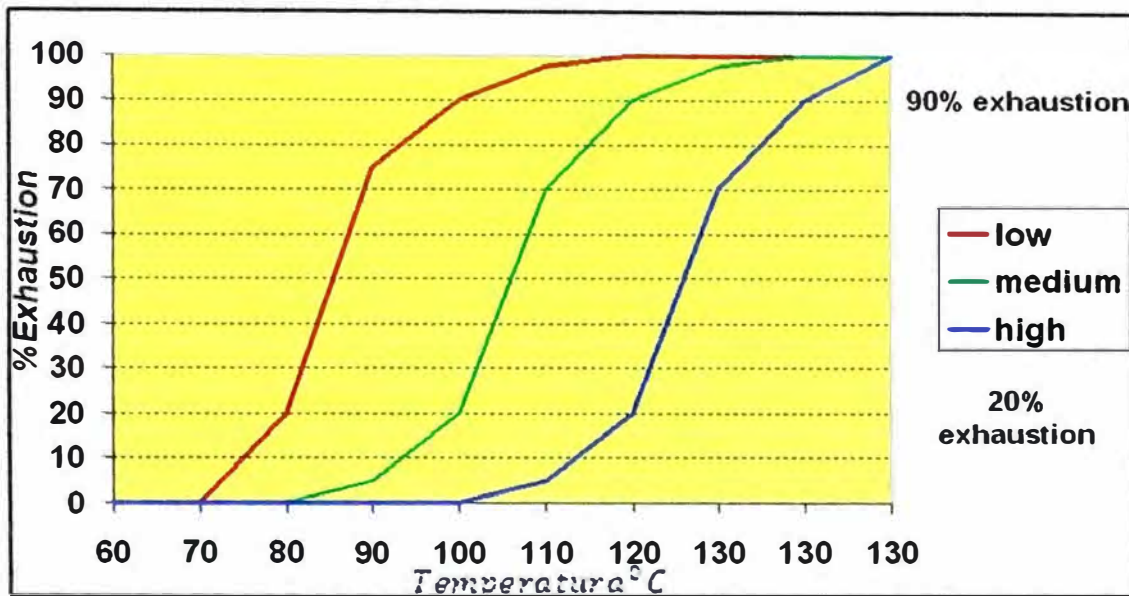
El correcto agotamiento depende del sistema y las condiciones del teñido

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| • <u>Sistema de teñido</u> | • <u>Condiciones de teñido</u> |
| – <u>Molécula</u> | – <u>Perfil de temperatura</u> |
| – <u>substrato</u> | – <u>Concentración</u> |
| – <u>auxiliares</u> | – <u>Relación de baño</u> |

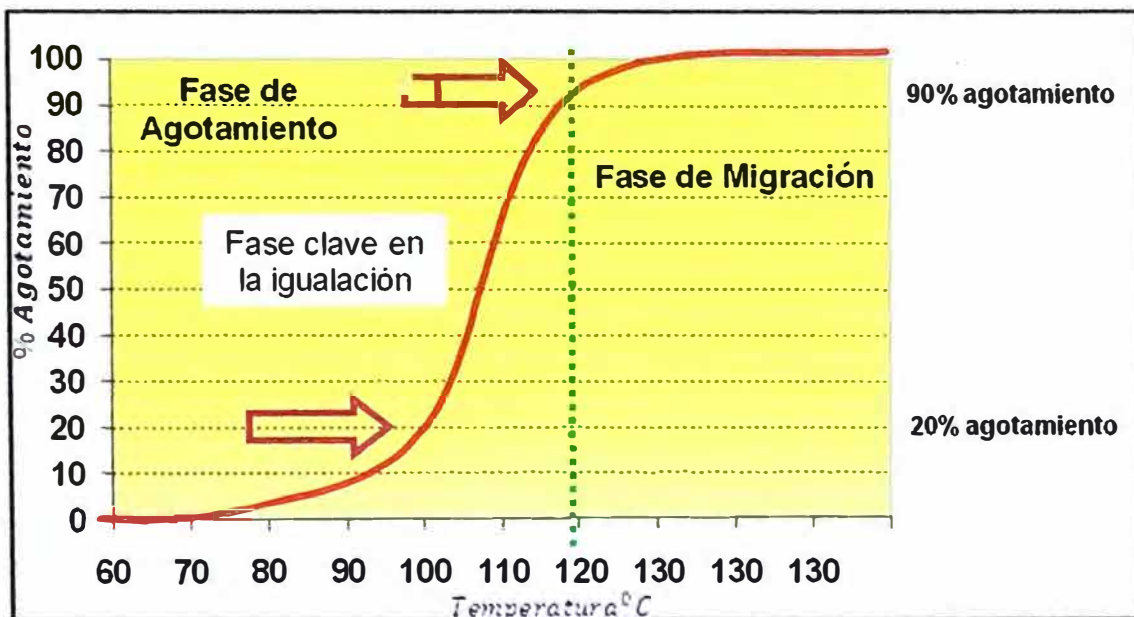
Absorción en la superficie de la fibra; sucede de forma rápida la difusión del colorante, dentro de la fibra es mucho más lento.

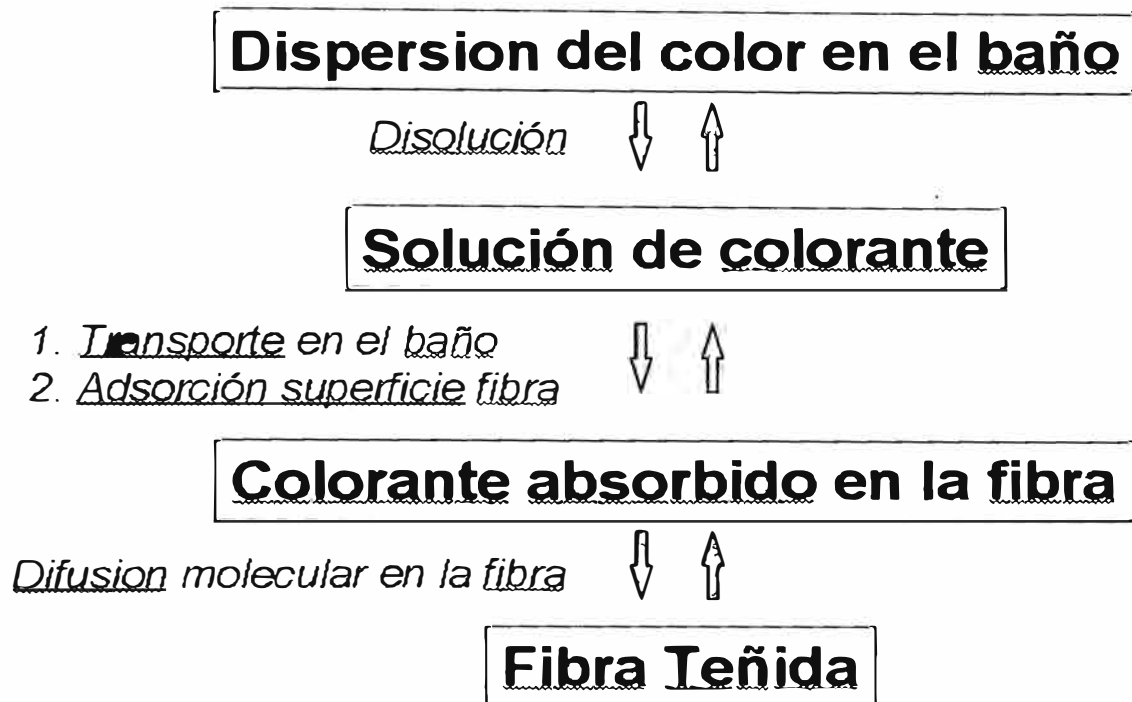
Si la velocidad de difusión en la combinación de colorantes es variada las diferencias de afinidad se marcarán y crearán el barrado.

Curvas de agotamiento



Curva de Agotamiento





4.3 PROCEDIMIENTO DE TINTURA POR AGOTAMIENTO

Toda tintura tiene como finalidad teñir la materia textil en el tono deseado con una perfecta igualación, en un tiempo reducido y de manera económica.

La igualación se define como la repartición homogénea de los colorantes sobre la materia a teñir. Se puede obtener un buen nivel de igualación de dos maneras.

Cuando los colorantes se han repartido sobre la materia y fijado en ella, no quiere decir que se haya conseguido la igualación cuando el baño esté agotado. La prolongación de dicha tintura y, generalmente a la temperatura máxima adecuada, permite la migración del colorante que se desplaza desde los lugares en donde está en demasía, hacia las zonas donde es deficitario, hasta llegar al equilibrio.

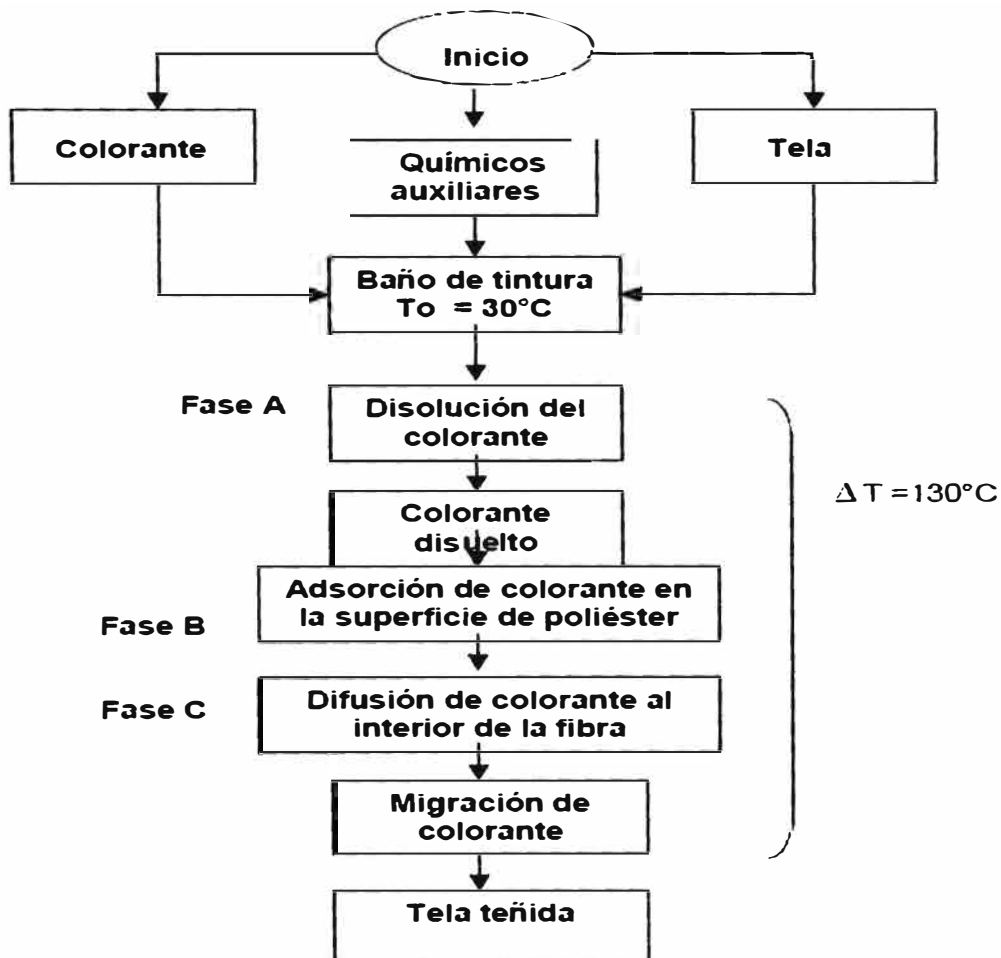
Pero también puede darse la circunstancia de que el colorante se deposite sobre la materia de una manera uniforme y homogénea, desde el principio al fin de la tintura. En este caso, se ahorra el tiempo suplementario para la migración.

Según el destino posterior de la materia textil, deben tomarse en consideración otros factores como las solidez, el tipo de materia, las propiedades tecnológicas, etc. En general el esquema de tintura adaptado al sustrato que se quiere teñir o al procedimiento de tintura, ilustra el desarrollo técnico de una tintura.

En él, se muestran claramente las diferentes fases o fenómenos que intervienen durante la misma. Se trata de:

- Empezar la tintura a una temperatura inicial adecuada con el baño que contiene los productos químicos y el colorante (la estabilidad de la dispersión del colorante juega un papel importante).
 - Obtener una subida regular del colorante mediante una absorción o migración controlada.
 - Agotar el baño y fijar el colorante (difusión) para obtener las solidez deseadas.
- La fibra de poliéster, resulta difícil de teñir debido a la orientación molecular, y a sus fuerzas de cohesión. Por lo tanto, las condiciones de tintura deberán favorecer un relajamiento de la estructura interna de la fibra que facilite la absorción del colorante.

