

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**



**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA TEXTIL**

**TEMA: “EVALUACIÓN DEL PROCESO DE LAVADO REDUCTIVO  
CONVENCIONAL VS EL LAVADO REDUCTIVO ALTERNATIVO  
DE LA TINTURA EN TEJIDOS DE PES 100% CON COLORANTES  
DISPERSOS”**

**AUTORA: VERÓNICA PATRICIA CUCÁS PAVÓN**

**DIRECTOR: MSc. FERNANDO JAVIER FIERRO RAMOS**

**IBARRA, 2019**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para la cual pongo a disposición la siguiente información:

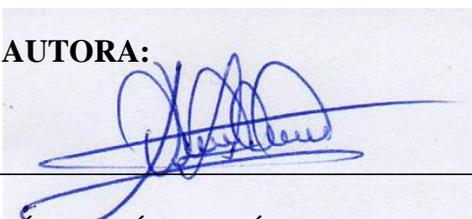
<b>DATOS DEL CONTACTO</b>	
<b>Cédula de Identidad:</b>	040163886-1
<b>Apellidos y Nombres:</b>	Cucás Pavón Verónica Patricia
<b>Dirección:</b>	Urbanización Bellavista del Sur II Etapa
<b>Email:</b>	<a href="mailto:verito_24may@yahoo.com">verito_24may@yahoo.com</a>
<b>Teléfono Móvil</b>	0961087131
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	“EVALUACION DEL PROCESO DE LAVADO REDUCTIVO CONVENCIONAL VS EL LAVADO REDUCTIVO ALTERNATIVO DE LA TINTURA EN TEJIDOS DE PES 100% CON COLORANTES DISPERSOS”
<b>Autor(a):</b>	CUCÁS PAVÓN VERÓNICA PATRICIA
<b>Fecha:</b>	13 de Mayo del 2019
<b>Programa:</b>	PREGRADO
<b>Título por el que opta:</b>	INGENIERA TEXTIL
<b>Director:</b>	MSc. Fernando Javier Fierro Ramos

## 2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización, es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 13 de Mayo del 2019

**LA AUTORA:**

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, is written over a light blue rectangular background.

---

CUCÁS PAVÓN VERÓNICA PATRICIA  
C.I: 040163886-1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN DEL ASESOR**

Certifico que el Sta. Verónica Patricia Cucás Pavón ha trabajado en su totalidad en el desarrollo del proyecto de tesis “EVALUACIÓN DEL PROCESO DE LAVADO REDUCTIVO CONVENCIONAL VS EL LAVADO REDUCTIVO ALTERNATIVO DE LA TINTURA EN TEJIDOS DE PES 100% CON COLORANTES DISPERSOS”, previo a la obtención del título de Ingeniera Textil, trabajo que realizó con interés profesional y responsabilidad, es cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ibarra, 13 de Mayo del 2019.

MSc. Fernando Fierro

**DIRECTOR**



## AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a **DIOS** por protegerme y bendecirme siempre, por darme fortaleza para superar obstáculos y dificultades a lo largo del camino de mi vida y permitirme alcanzar otro objetivo más en mi vida.

A mis PADRES, **Milton y Nancy** siendo mi ejemplo a seguir y mi pilar fundamental en mi vida, quienes con su sabiduría lograron inculcar en MI buenos valores para guiarme por el camino correcto. A mis HERMANOS **Sandra, Lady, Katty y Diego** por brindarme su cariño, comprensión y paciencia. A mis adorados SOBRINOS **Zuri, Sami y Santi** por cambiar en MI una lágrima por una sonrisa. A mi hermano político **Edison** por sus palabras de aliento en momentos difíciles. USTEDES **mi familia** les agradezco infinitamente por compartir conmigo mis tristezas, alegrías y brindarme su apoyo incondicional. **Les Amo.**

Mi agradecimiento sincero a la Universidad Técnica del Norte por brindarme la oportunidad de educarme en sus aulas.