FIGURA12. Representación de las fases de tintura



En el proceso de tintura, la fase A se inicia cuando ciertas moléculas del colorante se separan una a una de la superficie de las partículas del colorante en dispersión, debido al movimiento molecular térmico. Las moléculas de colorante libres y activas pueden ser captadas por el campo de absorción de la superficie de poliéster (fase B), luego se realiza el desplazamiento de la molécula de colorante absorbida al interior de la fibra (fase C).

Como en todos los procesos de fases múltiples, la fase más lenta es la que regula la velocidad operativa de todo el sistema. La fase B, no ejerce ninguna influencia sobre la cinética del conjunto pero es importante en la igualación.

Existen dos cuellos de botella, en las fases A y C: la baja solubilidad de los colorantes de dispersión que puede mejorarse con la adición de productos químicos y la elevación de la temperatura. El problema que se presenta es cómo acelerar la difusión (C), porque si se trata la fibra únicamente con el colorante en el baño de tintura a ebullición, el colorante se agota muy lentamente, de manera que se requiere un tiempo considerable para obtener un rendimiento normal.

Existen productos químicos que pueden acelerar la subida del colorante. Estos productos rompen ciertas uniones entre las moléculas lineales adyacentes del polímero (las zonas amorfas se hacen plásticas), provocando una modificación estructural y la relajación de la fibra, aumentando así la velocidad de difusión. Se puede acelerar también la tintura elevando la temperatura ya que la velocidad de difusión aumenta considerablemente con la temperatura. Este fenómeno se explica por un hinchamiento de la fibra y por aumentar las vibraciones de las moléculas lineales. En general la tintura se realiza a temperaturas cercanas a 130°C.

4.4.- CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA TINTURA POR AGOTAMIENTO

Las principales condiciones técnicas que se deben tener en cuenta para la tintura por agotamiento son las siguientes:

4.4.1 Dispersión

El colorante de dispersión utilizado para teñir las fibras de poliéster debe mantenerse en forma dispersa y estable durante la tintura, hasta el agotamiento completo del baño por disolución y la subida progresiva sobre la fibra. En este aspecto, las turbulencias y la temperatura de tintura juegan un papel importante. El tamaño de las partículas de los colorantes finamente dispersos, es de aproximadamente de 1 μm . Este grado de fina dispersión está estabilizado mediante dispersiones que forman una especie de capa protectora alrededor de las partículas citadas, impidiendo que éstas se aproximen excesivamente y se aglomeren. La estabilidad de la dispersión es favorecida por cierta repulsión electrostática, puesto que las partículas dispersas de colorantes suelen tener una débil carga negativa, debido a la absorción de aniones.

4.4.2 Agentes de Dispersión

Además del colorante propiamente dicho, los colorantes de dispersión contienen agentes de dispersión responsables de la perfecta dispersión del colorante en el baño de tintura.

Teniendo en cuenta que con frecuencia la acción dispersante no es suficiente, debe añadirse un agente de dispersión. Los agentes de dispersión tienen como finalidad impedir la aglomeración de partículas de colorante y la recristalización durante la tintura.

Los auxiliares que se emplean para la tintura, pueden desplazar las dispersiones que se hayan utilizado al elaborar el colorante disminuyendo así la estabilidad de la dispersión, por eso se deben emplear dispersantes de naturaleza semejante a los que se utilizan para elaborar el colorante y que además ejerzan efecto de coloide sobre todos los colorantes.

Para ajustar el pH se aconseja utilizar únicamente ácido fórmico. En el margen de pH 4.6 la estabilidad de la dispersión es prácticamente independiente del pH.

4.4.3 Estabilidad de Dispersión

El estado de equilibrio de una dispersión puede modificarse cuando las partículas se aglomeran, desaparecen (por disolución), o cuando se forman nuevas partículas. Las perturbaciones de la disolución que pueden producirse pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Cristalización.
- Agregación.
- Aglomeración.

La cristalización es favorecida cuando:

- Los cristales del colorante son de elevada pureza.
- El tamaño de las partículas difiere fuertemente.
- Uso de productos que aumentan la solubilidad del colorante.
- El baño se calienta y se enfría periódicamente.

En estos casos, los cristales de mayor dimensión por ser menos solubles aumentan de tamaño a expensas de los cristales más pequeños. Tanto la aglomeración como la agregación son activadas por todos aquellos factores que:

- Alteran la acción estabilizante de los dispersantes.
- Disminuyen la repelencia electrostática.
- Aumenta la probabilidad de que se produzcan choques entre las partículas del colorante, potenciando a la vez su energía cinética.

Por lo tanto hay mayor probabilidad de que se produzca agregación y aglomeración cuanto mayor sea la concentración del colorante, más alta la temperatura y más prolongado el tiempo de la misma.

Solamente las agregaciones pueden dispersarse de nuevo.

Una estabilidad mediocre de la dispersión provoca precipitaciones del colorante.

Las consecuencias prácticas son las siguientes:

- Manchas.
- Débil velocidad de subida.
- Bajo rendimiento tintóreo.
- Tintura desigualada.
- Mala reproducibilidad.
- Ensuciamiento de los aparatos de tintura.

La estabilidad de la dispersión depende de distintos factores.

4.4.4 Energía Térmica.

Ciertas dispersiones de colorantes pueden resultar completamente destruidas durante la fase de calentamiento a una temperatura bien determinada.

Los factores siguientes, están en relación directa con la influencia ejercida por la temperatura en la estabilidad de la dispersión.

A. Solubilidad del colorante en función de la temperatura

En casi todos los aparatos de tintura en los que el baño está en circulación, se registran variaciones de temperatura más o menos importantes.

B. Modificación de la forma de los cristales

En la síntesis de colorantes, ciertos colorantes de dispersión se presentan en una forma cristalina que es inestable a temperaturas bastante elevadas. Durante la tintura, esta forma inestable puede transformarse en forma modificada estable. Las observaciones efectuadas hasta el presente hacen suponer que esta transformación se efectúa a través de la fase disuelta, ya que la forma estable se presenta en forma de grande cristales, originando separaciones por filtración en el sustrato.

4.5 IGUALACIÓN

La regularidad, es decir, la igualación de una tintura viene condicionada por dos propiedades importantes del colorante a saber: el comportamiento de subida y la capacidad de compensación migratoria.

El colorante que sube muy lentamente a la fibra proporciona fácilmente una tintura igualada al calentar el baño. Por el contrario al utilizar colorantes de subida rápida, es frecuente la formación de desigualdades durante esta fase de subida. Si un colorante de subida rápida iguala bien a la temperatura de tintura, la desigualdad que se haya producido al principio, durante la fase de subida, se iguala con rapidez y se obtiene un teñido uniforme.

4.5.1 Migración

Por capacidad de compensación migratoria se entiende la aptitud que posee el colorante para compensar las diferencias de concentración del mismo que se produzcan en el sustrato textil durante un tratamiento a temperatura elevada. La migración es el fenómeno que se observa cuando el colorante ha subido rápidamente sobre la materia, provocando una cierta desigualdad inicial en la

tintura y esta desigualdad se ve compensada por un traslado de colorante a medida que se va realizando la operación de tintura.

De este modo, el colorante se transfiere de las partes oscuras de la materia al baño y el colorante disuelto en el baño a las partes más claras.

La migración depende de los siguientes factores:

- Tipo de colorante
- Temperatura
- Duración
- Productos químicos

Los colorantes de moléculas pequeñas son más móviles y migran mejor que los colorantes de grandes dimensiones. La elevación de la temperatura aumenta la solubilidad de los colorantes en el baño de tintura así como su movilidad, estos factores tienen un efecto positivo sobre la migración; prolongando convenientemente el tiempo de tintura se deben poder igualar normalmente todas las tinturas.

Con la adición de productos químicos, aumenta la movilidad y por tanto se mejora la migración. Los agentes de igualación basados en compuestos orgánicos aumentan la solubilidad de los colorantes mejorando a la vez la migración durante la fase de subida, pero reduciendo el poder de fijación.

4.6.- ADSORCIÓN CONTROLADA

El principio de adsorción controlada consiste en la igual repartición del colorante desde el inicio de la tintura hasta y durante el tiempo mínimo necesario para la fijación.

La curva de subida de un colorante de dispersión tiene forma de S. La zona de temperatura en la que un colorante sube de manera preferente varía según el colorante, la concentración del colorante y el sustrato. Si se quiere obtener una tintura igualada conviene controlar con exactitud la velocidad de subida del colorante dentro de esta zona.

FIGURA 13. Curva de subida de colorante disperso

límite de tolerancia en lo que concierne en la reproducibilidad y la igualación. Esto implica un calentamiento rápido hasta las zonas de temperatura en las que el colorante sube lentamente o está ya agotado y un calentamiento controlado cuando la velocidad del colorante es particularmente elevada.

4.7.1 Poder de Subida

Para obtener una buena reproducibilidad de la tintura, por razones económicas y ecológicas, es indispensable que el colorante posea un buen poder de subida, ya que el control exacto del colorante no agotado depende de distintos parámetros que pocas veces pueden controlarse.

4.7.2 Influencia de la Temperatura

La temperatura óptima del baño de tintura para obtener una subida de colorante tan buena como sea posible depende del sustrato y del tamaño de las moléculas del colorante.

Para obtener una subida satisfactoria del colorante en poliéster estirado, la temperatura del baño de tintura debe ser más elevada que para fibras de poliéster convencional.

Los colorantes de dispersión, cuyas moléculas son más pequeñas, suben mejor a una cierta temperatura y para una cierta intensidad que los colorantes de molécula grande. Un exceso de temperatura no tiene una influencia negativa sobre el poder de subida del colorante, porque favorece la migración y la difusión del colorante.

4.7.3 Influencia del Carrier

Añadiendo un carrier se puede aumentar también la velocidad de difusión de los colorantes de dispersión en las fibras de poliéster y aumentar el rendimiento tintóreo, acelerar la difusión del colorante y mejorar la migración, de acuerdo con la temperatura y la dosificación.

El carrier debe tener las siguientes propiedades:

- Fácilmente emulsionante.
- Fácil a eliminar de la materia teñida.
- No influenciar las solideces (en particular, las solideces a la luz).
- No ser arrastrable por el vapor de agua (formación de manchas).
- Su eficacia no debe disminuir por prolongación de la tintura.

- No ser tóxico.

El carrier produce una relajación de la estructura de la fibra, de manera que el colorante penetra más fácilmente en el interior de la misma.

La eficiencia de los carrier aumenta con la cantidad utilizada, pero la cantidad óptima varía según el tipo de carrier y la temperatura de tintura.

Utilizando una cantidad demasiado elevada se corre el peligro de disminuir el poder de subida de los colorantes, ya que para aumentar su solubilidad, pueden permanecer en el baño de tintura, en lugar de subir sobre la fibra.

4.7.4 Tiempo de Fijación Mínimo

El tiempo de fijación mínimo es la duración más corta a una temperatura determinada, después de la cual, la tonalidad de la tintura no se modifica. Esta duración óptima depende de la cantidad de colorante utilizada, de la temperatura y del sustrato.

4.7.5 Influencia de los Productos Aceleradores/Igualadores.

Ciertos productos químicos favorecen la difusión del colorante en el interior de la fibra mejorando y acelerando su distribución, llamados agentes acelerantes, igualadores.

Estos agentes además de reducir la duración de la tintura permiten mejorar la igualación de la tintura. En los tonos claros se puede considerar que una tintura está terminada cuando no existe más colorante en el baño y en los tonos oscuros cuando el matiz no es modificado por una prolongación del tiempo. Teniendo en cuenta que normalmente el colorante de dispersión migra muy lentamente al interior de la fibra, debe procurarse evitar una tintura anular o superficial.

4.8.- FACTORES INFLUYENTES EN LA TINTURA

Los factores que tienen mayor incidencia en el proceso de tintura son:

4.8.1 Resistencia a la Hidrólisis

En la tintura a pH 6.0 o a pH más elevado (en particular a alta temperatura), algunos colorantes de dispersión son más o menos atacados, lo que significa que sus propiedades tintóreas son influenciadas negativamente.

4.8.2 Sensibilidad a la Reducción.

Los colorantes de dispersión de tipo azoico pueden ser destruidos por reducción. El agua que contenga productos de descomposición orgánicos puede tener un efecto reductor a elevada temperatura sobre ciertos colorantes de dispersión (según su constitución) y provocar una degradación de sus propiedades tintóreas. Los colorantes pueden protegerse contra su sensibilidad a la reducción por un sistema tampón de ácido acético / acetato mediante la acidulación con ácido fórmico y sulfato de sodio a 5.0-5.5.

4.8.3 Reducción durante la Tintura del Poliester.

Principales causas de la reducción.

- Agente dispersante basado en lignina sulfonada.
- La reducción es más crítica en ausencia de aire.