De manera especial a mi director de tesis MSc Fernando Fierro por dedicarme su valioso tiempo y paciencia en el desarrollo de este trabajo.

Mi gratitud inmensa a DyStar Ecuador Cia. Ltda. por abrirme sus puertas, de manera especial a la Ing. Ximena Salazar y Susana Ibujés quienes me compartieron sus conocimientos y me brindaron su apoyo para la elaboración del presente trabajo.

Mi agradecimiento está dirigido a todas las personas y entidades que hicieron posible la realización de esta investigación.

**VERO C.**

## DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a:

*DIOS* por obsequiarme el regalo más grande, la VIDA y mi FAMILIA.

*Mis PADRES* por su optimismo y amor que me brindan cada día, por su esfuerzo y sacrificio ofreciéndome un futuro de éxito, por sobre todo fomentando en MI el deseo de superación.

*Mis HERMANOS* por impulsar en mí el anhelo de triunfo en la vida, por estar siempre pendientes de mí y por estar conmigo en los momentos más difíciles.

*Mis SOBRINOS* por ser mi mayor ALEGRIA, por ser la LUZ en mi camino y por ser mi fuerza para seguir adelante.

**Con cariño**

**VERO C**

## RESUMEN

En la tintura de Poliéster 100%, en la actualidad y por lo general se utilizan colorantes dispersos. Este tipo de colorantes posee diferente peso molecular, que al reaccionar el colorante físicamente con la fibra existen inconvenientes luego del proceso de tintura como es en las solideces, la gran mayoría en colores oscuros.

Por esta razón la presente investigación, se realizó con el propósito de mejorar la solidez al lavado, solidez al frote y solidez a la sublimación sobre todo en colores oscuros (negro, rojo, azul eléctrico) y por ende optimizar los procesos de tintorería.

Este trabajo de investigación se realizó en tejidos de poliéster 100%, tinturado con colorantes dispersos de la familia Dianix CC, posteriormente su proceso de lavado reductivo convencional vs lavado reductivo alternativo de tipo ácido, para evaluar el comportamiento de las solideces.

La evaluación de los procesos y mejoramiento de la solidez tiene como finalidad primordial crear productos con mayor aceptación del cliente en utilidad, durabilidad, confort y calidad. De igual manera se tendrá en cuenta que al utilizar un reductor alternativo ácido estamos ayudando a disminuir la contaminación.

## ABSTRACT

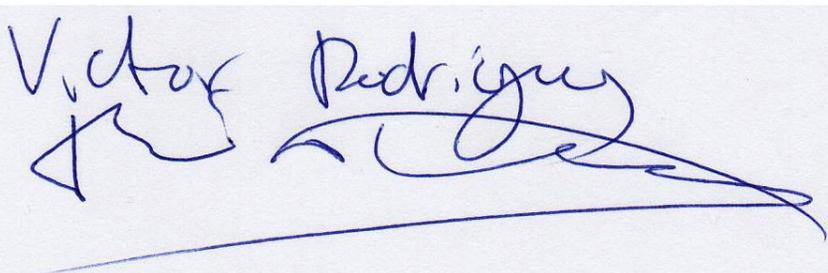
Nowadays dispersed dyes are used in the dyeing of 100% Polyester fabrics. This type of dye has a different molecular weight, which after physically reacting with the fibre present drawbacks in the mostly in dark colours.

This research was carried out with the purpose of improving the solidity to washing, rubbing and sublimation specifically in dark colours (black, red, electric blue) in order to optimize the dyeing processes.

This research work was carried out on 100% polyester fabrics, dyed with disperse dyes of the Dianix CC family, that undergo a conventional reductive washing process which is compared to an acid reductive alternative washing, to evaluate the behaviour of the fastness.

The evaluation of the processes and improvement of the solidity has as primary purpose to create products with greater acceptance of the client in terms of utility, durability, comfort and quality. It is also taken into account that by using an alternative acid reducer pollution is reduced.