4.9.- DIFERENCIA DE AFINIDAD

Las diferencias de afinidad son provocadas por:

- Diferentes tratamientos térmicos, durante la texturización o el prefijado.
- Diferencias de estiramiento durante la producción de la fibra, las diferencias de afinidad de origen físicos se denominan barrados en los artículos en pieza.

4.10.- OLIGÓMEROS

Los oligómeros se depositan en la materia o en el aparato de tintura en forma de polvo blanco. Los oligómeros (existentes en pequeñas cantidades en toda la fibra de poliéster) migran a la superficie de la fibra y al baño durante la tintura, en particular a temperaturas cercanas a 130°C. Pueden depositarse en las partes más frías del aparato de tintura (por ejemplo: en los conductos, bombas, etc.) y en ciertos casos pueden llegar a bloquear los conductos.

La eliminación de oligómeros durante la tintura se favorece por:

- Tintura a temperatura elevada.
- La duración de la tintura.
- La influencia del carrier (relajación de la fibra).

CAPÍTULO 5.- CONDICIONES ACTUALES DEL PROCESO DE TEÑIDO.

Los problemas principales existentes en la tintorería de hilados es la reproducción de exactamente el mismo color partida a partida y maquina a maquina dentro de las tolerancias internacionalmente concedidas (tolerancia de colorimetría instrumental).

5.1 MAQUINAS AUTOCLAVES:

Las dos máquinas autoclaves Scholl “HT” (de alta temperatura) de capacidad nominal 100 y 200 Kg cada una, deben ser inspeccionados/revisado para reconfirmar las funciones esenciales del sistema.

funcionamiento perfecto de todas las válvulas, funcionamiento de la bomba centrífuga y de la presión, flujo del baño en el sistema (reconfirmación del caudal necesario para la igualación de por lo menos unos 22-25 litros/kg/minuto.

Las dos autoclaves HT se encuentran desfasadas en las temperaturas lo que es fundamental en el proceso de teñido, es indispensable equipar ambos Scholl con procesadores nuevos (automáticos).

El calentamiento es de forma indirecta mediante uso de serpentines que se encuentran en la parte inferior interna de la olla de teñido cuenta con un tanque de adición la marca son scholl. La maquinaria utilizada para los diferentes procesos de tintura se describe a continuación:

Dentro de los procedimientos por agotamiento, se diferencian los distintos tipos de máquina según la relación de movimiento existente entre la materia textil y la solución de tintura. Bajo este punto de vista se puede establecer la siguiente clasificación.

la materia textil recibe el nombre de empaquetado. La solución de colorante debe poseer la suficiente energía dinámica para atravesar el empaquetado y efectuar de este modo la transferencia de colorante.

5.2 SECADO:Es necesario una instalación nueva altamente eficiente y productiva debido al sistema de secado, la agresión física mecánica durante este proceso de

secado es fuerte, es mas aconsejable centrifugar las bobinas teñidas y luego secar en secadoras de radio frecuencia de alta energía.

Por el lado de las máquinas de secar, se ha visto un progresivo desarrollo tecnológico, desde los armarios, los sistemas combinados rapid-dryer en autoclaves y otra variedad de sistemas hasta los secadores de radio frecuencia, que han probado su efectividad y calidad. Desde el punto de vista de calidad y servicio, este sistema se ha mostrado muy apropiado para el secado de los hilados y la flexibilidad y rapidez son realmente de primer nivel.

5.3 CONERAS/ BOBINADORAS:

Las condiciones de los paquetes (bobinas cruzadas) para la tintura son elementos claves para un proceso exitoso. La densidad es importante, tanto como la uniformidad de densidades en un mismo paquete y entre los paquetes. La regularidad de las dimensiones y el correcto control de las densidades debe permitir un flujo uniforme del baño de tintura a través de las bobinas. Este factor es mucho más crítico en la búsqueda de una máxima nivelación en la tintura de hilos que serán usados en tejedoras rectilíneas. El mercado de maquinaria para el enconado pre tintura, ofrece hoy en día, equipos altamente confiables y que ofrecen paquetes de uniformidad de densidades y dimensiones muy cercanas a la perfección. Siempre se ha considerado que un flujo en la máquina de teñir equivalente a aproximadamente 30 litros/kg/minuto con conos de mas o menos 1.70 mm, ofrece normalmente teñidos bien nivelados y sin causar daños mecánicos a los substratos.

El empaquetado del hilado para ser teñido, se efectua por el arrollado, en soportes cilíndrico y cónico, la preparación de conos antes del teñido, los soportes sobre los cuales se arrolla el hilo es soporte rígidos y elástico.

Los soportes cilíndricos pueden tener deformidad de tipo longitudinal permitiendo la disminución de la altura del empaquetado pero sin variar considerablemente su diámetro interior, también pueden ser de elasticidad longitudinal y transversal permitiendo la deformación en ambos sentidos, dado que el soporte rígido es mas económico que el soporte elásticos solo se escogen

estos últimos en los casos donde verdaderamente son necesarios, en reprocesos, cuando el color es delicado, cuando el tiempo es muy prolongado.

5.4 SISTEMA DE PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN:

Las ordenes de producción son emitidas sin tener en cuenta la secuencia del color, también en los hilos de costura se emiten los mismos colores (diferencias mínimas de tono) se solicita recetas individuales, estos podrían agruparse a un solo tono y tener una única receta, ya que son hilos de costura y las personas encargadas puedan emplear su tiempo en controles esenciales de la producción de planta y no perder tiempo en este tipo de trabajo anti económico.

5.5 COCINA DE COLORANTES.

No existe, lo que con certeza causa una serie de inconvenientes, de pérdidas, de ineficiencia, se recomienda instalar una económica cocina de colorantes (semi automatizada-semi manual) instalada en una plataforma alta para que los baños preparados para cada máquina de teñido llegue por gravedad a las máquinas de producción.

MAQUINAS DE TINTURA ACTUALES.

FIGURA 14. SCHOLL



<http://www.shenzhougroup.com>

FIGURA 15. MÁQUINAS MINIROCICHE

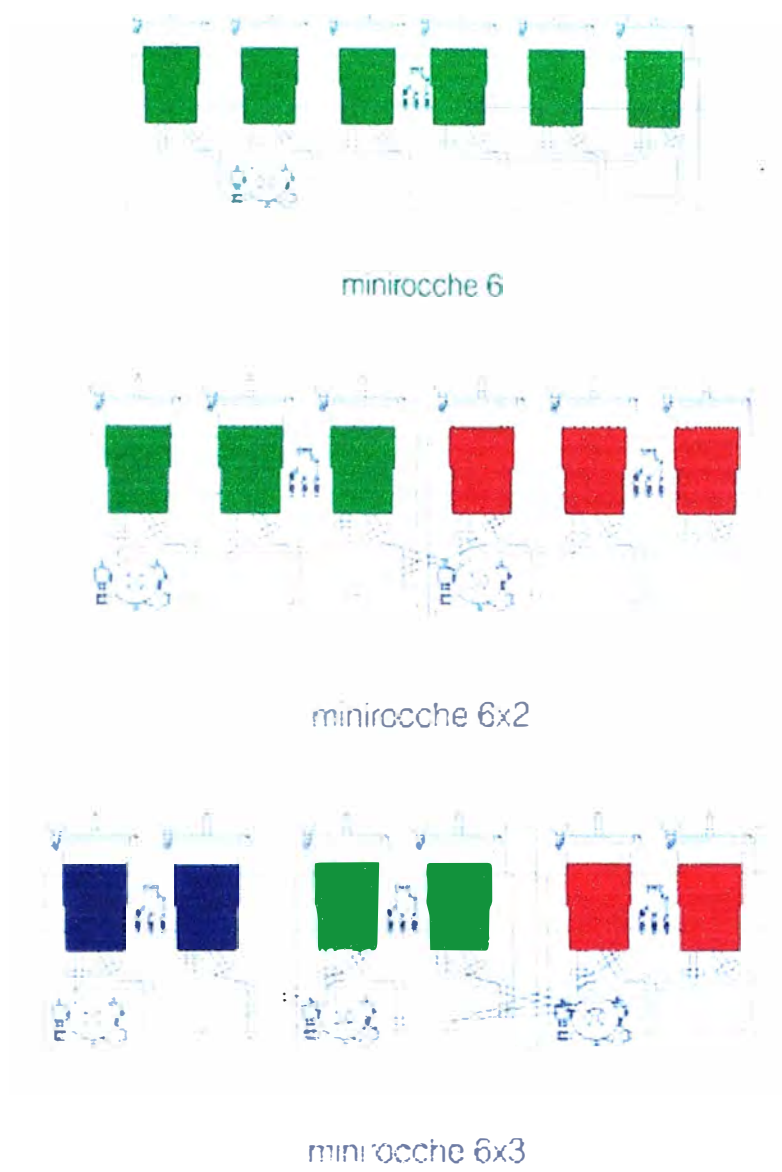


FIGURA16: Manual de los textiles.

CAPÍTULO 6.- CONDICIONES OPTIMAS DEL TEÑIDO DE LAS FIBRAS POLIESTER.

El grado de agotamiento está controlado por la difusión y la difusión está influenciada por la temperatura.

6.1.- CURVA DE AGOTAMIENTO:

Es la medida de la cantidad de colorante que es absorbida por el hilo durante el proceso de tintura, se mide en el baño resultante, no en el hilo. A través del espectrofotómetro se obtiene la absorvancia de la muestra y con esto se calcula la concentración de la misma. Conociendo este dato y la concentración inicial, se puede calcular el agotamiento.

Las curvas de agotamiento de colorantes dispersos, permiten clasificar los colorantes en tres grupos básicos de acuerdo al nivel de Energía, que por cierto ya viene determinadas, clasificadas en catálogos de los proveedores.

De Alta Energía.

Alta solidez a la sublimación.

Agotamiento a alta temperatura.

De Baja Energía.

Buenas propiedades de igualación.

Pueden ser teñidos con carrier.

De Mediana Energía.

Propiedades entre mediana y alta.

Aplicables dependiendo de las condiciones de operación deben tomarse en consideración, otros factores como las solideces, lavado, ala sublimación que además ya son datos que están establecidos en los catalogos de los proveedores, y si no estuvieran se deben tener en cuenta las tricromías de color.

6.2. DETERMINACIÓN DE TRICROMÍAS:

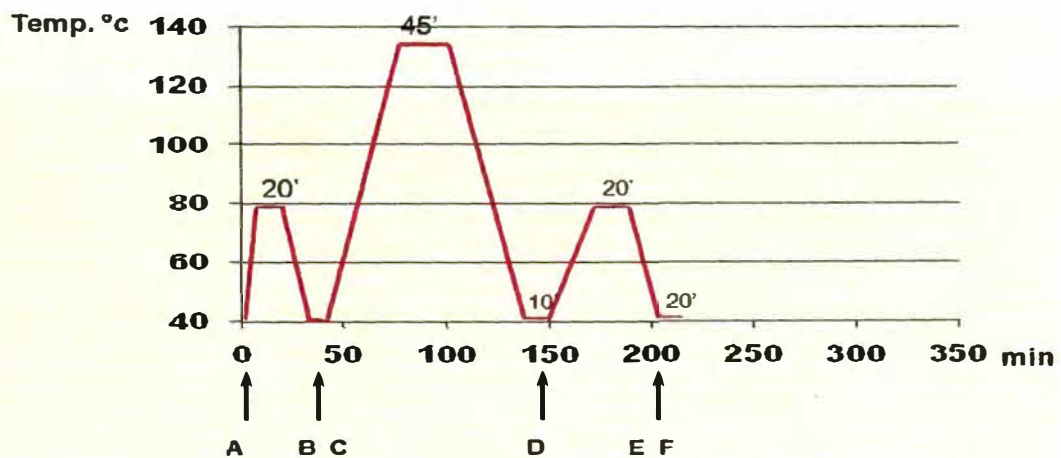
Este se formulará por medio de colorantes que tengan curvas de agotamiento similares. Entre las muchas variables de importancia que pueden afectar la

reproducibilidad del color durante el proceso de tintura, se encuentra la selección adecuada de los colorantes en las tricromías de color.

Las curvas de agotamiento de los colorantes dispersos, se caracterizan según su nivel de energía, un colorante de dispersión media, el porcentaje de agotamiento se mantiene casi constante a una temperatura de 110 °C, lo mismo sucede con los colorantes de dispersión baja, esto permite reducir el tiempo de tintura, ahorrando así, costos de energía y tiempo de proceso.

Optimizar los procesos de la tintorería de hilos de poliéster, especialmente en empleo de agua, productos químicos y energía, las medidas tomadas en los proceso son: Examinar las recetas existentes, nuevos ajustes de procesos mediciones de temperatura, dispersantes, relación de baño, gradiente, tiempo total de tintura, y la incorporación gradual de medidas.

CURVA DE TEÑIDO ACTUAL PARA COLORES, CLAROS MEDIOS Y OSCUROS.

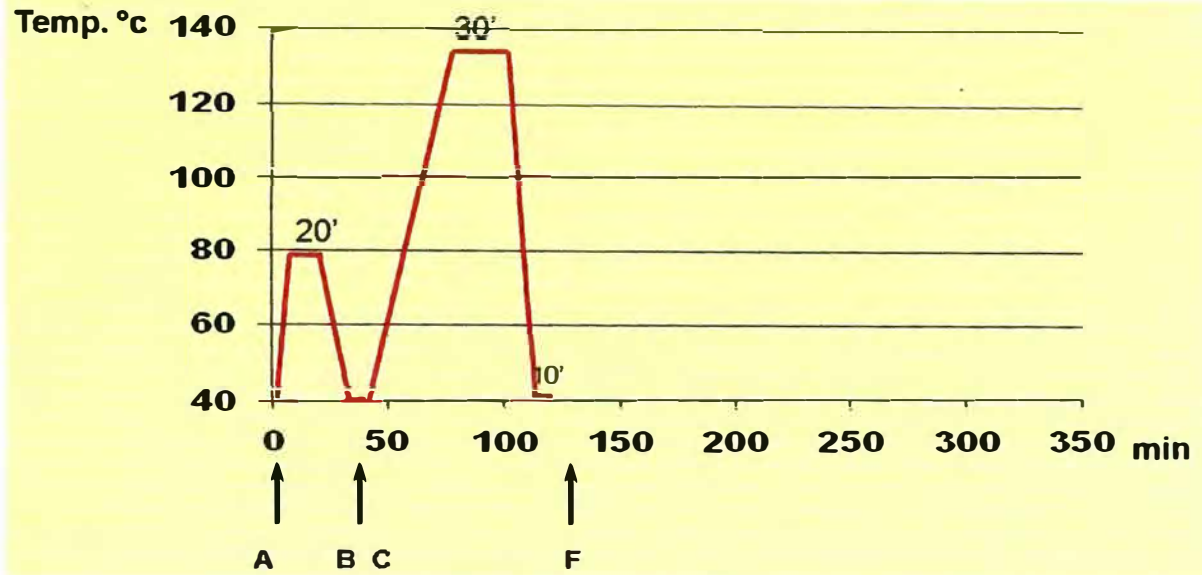


ADITIVOS PARA EL BAÑO DE TINTURA

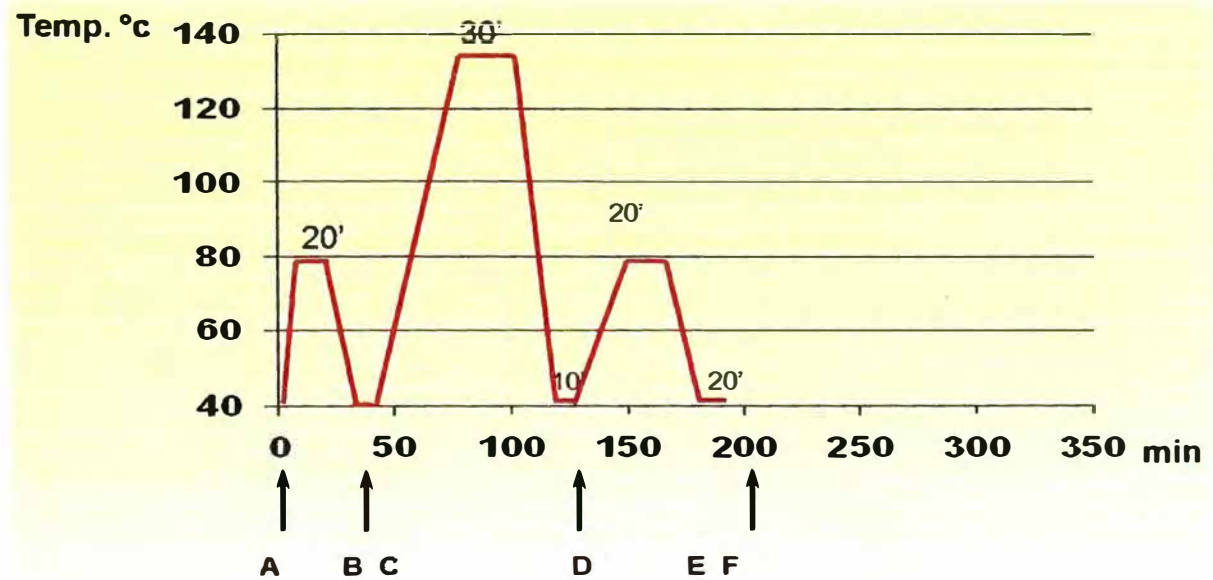
A: 1 g/l Kieralon Jet B.	D: 2 g/l Hidrosulfito de sodio
1 g/l Cromascur SIG	0.5 g/l Soda cáustica
B: X % Colorante	2 g/l Eripon OL
C. 1 g/l Eganal PS	E: Neutralizado
1 g/l Univadina DIF	F: Suavizado
1 g/l Sulfato de Amonio (pH 4 - 5 Acido Fórmico)	

CURVA DE TEÑIDO OPTIMIZADA:

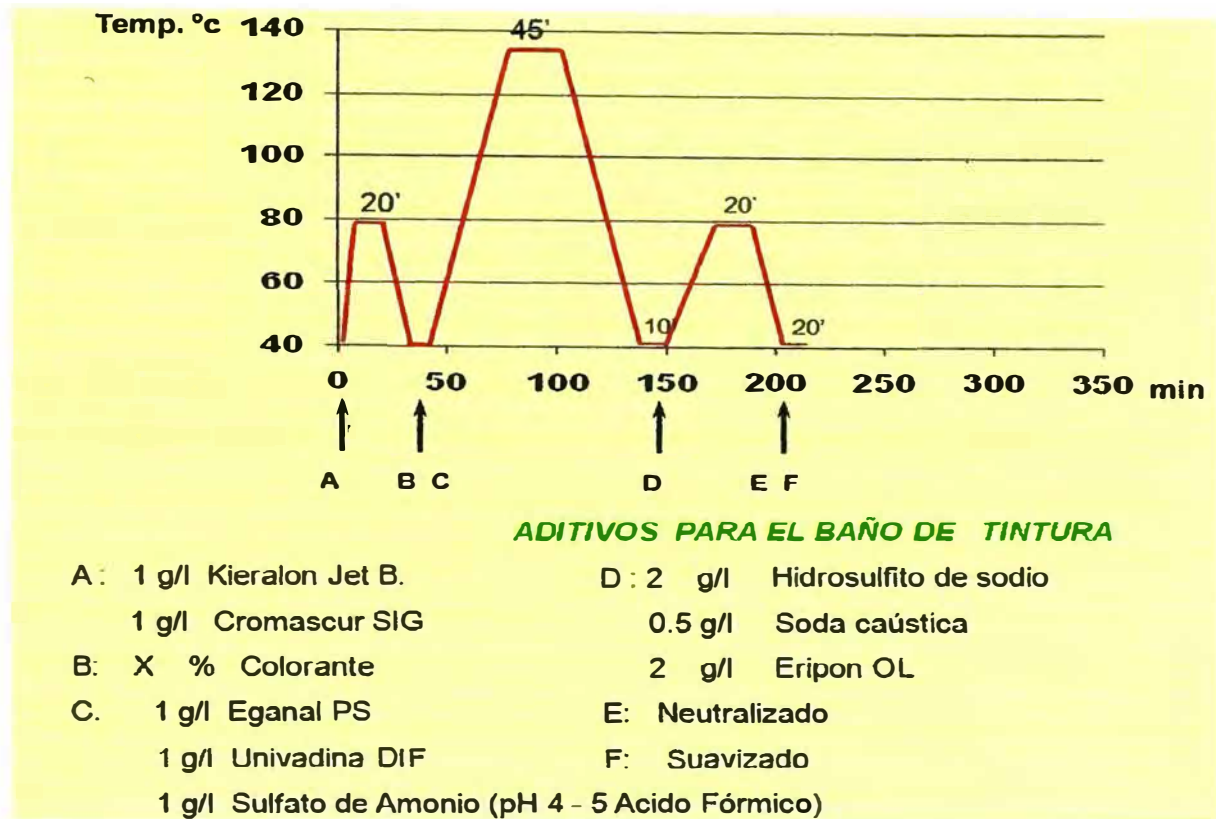
CURVA PARA COLORES CLAROS



CURVA PARA COLORES MEDIOS



CURVA PARA COLORES OSCUROS



6.3.- LAVADO DE LOS EQUIPOS DE TEÑIDO

La programación del orden en que se teñirán sucesivamente es crucial para disminuir el número de lavados de los equipos de teñido y la cantidad de reprocesos de las telas que no han alcanzado el color requerido.

Uno de los motivos, aunque no el único, reside en una selección incorrecta del orden en que se harán los teñidos sucesivos.

6.4.-TEÑIDO DE HILOS

En la producción en el teñido de hilos, una selección adecuada de la sucesión de colores podría reducir las diferencias indeseadas de color provocadas por la contaminación de los equipos, disminuir los costos causados por el lavado de equipos.

En particular, el teñido del poliéster con colorantes dispersos se efectúa en SHOLL, MINIROCCHÉ (especie de olla a presión) donde, en cada operación, se coloca la hilo, entre 100 y 200 kilogramos, alrededor de 2000 litros de agua,

el sustrato textil. Después de que el baño ha sido totalmente reconstruido se procede a teñir un nuevo lote.

La reutilización de los baños y aguas de lavado de tintura se han señalado como métodos viables para reducir los costes de energía y agua, entre otros.

La reutilización de esta agua de tintura se ha convertido en una alternativa para la minimización de costos y de contaminación del agua, reduciendo en un gran porcentaje la DQO y la DBO.

6.5.1.- La Reutilización con Almacenaje.

En ambos grupos existen procedimientos comunes como son el análisis del baño de tintura agotado y la reconstrucción del nuevo baño de tintura, el cual consiste de agua, colorante, auxiliares y químicos. El colorante que no está agotado en el baño, tiene que ser analizado para determinar la cantidad exacta en la que se encuentra en éste. La mayor parte de los auxiliares y productos químicos no experimentan ninguna variación de concentración en el baño de tintura.

La cantidad de compuestos pueden ser estimados o determinados analíticamente, si bien en la mayoría de los casos es suficiente la estimación de las pérdidas.

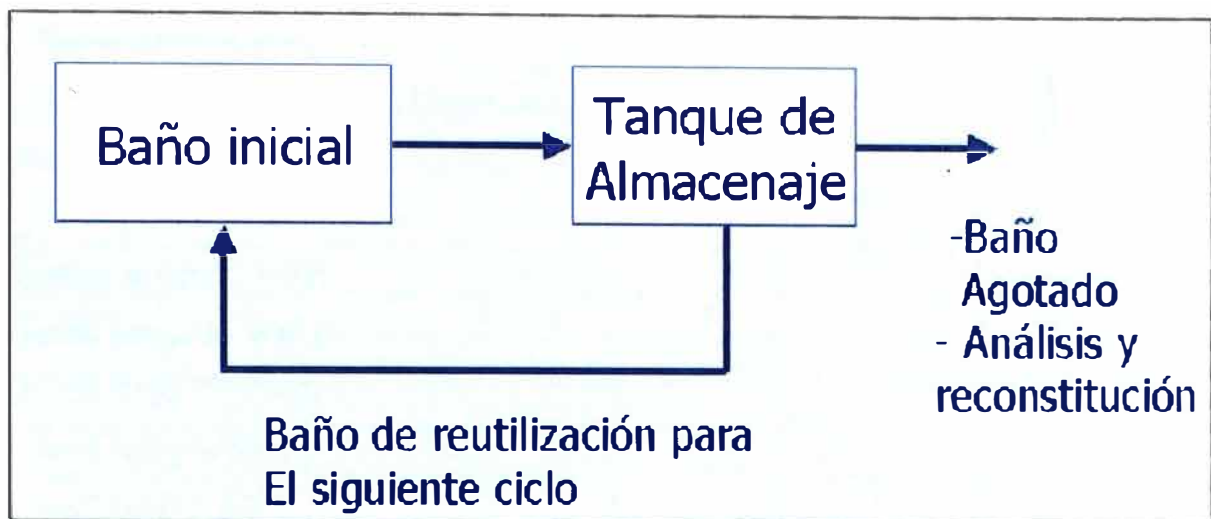
La reconstrucción del baño consiste en adicionar las cantidades necesarias de colorante, agua, auxiliares y productos químicos específicos para la siguiente tintura. El agua adicionada es para reponer la que se ha evaporado y la que retiene el sustrato textil.

Después de que el baño ha sido totalmente reconstruido se procede a teñir un nuevo lote.

El proceso con almacenaje consiste en tres pasos:

Almacenaje del baño agotado, análisis del baño, reconstrucción y reutilización del baño para la siguiente tintura.