Victor Rodriguez



## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	i
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS.....	i
CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL .....	i
TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE.....	i
INGENIERA TEXTIL.....	i
TEMA: “EVALUACIÓN DEL PROCESO DE LAVADO REDUCTIVO CONVENCIONAL VS EL LAVADO REDUCTIVO ALTERNATIVO DE LA TINTURA EN TEJIDOS DE PES 100% CON COLORANTES DISPERSOS” .....	i
AUTORA: VERÓNICA PATRICIA CUCÁS PAVÓN.....	i
DIRECTOR: MSc. FERNANDO FIERRO .....	i
IBARRA, 2019.....	i
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	ii
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	ii
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	ii
1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA .....	ii
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	iv

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INDICE GENERAL.....	x
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	xvii
LISTA DE IMÁGENES .....	xvii
LISTA DE FIGURAS .....	xviii
LISTA DE TABLAS .....	xix
INTRODUCCION .....	xx
PROBLEMA .....	xxi
OBJETIVOS .....	xxiii
OBJETIVO GENERAL .....	xxiii
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	xxiii
JUSTIFICACION .....	xxiv
PARTE TEORICA.....	1
CAPITULO 1 .....	1
MATERIA PRIMA, PROCESO DE TINTURA Y SOLIDECES .....	1

1.1. El Poliéster .....	1
1.1.1. Propiedades Físicas .....	3
1.1.2. Propiedades Químicas .....	4
<i>Nombres comerciales del poliéster</i> .....	5
1.1.3. Análisis de la materia prima.....	5
<i>Vista transversal y longitudinal</i> .....	6
Peso por área de tejido: Usualmente llamado gramaje o densidad, este parámetro expresa la cantidad de peso (masa) contenida en una unidad de área de tejido. Suele expresarse como gramos por metro cuadrado u onzas por yarda cuadrada, a partir de este dato se determina el rendimiento de una tela, variable muy importante para el confeccionista. ....	7
Las normas referidas a este ensayo son: .....	7
1.2. Proceso de pre-lavado de PES 100% .....	7
1.2.1. Receta.....	8
1.2.2. Curva de proceso.....	8
1.3 Evaluación con el programa Eliot – Optidye .....	9
1.4. Tintura de Poliéster .....	10
1.4.1. Auxiliares .....	11
1.4.1.1. Ácido Acético.....	12
1.4.1.2. Dispersante .....	12

Su función es la de evitar la re-deposición de sólidos o impurezas eliminadas cualquiera que sea su procedencia, manteniéndolos en una forma de agrupación en el baño.....	12
1.4.1.3. Igualante .....	13
1.4.2. Parámetros de tintura.....	13
1.4.2.1. Dureza del agua.....	13
1.4.2.2. Relación de baño .....	14
1.4.2.3. Temperatura .....	14
1.4.2.4. Gradiente .....	15
1.4.2.5. Tiempo de tintura .....	15
1.4.2.6. pH.....	16
1.5. Colorantes Dispersos.....	16
1.5.1. Definición.....	16
1.5.2. Fórmula química .....	17
1.5.3. Curva de tintura.....	18
1.5.4. Selección de los colorantes a utilizar .....	18
1.6. Normas Técnicas.....	23
1.6.1. Solidez al lavado (AATCC Método 61 – 2A).....	23
“MÉTODO DE ENSAYO AATCC 61 – 2A (2009) .....	23
1.6.2. Solidez al frote (AATCC Método 8).....	25