FIGURA17.Diagrama de bloques para el proceso de reutilización con almacenaje.



Básicamente hay dos alternativas viables para el almacenaje del baño agotado. Este puede ser bombeado al interior de un tanque donde posteriormente es analizado y reconstruido.

Al mismo tiempo, el textil se somete al lavado en la máquina de tintura. Lo mismo puede conseguirse con dos máquinas idénticas de tintura. Una máquina prepara el hilo o tejido para teñirse, mientras la otra está tiñendo el material. Después de la tintura, el agua es bombeada a la primera para análisis y reconstrucción. La segunda máquina estará lavando mientras la primera estará en su ciclo de tintura.

Otra alternativa es retirar el tejido de la máquina después de la tintura y dejar el baño agotado en la máquina para su posterior análisis y reconstrucción, eliminando la necesidad del tanque. Generalmente el baño agotado pasa por una etapa intermedia de tipo físico como el filtrado.

La medida de la cantidad de colorante que es absorbida por el hilo durante el proceso de tintura. Se mide en el baño resultante, no en la tela.

6.5.2 Parte Experimental.

Materiales y equipo

- Tela poliéster 100%
- Máquina de tintura Ugolini
- Balanza analítica Ohaus Adventurer ($\pm 0.005g$)

- Pipeta (10 ml \pm 0.05ml)
- Espectrofotómetro
- Medidor de color prisma Data Color.

Reactivos

- Colorantes Dispersos

Terasil amarillo W3R

Terasil amarillo W6GS

Terasil Rojo WW3BS

Terasil Rojo W4BS

Terasil Negro WNS

Terasil Azul WBLS

- Acido Fórmico
- Dispersante anivadina DIF

Procedimiento

- a. Cortar 16 pedazos de tela de 5 gramos.
- b. Preparar 8 beackers de la máquina de tintura con 2 pedazos de tela cada uno, añadir el colorante y los quimicos auxiliares.

Relación de Baño: 1:10

Temperatura: 130°C

Tiempo: 40 minutos

Gradiente de Temperatura: 1.5°C/min

Receta

Ácido Fórmico	0.5 g/L	(pH 4.5)
Univadina DIF	1.5 g/L	
Sulfato de Amonio	0.5g/L	

Color Rojo

Terasil Amarillo W6GS	0.209%
Terasil rojo WW3BS	2.169%
Terasil rojo W4BS	0.212%
Concentracion Total	2.57%

Color Negro

Terasil negro WNS	3.905%
Terasil Amarillo oro W3R	0.269%
Terasil rojo 4BS	0.0737%
Concentracion Total	4.247%

c. Cargar la máquina de tintura con los beackers.

d. Programar la máquina con una temperatura inicial 40°C, gradiente 1.5°C/min hasta 100°C, luego de 10 minutos, descargar un beacker y extraer un pedazo de tela, continuar con el proceso.

Aumentado la temperatura 10°C y descargando cada 10 minutos hasta llegar a una temperatura de 130°C donde el tiempo de duración es de 40 minutos.

e. En cada descarga se extraen del beacker un pedazo de tela por medio de éstos se observar el agotamiento y la fijación del colorante.

f. Agotamiento: lavar la tela, luego secarla.

g. Fijación: no lavar la tela, sólo exprimirla suavemente, y secarla.

h. Cada pedazo de tela, previamente identificado se lee con el espectrofotómetro, para poder realizar las curvas de agotamiento por medio del software prisma.

GRAFICO 18

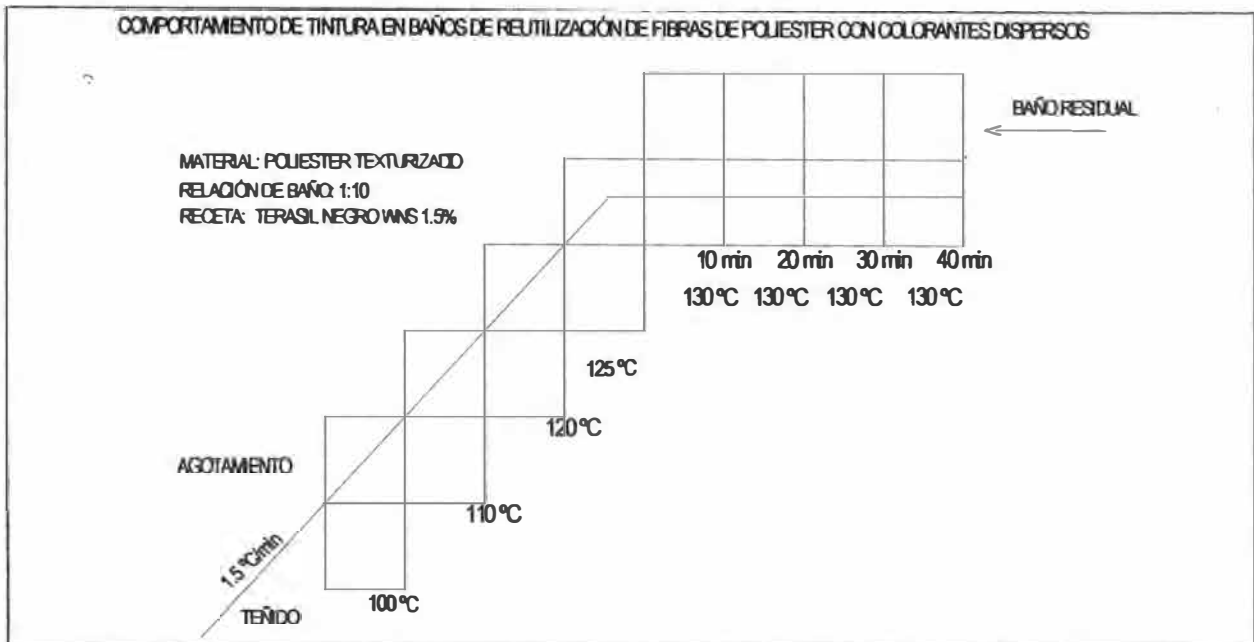
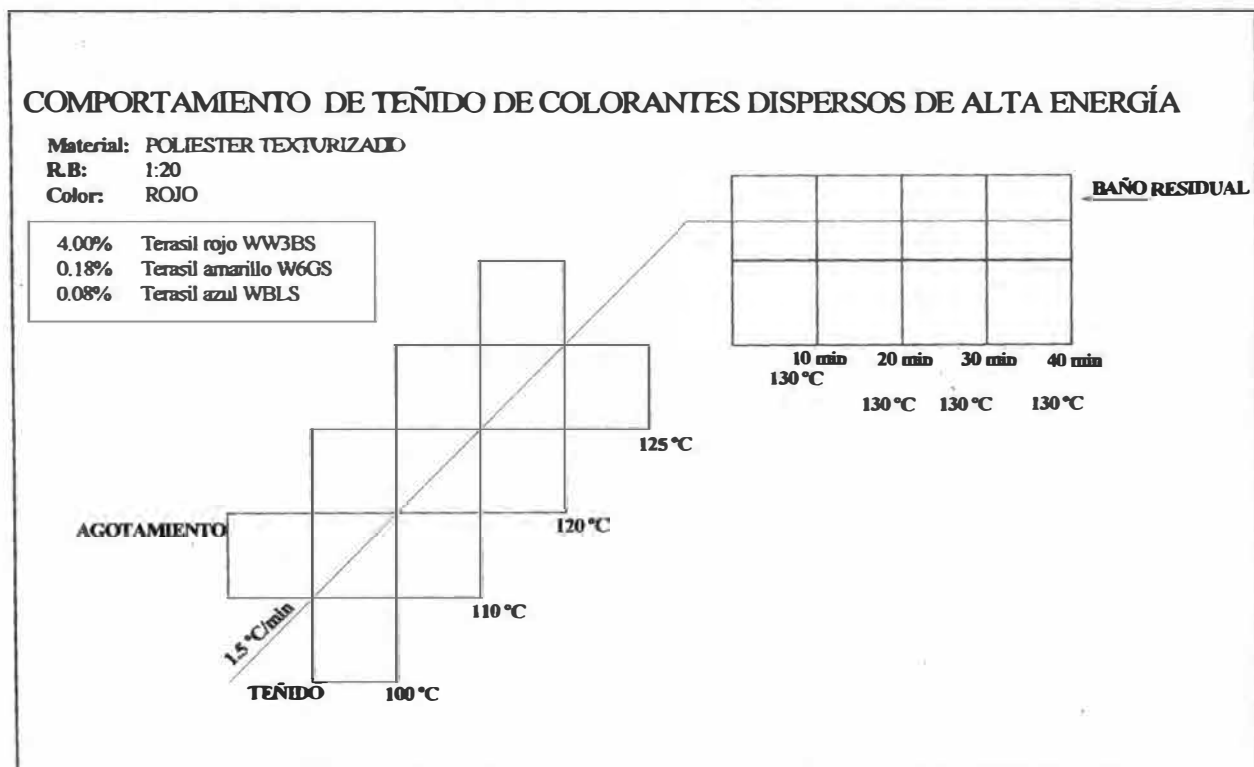


GRAFICO 19



A través del espectrofotómetro se obtiene la absorbancia de la muestra, con esto se calcula la concentración de la misma. Conociendo este dato y la concentración inicial, se puede calcular el agotamiento.

$$\text{Agotamiento} = (C_i - C_f) / C_i \times 100\%$$

Donde : C_i es concentración inicial

C_f es concentración final

6.5.3 Sistema para el acompañamiento del baño SmartLiquor®

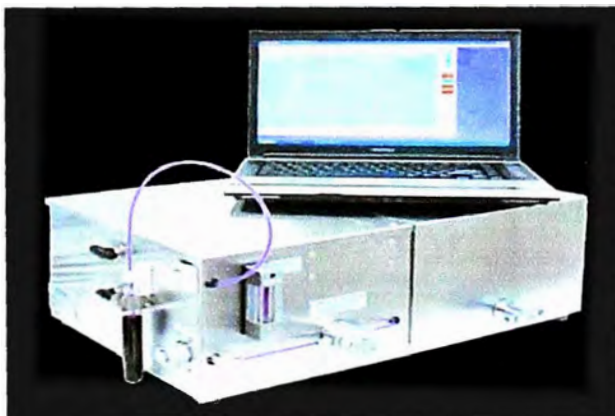
Para el control de proceso por medio del análisis del baño de teñido por agotamiento.

Usado para:

- Determinar la velocidad de agotamiento de los colorantes.
- Determinar el índice de compatibilidad entre colorantes.
- Analizar la influencia del substrato en el comportamiento de agotamiento de los colorantes.
- Acompañar los parámetros del proceso como temperatura, pH, diferencial de presión, y las curvas de agotamiento de cada colorante durante el teñido.
- Calcular gradientes de temperaturas y gradientes de dosificación (químicos como sal, álcali, ácido), basado en la velocidad de agotamiento para obtener el desempeño optimizado del proceso de teñido con aumento de productividad, uniformidad de color y reducción de costos.

Todos los datos pueden ser exportados para reportes Excel.

GRAFICO 20.



Herramientas opcionales del software **SmartLiquor®**:

- Coeficiente de “solubilidad” para colorantes dispersos en poliéster.
- Optimización de gradientes de temperatura y dosificación (especialmente para colorantes solubles en agua).
- Eliminación de la variación de color (efecto “tailing”).

Otros softwares:

SmartMachine® para la optimización del proceso para cada máquina de la tintorería, considerando volumen de baño, características del material textil, número de contactos del baño con material, entre otros.

SmartRinse® para optimizar los lavados en caso de teñido reactivo. ejemplo de curva de agotamiento de teñido de fibra mezclada poliéster / viscosa con cinco colorantes (reactivo / disperso), curva del proceso con temperatura, flujo de baño, diferencial de presión, dosificación y Ph.

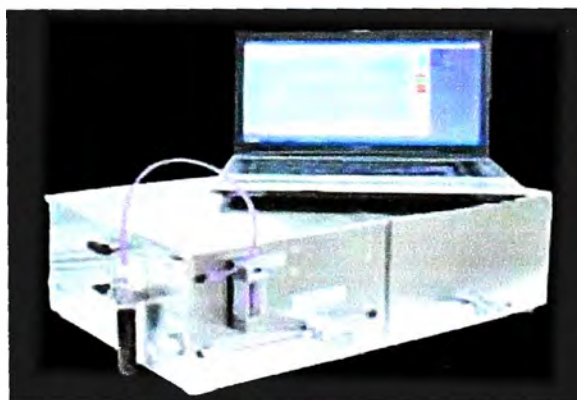
El sistema SmartLiquor® puede ser usado de la siguientes formas:

- 1.-Con colecta manual de pruebas (offline) Trae la curva del proceso de teñido.
- 2.-Con agotamiento de cada colorante, y su concentración durante el proceso.

Las muestras de baño son colectadas manualmente. Para la medición el baño es transportado automáticamente para las celdas del espectrofotómetro por medio de bomba con filtro.

Datos de temperatura y tiempo del proceso, dosificación, pH y diferencial de presión son insertados por el operador.

GRAFICO 21



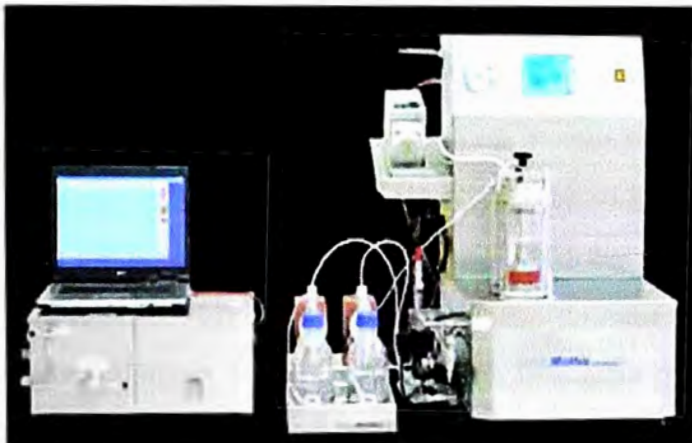
Conectado directamente a la Máquina de Teñir Conos / Bobinas

Colorstar (online)

Trae automáticamente todas las lecturas de temperatura, pH, dosificación de químicos auxiliares, flujo del baño, diferencial de presión de la máquina de laboratorio Colorstar y muestra las respectivas curvas y los datos con agotamiento de cada colorante, concentración de los colorantes, índice de compatibilidad entre los colorantes, para la optimización del proceso.

El baño circula continuamente entre la máquina de teñir y las celdas del espectrofotómetro durante todo el proceso, siendo enfriado antes de las lecturas.

GRAFICO 22

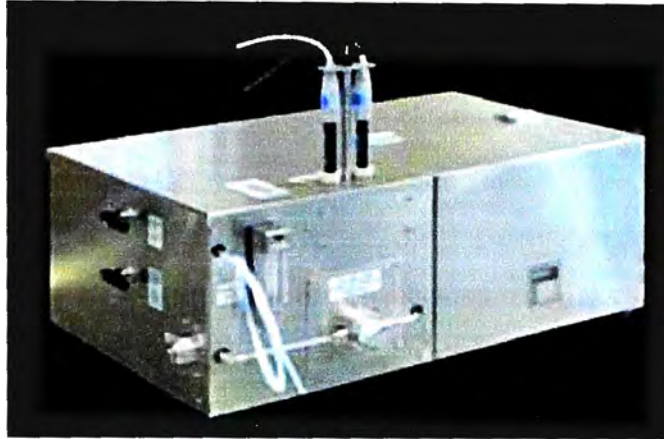


Conectado directamente a la Máquina de Teñir de Producción (online).

Las pruebas del baño de producción son enfriadas y medidas automáticamente en el espectrofotómetro SmartLiquor en intervalo de tiempo previamente programado.

El sistema trae curvas y datos de: agotamiento de cada colorante, la concentración de los colorantes y el índice de compatibilidad entre los colorantes de la receta.

Datos de temperatura, pH, dosificación de químicos, flujo de baño, diferencial de presión, pueden ser importados dependiendo del controlador de la máquina de producción cuando conectado al sistema.

GRAFICO 23

El sistema de control de color para la formulación de recetas colorimétricas, se provee en un tiempo brevísimo unos cálculos exactos de receta de color, es un sistema interactivo y autocorrector que trabaja corrigiendo muestras de color y adapta su banco de datos a cada una de las variaciones de color, los coeficientes de lotes y reflexión también se calculan automáticamente para determinar las características óptimas, el sistema funciona por windows, permite la evaluación de datos espectrales, con este sistema se puede preparar una receta económica, óptima. El procesamiento de baños residuales o agotamiento, representa un ahorro adicional. Permite tomar automáticamente los sobrantes de color para nuevas recetas.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.-Las tintorerías registran alto consumo de agua y energía eléctrica, siendo en ambos casos un 40% más de lo requerido por tanto se recomienda que las tintorerías deben abocarse a la reducción y sustitución de químicos, la conservación y reciclaje del agua, al igual que el control de la contaminación de agua y las emisiones tóxicas.

2.-Disminuir el rechazo de lotes de hilo teñido por problemas de tonalidad, minimizar el efecto contaminante de las emisiones tóxicas de CO₂.

3.- Las fibras de poliéster, los cuales poseen un buen agotamiento, al final del proceso de tintura, queda en el baño suficiente cantidad de colorante, para no ser desperdiciado y podría ser utilizado para el siguiente ciclo de tintura; en la reutilización de los baños de tintura hay un fenómeno presente que es el de los cambios de la cinética y de los niveles de agotamiento. Para evitar que las características del colorante utilizado puedan influir en el proceso general, se hacen reutilizaciones de los baños de tintura con los mismos colorantes dispersos, utilizando espectrofotometro bajo las mismas condiciones de trabajo para poder comparar las tendencias y los cambios. Es indispensable el estudio colorimétrico por medio de las diferencias totales de color entre los tejidos ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔC_{ab}^* , ΔH_{ab}^* y la evaluación de la calidad de color mediante la ecuación CMC de los sustratos teñidos a partir de baños de reutilización con respecto al que fue teñido en el proceso inicial de tintura.

De esta manera se puede llegar a conocer hasta que punto se generalizan los fenómenos involucrados en la reutilización de los baños de tintura.

4.- Se cumple con el objetivo general de optimizar proceso de teñido, los factores que mejoran el agotamiento del colorante en el proceso de tintura del poliéster para obtener la reproducibilidad e igualación.

5.-. Se hace formulaciones por medio de colorantes que tengan curvas de agotamiento similares, con selección adecuada de los colorantes en las tricromías de color al clasificar lo colorantes en tres grupos basicos de alta, media y baja energia.

6.- Los niveles en que se deben combinar las variables para obtener el mayor agotamiento son:

- Temperatura de 135°C.
- Dispersante 0.5gr/l
- Relación de baño 1:10
- Gradiente de temperatura: 1.2°C /min.

Esta conclusión se obtuvo del análisis de los agotamientos de tintura con la combinación ver anexo 4 y se obtendrá un agotamiento de 99%.

7.- La variable más influyente en el agotamiento es la relación de baño. Con un nivel alto de agua se obtiene un mejor resultado en la tintura.

8.- La única variable que representa un ahorro en el proceso de teñido es el dispersante; se demostró que se presentan mejores resultados con nada ó 0.5gr/l dicha sustancia auxiliar.

9.- En caso de la temperatura, por cada unidad de su incremento, el agotamiento disminuirá en esa unidad. Con esto se puede afirmar que a mayor temperatura, menor será el agotamiento. Así el gradiente de temperatura por cada unidad que se disminuye en esta variable, el agotamiento aumentará. Mientras menor sea el gradiente, mayor será el agotamiento.

Al igual que el dispersante, es conveniente mantener esta variable en niveles bajos para que no disminuya el agotamiento.

10.- El dispersante se puede interpretar como la reducción que se presentará en el agotamiento si se aumenta la concentración del dispersante en el baño de tintura.

A menor dispersante, mayor será el agotamiento.

11.- Por cada unidad que se aumente en la relación de baño, el agotamiento mejorará en esa cantidad.

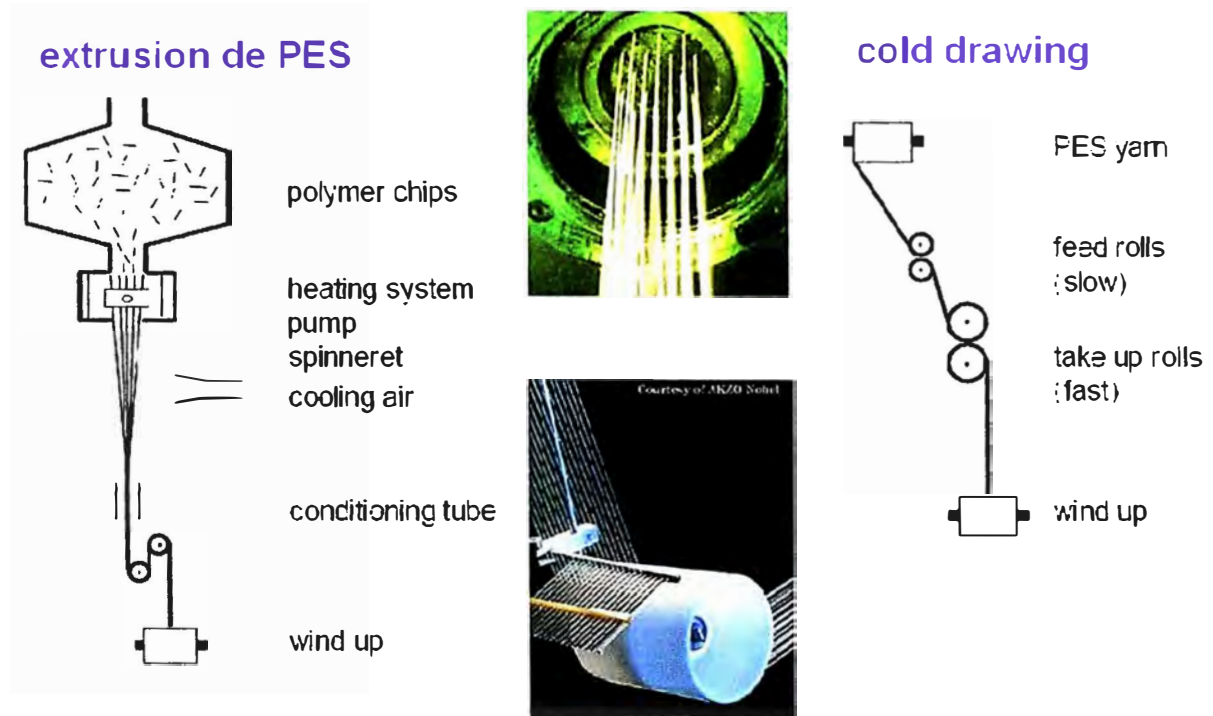
BIBLIOGRAFIA

- 1.-Química Suiza , Catálogo de colorantes dispersos, Lima 2005
- 2.-Química Suiza , Catálogo de Data Color Spectrum, Lima 2009
- 3.-Data Color, separata Fundamentos de Colorimetría, Lima 2008
- 4.-Mirko Costa, “Química textil: Polímeros” Lima-2005
- 5.-Mathis: www.mathis.com.br
- 6.-C.A. Agudelo, M. J. Lis, J. Valldeperas y J.A. Navarro, Boletín INTEXTER (U.P.C.) 2006.
- 7.- C.A. Agudelo, M. J. Lis, J. Valldeperas y J.A. Navarro, “Tintura en baños de reutilización directa: Microfibras de poliéster con colorantes dispersos”.
- 8.-Dr. Ernst Schonpflug, Conferencia sobre “Optimización de procesos de Tintura” 1990.
- 9.-J. Gacén, J.M. Canal Arias, j. Valldeperas, Boletín INTEXTER 1982 N°82.
- 10.- J. Gacén, J.M. Canal Arias, j. Valldeperas, “Tintura competitiva del Poliéster texturado en presencia de iguladores de alta temperatura. Modificación de La estructura fina.