1.6.3. Solidez al sublimado (AATCC Método 117).....	27
CAPITULO 2.....	29
AUXILIARES UTILIZADOS EN LOS PROCESOS DE LAVADO REDUCTIVO.....	29
2.1. Reductores Convencionales .....	29
2.1.1. Hidrosulfito de Sodio .....	29
2.1.1.1. Propiedades .....	29
2.1.1.2. Composición Química.....	30
2.1.1.3. Características .....	31
2.1.2. Sosa Cáustica .....	32
2.1.2.1. Propiedades .....	32
2.1.2.2. Composición Química.....	34
2.1.2.3. Características .....	34
2.2. Reductor Alternativo.....	35
2.2.1. Reductor Alternativo.....	35
2.2.1.1. Propiedades .....	35
2.2.1.2. Características .....	36
2.2.1.3. Composición Química.....	37
2.2.2. Dispersante .....	37
2.2.2.1. Propiedades .....	37
2.2.2.2. Características .....	38

PARTE PRÁCTICA .....	39
CAPITULO 3.....	39
MATERIALES Y METODOS UTILIZADOS EN LA APLICACIÓN DE LOS REDUCTORES EN LOS PROCESOS DE LAVADO REDUCTIVO .....	39
3.1. Materiales y Equipos de Laboratorio .....	39
3.2. Tintura de la materia prima (PES 100%) .....	44
<i>Procedimiento</i> .....	44
<i>Análisis de la fibra del tejido de PES 100%</i> .....	44
3.2.1. Procesos.....	48
3.2.2. Recetas y muestras obtenidas .....	51
3.2.3. Curvas .....	52
3.3. Método de lavado reductivo.....	53
3.3.1. Proceso Utilizado (Convencional) – Prueba # 1 .....	53
3.3.1.1. Productos.....	54
3.3.1.2. Parámetros.....	54
2.3.1.3. Receta .....	54
2.3.1.4. Curva .....	55
3.3.2. Proceso Alternativo – Prueba # 2.....	56
3.3.2.1. Productos.....	56
3.3.2.2. Parámetros.....	56

3.3.2.3. Receta.....	57
3.3.2.4. Curva.....	58
CAPITULO 4.....	61
EVALUACION DE LAS SOLIDECES DE ACUERDO AL METODO ESTABLECIDO... 61	
4.1. Análisis del proceso bajo Normas Técnicas.....	61
4.1.1. Solidez al lavado AATCC 61 -2A .....	61
4.1.2. Solidez al frote AATCC 8.....	64
4.1.3. Solidez a la sublimación AATCC 117 .....	66
4.2. RESULTADOS.....	68
CAPITULO 5.....	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
5.1. CONCLUSIONES .....	73
5.2. RECOMENDACIONES.....	74
ANEXOS .....	75
BIBLIOGRAFIA .....	89
GLOSARIO .....	91

## INDICE DE ILUSTRACIONES

### LISTA DE IMÁGENES

<b>Imágen N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
Imágen 1.	Fibras de Poliéster vistas en un Microscopio.....	4
Imágen 2.	Fotomicrografías de Fibras de Poliéster.....	6
Imágen 3.	Vista de Pantalla del Programa Eliot – Optidye.....	10
Imágen 4.	Materiales de vidrio.....	40
Imágen 5.	Materia Prima y materiales para control.....	40
Imágen 6.	Sustancias y Reactivos.....	41
Imágen 7.	Ahiba Nuance.....	41
Imágen 8.	Microscopio y sus elementos de trabajo.....	42
Imágen 9.	Balanza Analítica.....	42
Imágen 10.	Crockmeter y elementos.....	43
Imágen 11.	Thermaplate y elementos.....	43
Imágen 12.	Espectrofotómetro.....	44
Imágen 13.	Fotomicrografías de fibras de PES 100%.....	45
Imágen 14.	Comparación tiempo y costo receta.....	70