ANEXOS

ANEXO 1:

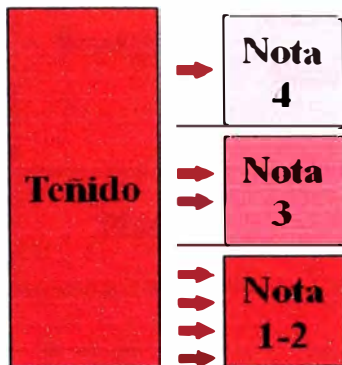
Fabricación de la fibra de Poliester



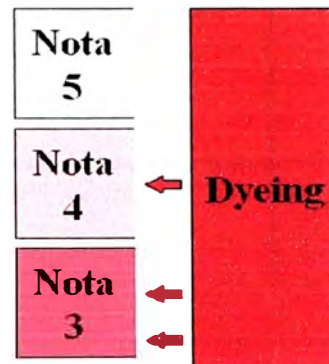
ANEXO 2:

Nivel Energético y solidez al calor seco

Bajo nivel de energía
PES maculado



Alto nivel de energía
maculado PES



ANEXO 3:

**CLASIFICACIÓN DE LOS COLORANTES DISPERSOS DE ACUERDO
AL NIVEL DE ENERGÍA.**

Amarillo Terasil® 4G					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor lcalino 100%PES SD 1/1
Ye 211	Media	3	7	5	5

Amarillo Terasil® W-6GS					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
Ye 114	Alta	4	7	5	5

Color Index	Amarillo Oro Terasil® W-3R	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
Ye 246	Media	4	6	4-5	5

Rojo Terasil® W-4BS					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40 C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
RE 376	Alta	4	7	5	5

Rojo Terasil® WW-BFS					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
RE 377	Alta	4	7	5	5

Rojo Terasil WW-3BS					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
RE 383	Alta	4-5	7	5	5

Azul Terasil® 3RL-02 150%					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
BL 56	Baja	3	6-7	5	5

Azul Terasil® BGE-01 200%					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
BL 60	Media	3-4	7-8	5	5

Azul Terasil® W-BLS					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
BL 165.1	Alta	5	6	4-5	5

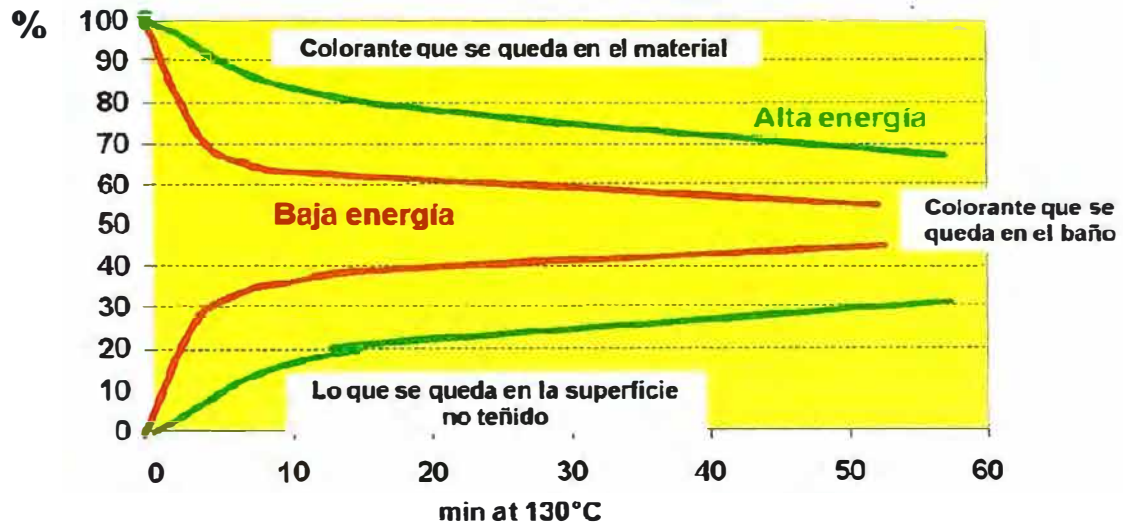
Violeta Terasil® BL-01

Violeta Terasil® BL-01					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
Pur 57	Alta	5	7	5	5

Negro Terasil® WNS

Negro Terasil® WNS					
Color Index	Nivel de Energía	SOLIDEZ			
		Calor Seco	Luz de Xenón SD 1/1	Lavado 40° C 100%PES SD 1/1	Sudor Alcalino 100%PES SD 1/1
Mezcla	Alta	5	6	5	4-5

Comportamiento de migración de los colorantes



ANEXO 4:

CONCENTRACIÓN DE COLORANTES EN LOS BAÑOS RESIDUALES.

- Los cuadros que aparecen abajo, son lecturas del DataColor (Gráfico 17,18) de comportamiento de teñido de colorantes dispersos donde se muestra el agotamiento o baño residual así como el teñido a diferentes temperaturas del color negro y rojo, recetas de colores oscuros para analizar el teñido y el agotamiento o baño residual de las muestras teñidas, se selecciona el teñido de un color oscuro a partir del cual podemos comparar la receta original de teñido con la receta de los baños residuales, analizamos para colores oscuros como un rojo y negro, observamos en la receta de baños residuales, un porcentaje de colorante de aproximadamente 8.5% para el color rojo de la receta original, y aproximadamente 4% de la receta original para el color negro, que representaría un ahorro adicional que permite tomar los sobrantes del baño de tintura, colorante en el baño para nuevas recetas.

Receta original:

Negro		Rojo	
Terasil negro	4%	Terasil Amarillo W6GS	0.21%
WNS			
Terasil Amarillo	0.25%	Terasil rojo WW3BS	2.4%
oro W3R			
Terasil rojo 4BS	0.08%	Terasil rojo W4BS	0.25%

Las recetas obtenidas de leer las muestras de teñido (gráfica página 65, 66) al final del baño de tintura (40 minutos de teñido) y tintura de baño residual, en el Data Color.

$$\text{Agotamiento} = (C_i - C_f) / C_i \times 100\%$$

Donde : Ci es concentración inicial

Cf es concentración final

NEGRO:

Receta de teñido 40 minutos:

Terasil negro WNS	3.905%
Terasil Amarillo oro W3R	0.269%
Terasil rojo 4BS	0.0737%
Concentracion Total	4.247%

Receta del Baño Residual a los 40 minutos:

Terasil negro WNS	0.1297%
Terasil Amarillo oro W3R	0.024%
Terasil rojo 4BS	0.0135%
Concentración Final	0.1672%

La concentración total del baño residual 0.1672% de la concentración inicial receta de tintura es 4.2%, esto viene a representar 3.9% de la receta original.

ROJO

Receta de teñido 40 minutos:

Terasil Amarillo W6GS	0.209%
Terasil rojo WW3BS	2.169%
Terasil rojo W4BS	0.212%
Concentración Final	2.59%

Receta del Baño Residual a los 40 minutos:

Terasil amarillo W6GS	0.0118%
Terasil rojo WW3BS	0.174%
Terasil rojo W4BS	0.0446%
Concentración Final	0.2305%

La concentración total del baño residual 0.2305% de la concentración inicial receta de tintura es 2.59%, esto viene a representar 8.56% de la receta original. Las siguientes tablas muestran, las recetas de los baños residuales, de los colores rojo y negro, desarrollados en la parte experimental.

TINTURA PARA EL NEGRO

Receta	BañoResidual 40'	Prueba	1				
ID de Receta	4306						
Estándar	BañoResidual 40'	Muestra Teñida					
Artículo	Pique Rib Pes cfly	Substrato	Pique Rib pes				
ProcComb		Peso	10.00g				
<table border="1"> <tr> <td>Coste Colorantes</td> <td>3.22</td> <td>Coste Auxiliares</td> <td>0.00</td> </tr> </table>		Coste Colorantes	3.22	Coste Auxiliares	0.00		
Coste Colorantes	3.22	Coste Auxiliares	0.00				
Tolerance_Name		Predet. CIELab	Factor de Tolerancia				
Familia	Foron-Terasil		Modificada				
			1.00				
			No				
	Medido	Teoria	Medido				
dE(D65)		0.00					
Metameria (F02)		0.76	CMCCON02 Index (F02, CieLab)				
Metameria (A)		1.09	CMCCON02 Index (A, CieLab)				
Metameria (msTL84-10)		1.78	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)				
			1.93				
			1.36				
			2.89				
Ca. D*	1	<table border="1"> <tr> <td>Volumen:</td> <td>100.00 ml</td> </tr> </table>		Volumen:	100.00 ml		
Volumen:	100.00 ml						
Agua	Agua a añadir		100.00				
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00				
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00				
Último Lote Medido							
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00				
		Nr de Modificaciones	0				
Ter. A. W-3R	Terasil Amarillo oro W-3R	0.0241 %	0.00 g				
Ter. R. W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.0135 %	0.00 g				
Ter. N. W-NS	Terasil Negro W-NS	0.1297 %	0.01 g				

Receta	BañoResidual30'	Prueba	1
ID de Receta	4307		
Estándar	BañoResidual30'	Muestra Teñida	
Artículo	Paque Rib Pes c/ly	Substrato	Paque Rib pes
ProcComb		Peso	10.00g
Coste Colorantes		3.88	Coste Auxiliares 0.00
Tolerance_Name	Foron-Terasil	Prodct. CIElab	Factor de Tolerancia 1.00
Familia			Modificada No
	Medido	Teoria	Medido Teoria
dE(D65)		0.00	
Metameria (F02)	0.66	CMCCON02 Index (F02, CieLab)	1.58
Metameria (A)	0.90	CMCCON02 Index (A, CieLab)	1.22
Metameria (msTL84-10)	1.51	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)	2.46
Ca.Off	1	Volumen: 100.00 ml	
Agua	Agua a añadir		100.00
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00
Proceso de tintura	Agotamiento 13U disp	Factor	1.00
Último Lote Medido			
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00
		Nº de Modificaciones	0
Terasil W-3R	Terasil Amarillo oro W-3R	0.022%	0.00 g
Terasil W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.017%	0.00 g
Terasil W-NS	Terasil Negro W-NS	0.160%	0.02 g

Receta	BañoResidual20'	Prueba	1
ID de Receta	4308		
Estándar	BañoResidual20'	Muestra Teñida	
Artículo	Paque Rib Pes c/ly	Substrato	Paque Rib pes
ProcComb		Peso	10.00g
Coste Colorantes		4.72	Coste Auxiliares 0.00
Tolerance_Name	Foron-Terasil	Prodct. CIElab	Factor de Tolerancia 1.00
Familia			Modificada No
	Medido	Teoria	Medido Teoria
dE(D65)		0.00	
Metameria (F02)	0.53	CMCCON02 Index (F02, CieLab)	1.18
Metameria (A)	0.64	CMCCON02 Index (A, CieLab)	1.04
Metameria (msTL84-10)	1.19	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)	1.91
Ca.Off	1	Volumen: 100.00 ml	
Agua	Agua a añadir		100.00
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00
Proceso de tintura	Agotamiento 13U disp	Factor	1.00
Último Lote Medido			
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00
		Nº de Modificaciones	0
Terasil W-3R	Terasil Amarillo oro W-3R	0.018%	0.00 g
Terasil W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.021%	0.00 g
Terasil W-NS	Terasil Negro W-NS	0.202%	0.02 g

Receta	Dye40'	Prueba	1
ID de Receta	4309		
Estándar	Dye40'	Muestra Teñida	
Artículo	Pique Rib Pes c/ly	Substrato	Pique Rib pes
ProcComb		Peso	10.00g
Coste Colorantes		83.75	Coste Auxiliares
			0.00
Tolerance_Name	Foron-Terasil	Predet. CIELab	Factor de Tolerancia
Familia			Modificada
			1.00
			No
	Medido	Teoria	Medido
			Teoria
dE(D65)		0.00	
Metameria (F02)		0.22	CMCCON02 Index (F02, CieLab)
Metameria (A)		0.08	CMCCON02 Index (A, CieLab)
Metameria (msTL84-10)		0.32	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)
			1.09
			0.90
			0.96
Ca. Of.	1	Volumen:	100.00 ml
Agua	Agua a añadir		100.00
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00
Último Lote Medido			
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00
		Nº de Modificaciones	0
Ter. Am. W-3R	Terasil Amarillo oro W-3R	0.2694	% 0.03 g
Ter. Rojo W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.0737	% 0.01 g
Ter. Negro W-NS	Terasil Negro W-NS	3.9057	% 0.39 g

Receta	Dye30'	Prueba	1
ID de Receta	4310		
Estándar	Dye30'	Muestra Teñida	
Artículo	Pique Rib Pes c/ly	Substrato	Pique Rib pes
ProcComb		Peso	10.00g
Coste Colorantes		86.04	Coste Auxiliares
			0.00
Tolerance_Name	Foron-Terasil	Predet. CIELab	Factor de Tolerancia
Familia			Modificada
			1.00
			No
	Medido	Teoria	Medido
			Teoria
dE(D65)		0.00	
Metameria (F02)		0.20	CMCCON02 Index (F02, CieLab)
Metameria (A)		0.07	CMCCON02 Index (A, CieLab)
Metameria (msTL84-10)		0.31	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)
			1.04
			0.87
			0.97
Ca. Of.	1	Volumen:	100.00 ml
Agua	Agua a añadir		100.00
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00
Último Lote Medido			
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00
		Nº de Modificaciones	0
Ter. Am. W-3R	Terasil Amarillo oro W-3R	0.2881	% 0.03 g
Ter. Rojo W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.0691	% 0.01 g
Ter. Negro W-NS	Terasil Negro W-NS	4.0094	% 0.40 g

Receta	Dye20'	Prueba	1				
ID de Receta	4311						
Estándar	Dye20'	Muestra Teñida					
Artículo	Rique Rib Pes c/ly	Substrato	Rique Rib pes				
ProcComb		Peso	10.00g				
<table border="1"> <tr> <td>Coste Colorantes</td> <td>82.26</td> <td>Coste Auxiliares</td> <td>0.00</td> </tr> </table>		Coste Colorantes	82.26	Coste Auxiliares	0.00		
Coste Colorantes	82.26	Coste Auxiliares	0.00				
Tolerance_Name		Predet. CIELab	Factor de Tolerancia				
Familia	Foron-Terasil		Modificada				
			1.00				
			No				
	Medido	Teoria	Medido				
dE(D65)		0.00					
Metameria (F02)	0.24	CMCCON02 Index (F02, CieLab)	1.01				
Metameria (A)	0.13	CMCCON02 Index (A, CieLab)	0.80				
Metameria (msTL84-10)	0.45	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)	1.13				
Ca Op	1	Volumen:	100.00 ml				
Agua	Agua a añadir		100.00				
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00				
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00				
Último Lote Medido							
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00				
		Nr de Modificaciones	0				
TerAm W-3R	Terasil Amarillo oro W-3R	0.3597 %	0.04 g				
TerRo W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.0678 %	0.01 g				
TerNe W-NS	Terasil Negro W-NS	3.7643 %	0.38 g				

TINTURA PARA EL ROJO

Receta	BañoResidual40'	Prueba	1				
ID de Receta	4312						
Estándar	BañoResidual40'	Muestra Teñida					
Artículo	Pique Rib Pes c/ly	Substrato	Pique Rib pes				
ProcComb		Peso	10.00g				
<table border="1"> <tr> <td>Coste Colorantes</td> <td>7.05</td> <td>Coste Auxiliares</td> <td>0.00</td> </tr> </table>		Coste Colorantes	7.05	Coste Auxiliares	0.00		
Coste Colorantes	7.05	Coste Auxiliares	0.00				
Tolerance_Name		Predet. CIELab	Factor de Tolerancia				
Familia	Foron-Terasil		Modificada				
			1.00				
			No				
	Medido	Teoria	Medido				
dE(D65)		0.00					
Metameria (F02)	0.21	CMCCON02 Index (F02, CieLab)	9.83				
Metameria (A)	0.34	CMCCON02 Index (A, CieLab)	9.19				
Metameria (msTL84-10)	0.41	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)	2.17				
Ca Op	1	Volumen:	100.00 ml				
Agua	Agua a añadir		100.00				
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00				
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00				
Último Lote Medido							
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00				
		Nr de Modificaciones	0				
TerAm W-6GS	Terasil Amarillo W-6GS	0.0118 %	0.00 g				
TerRo WW-3BS	Terasil Rojo WW-3BS	0.1741 %	0.02 g				
TerRo W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.0446 %	0.00 g				

Receta	BañoResidual 30'	Prueba	1
ID de Receta	4313		
Estándar	BañoResidual 30'	Muestra Teñida	
Artículo	Paque Rib Pes c/ly	Substrato	Paque Rib pes
ProcComb		Peso	10.00g
Coste Colorantes		23.90	Coste Auxiliares 0.00
Tolerance_Name	Foron-Terasil	Predet. CIELab	Factor de Tolerancia 1.00
Familia		Modificada	No
	Medido	Teoria	Medido Teoria
dE(D65)		2.27	
Metameria (F02)	0.31	CMCCON02 Index (F02, CieLab)	12.03
Metameria (A)	0.73	CMCCON02 Index (A, CieLab)	11.51
Metameria (msTL84-10)	0.17	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)	2.67
Ca. O'	1	Volumen:	100.00 ml
Agua	Agua a añadir		100.00
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00
Último Lote	Medido		
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00
		Nr de Modificaciones	0
TERRO-395	Terasil Rojo WW-3BS	0.6675 %	0.07 g
TERRO-485	Terasil Rojo W-4BS	0.0300 %	0.00 g

Receta	BañoResidual 20'	Prueba	1
ID de Receta	4314		
Estándar	BañoResidual 20'	Muestra Teñida	
Artículo	Paque Rib Pes c/ly	Substrato	Paque Rib pes
ProcComb		Peso	10.00g
Coste Colorantes		41.29	Coste Auxiliares 0.00
Tolerance_Name	Foron-Terasil	Predet. CIELab	Factor de Tolerancia 1.00
Familia		Modificada	No
	Medido	Teoria	Medido Teoria
dE(D65)		1.63	
Metameria (F02)	0.28	CMCCON02 Index (F02, CieLab)	12.70
Metameria (A)	0.60	CMCCON02 Index (A, CieLab)	12.02
Metameria (msTL84-10)	0.22	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)	3.08
Ca. O'	1	Volumen:	100.00 ml
Agua	Agua a añadir		100.00
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00
Último Lote	Medido		
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00
		Nr de Modificaciones	0
TERRO-395	Terasil Rojo WW-3BS	1.1652 %	0.12 g
TERRO-485	Terasil Rojo W-4BS	0.0286 %	0.00 g

Receta	Dye 40'	Prueba	1
ID de Receta	4315		
Estándar	Dye 40'	Muestra Teñida	
Artículo	Pique Rib Pes c/ly	Substrato	Pique Rib pes
ProcComb		Peso	10.00 g
Coste Colorantes		82.86	Coste Auxiliares
			0.00
Tolerance Name	Foron-Terasil	Predet. CIELab	Factor de Tolerancia
Familia			1.00
			Modificada
			No
	Medido	Teoría	Medido
			Teoría
dE(D65)		0.03	
Metameria (F02)	0.37	CMCCON02 Index (F02, CieLab)	11.11
Metameria (A)	0.18	CMCCON02 Index (A, CieLab)	9.63
Metameria (msTL84-10)	0.29	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)	2.80
Ca. 30'	1	Volumen:	100.00 ml
Agua	Agua a añadir		100.00
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00
Último Lote Medido			
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00
		Nr de Modificaciones	0
TER AM W-6GS	Terasil Amarillo W-6GS	0.2099	% 0.02 g
TER R W-3BS	Terasil Rojo WW-3BS	2.1692	% 0.22 g
TER R W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.2123	% 0.02 g
TER AZ W-BLS	Terasil Azul W-BLS	0.0166	% 0.00 g

Receta	Dye 30'	Prueba	1
ID de Receta	4316		
Estándar	Dye 30'	Muestra Teñida	
Artículo	Pique Rib Pes c/ly	Substrato	Pique Rib pes
ProcComb		Peso	10.00 g
Coste Colorantes		79.71	Coste Auxiliares
			0.00
Tolerance Name	Foron-Terasil	Predet. CIELab	Factor de Tolerancia
Familia			1.00
			Modificada
			No
	Medido	Teoría	Medido
			Teoría
dE(D65)		0.02	
Metameria (F02)	0.32	CMCCON02 Index (F02, CieLab)	11.13
Metameria (A)	0.15	CMCCON02 Index (A, CieLab)	9.62
Metameria (msTL84-10)	0.27	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)	2.80
Ca. 30'	1	Volumen:	100.00 ml
Agua	Agua a añadir		100.00
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00
Último Lote Medido			
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00
		Nr de Modificaciones	0
TER AM W-6GS	Terasil Amarillo W-6GS	0.2163	% 0.02 g
TER R W-3BS	Terasil Rojo WW-3BS	2.0580	% 0.21 g
TER R W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.2497	% 0.02 g
TER AZ W-BLS	Terasil Azul W-BLS	0.0162	% 0.00 g

Receta	Dye 20'	Prueba	1
ID de Receta	4317		
Estándar	Dye 20'	Muestra Teñida	
Artículo	Pique Rib Pcs c/ly	Substrato	Pique Rib pes
ProcComb		Peso	10.00g
Coste Colorantes		72.52	Coste Auxiliares
			0.00
Tolerance_Name		Predet. CieLab	Factor de Tolerancia
Familia	Foron-Terasil		1.00
			Modificada
			No
	Medido	Teoria	Medido
dE(D65)		0.02	
Metameria (F02)		0.29	CMCCON02 Index (F02, CieLab)
Metameria (A)		0.11	CMCCON02 Index (A, CieLab)
Metameria (msTL84-10)		0.23	CMCCON02 Index (msTL84-10, CieLab)
			11.16
			9.65
			2.73
Ca 3°	1	Volumen:	100.00 ml
Agua	Agua a añadir		100.00
Familia	Foron-Terasil	Parte	100.00
Proceso de Tintura	Agotamiento 130 disp	Factor	1.00
Último Lote Medido			
Relación de Baño / Absorción	10.00	Factor Substrato	1.00
		Nr de Modificaciones	0
Ter-A-Y-W-6GS	Terasil Amarillo W-6GS	0.1970	% 0.02 g
Ter-R-W-3BS	Terasil Rojo WW-3BS	1.8787	% 0.19 g
Ter-R-R-2-W-4BS	Terasil Rojo W-4BS	0.2144	% 0.02 g
Ter-A-Z-W-5LS	Terasil Azul W-5LS	0.0149	% 0.00 g

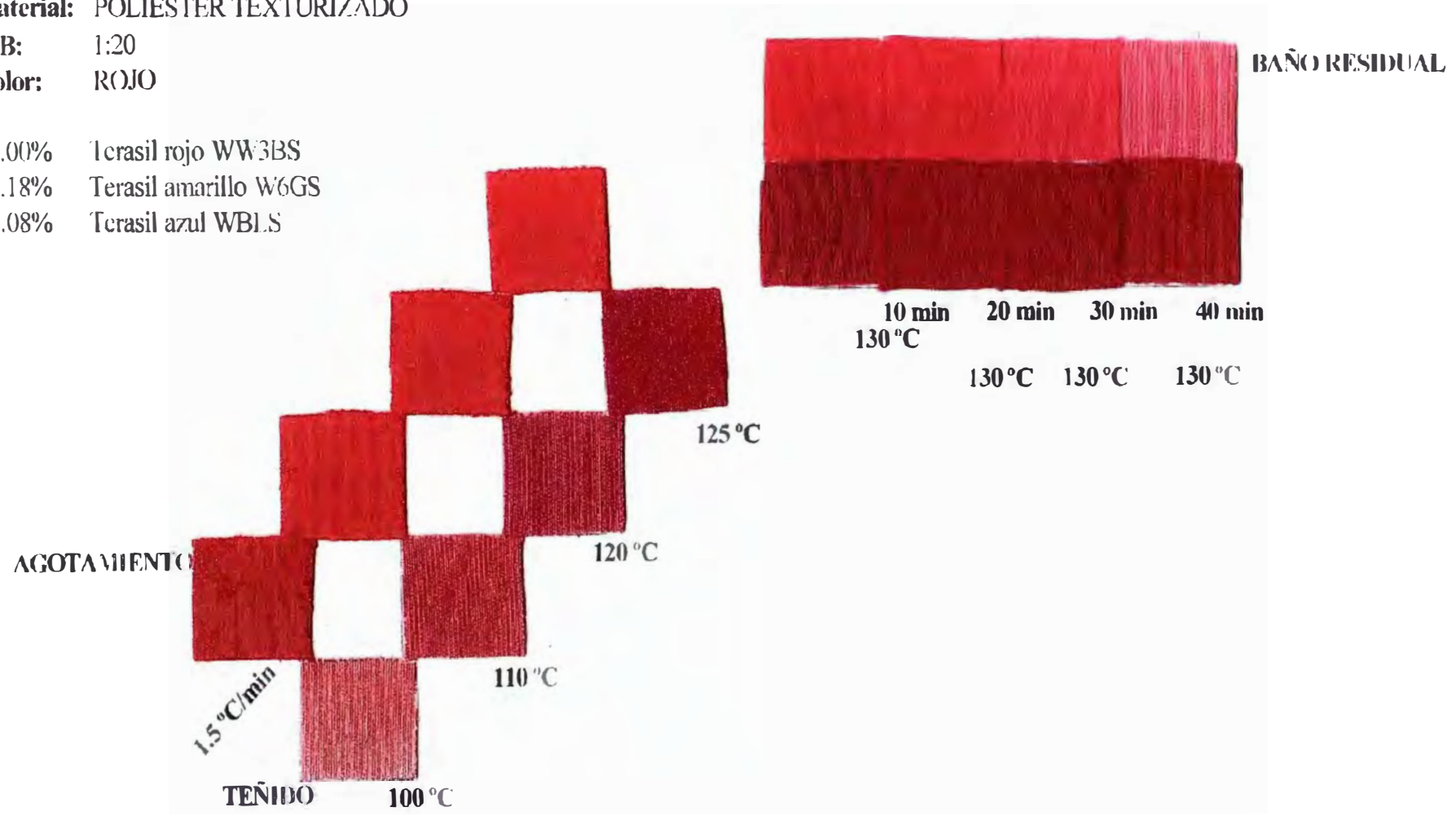
COMPORTAMIENTO DE TEÑIDO DE COLORANTES DISPERSOS DE ALTA ENERGÍA

Material: POLIESTER TEXTURIZADO

R.B: 1:20

Color: ROJO

- 4.00% Terasil rojo WW3BS
- 0.18% Terasil amarillo W6GS
- 0.08% Terasil azul WBL5



COMPORTAMIENTO DE TEÑIDO DE COLORANTES DISPERSOS DE ALTA ENERGÍA

Material: POLIESTER TEXTURIZADO
R.B: 1:20
Color: NEGRO

- 4.00% Terasil negro WNS
- 0.08% Terasil rojo WNS
- 0.25% Terasil amarillo W3R