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
Figura 1.	Fórmula Química del Poliéster.....	4
Figura 1.	Curva de pre-lavado de PES.....	8
Figura 2.	Representación Química Del Colorante.....	17
Figura 3.	Curva de tintura de colorantes dispersos.....	19
Figura 4.	Datos técnicos del colorante Dianix® Black CC –R.....	20
Figura 5.	Datos técnicos del colorante Dianix® Blue CC.....	21
Figura 6.	Datos técnicos del colorante Dianix® Red CC .....	22
Figura 7.	Receta y curva de pre-lavado .....	48
Figura 8.	Curva de tintura color Negro.....	53
Figura 9.	Curva de tintura color Rojo .....	53
Figura 10.	Curva de tintura color Azul Eléctrico.....	53
Figura 11.	Curva lavado reductivo convencional.....	56
Figura 13.	Curva lavado reductivo alterativo.....	58
Figura 14.	AATCC 61 – 2A - Solidez al lavado color Negro.....	61
Figura 15.	AATCC 61 – 2A - Solidez al lavado color Rojo.....	62
Figura 16.	AATCC 61 – 2A - Solidez al lavado color Azul Eléctrico.....	62
Figura 17.	AATCC 8 - Solidez al frote color Negro.....	63
Figura 18.	AATCC 8 - Solidez al frote color Rojo.....	64
Figura 19.	AATCC 8 - Solidez al frote color Azul Eléctrico.....	69
Figura 20.	AATCC 117 - Solidez al sublimado color Negro.....	66
Figura 21.	AATCC 117 - Solidez al sublimado color Rojo.....	66
Figura 22.	AATCC 117 -Solidez al sublimado color Azul Eléctrico.....	67

**LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
Tabla I.	Características Estándares De La Dureza De Agua.....	14
Tabla II.	Propiedades Hidrosulfito de Sodio.....	30
Tabla III.	Nivel de Valoración.....	32
Tabla IV.	Propiedades de Sosa Caústica.....	33
Tabla V.	Descripción General de Sosa Caústica.....	34
Tabla VI.	Características Generales.....	36
Tabla VII.	Características Sera Gal P –LP.....	38
Tabla VIII.	Datos del tejido.....	46
Tabla IX.	Soluciones utilizadas en todo el proceso de tintura.....	47
Tabla X.	Receta de color Negro.....	51
Tabla XI.	Receta de color Rojo.....	52
Tabla XII.	Receta de color Azul Eléctrico.....	52
Tabla XIII.	Receta Lavado Reductivo Convencional.....	55
Tabla XIV.	Receta Lavado Reductivo Alternativo.....	58

Tabla XV. Mediciones en escala de grises.....	69
Tabla XVI. Costos y tiempos del proceso.....	70

## **INTRODUCCION**

El presente proyecto es una herramienta con orientación educativa para el estudiante, servirá como guía de estudio, incluye información necesaria para el correcto uso y manejo provechoso de los contenidos del texto.

Este trabajo de investigación será de gran ayuda en la producción textil, además es un mecanismo necesario para fomentar la competencia, creatividad y productividad, ya que constituye en el incentivo fundamental para lo cual las empresas innoven sus procesos de producción con el fin de reducir costos, incrementen la variedad y calidad de sus productos ofrecidos, satisfacer de la mejor manera a sus clientes entre otros; equiparando todo aquello a criterios de eficiencia productiva.

## **PROBLEMA**

El sector textil cada vez es más competitivo en el país, lo cual buscan continuamente mejorar, estandarizar y optimizar sus procesos de producción con el fin de satisfacer la necesidad de sus clientes.

Actualmente podemos encontrar un gran crecimiento de la industria textil donde por la misma razón, las políticas económicas que han tomado en los últimos años el Gobierno ha blindado un poco esta industria por sus elevados aranceles para las industrias textiles, por lo que se han visto en la obligación de mejorar su calidad, optimizando sus procesos. Este es el caso del teñido de colores oscuros en tejidos de Poliéster 100%, conociendo que es tan primordial la calidad de los productos elaborados con este tejido.

Uno de los problemas que se ha presentado en la producción de tejidos de poliéster 100% se encuentra en el proceso de tintura y lavado reductivo, y por ende las deficientes evaluaciones de

solideces, dado que tenemos un deficiente control del tiempo y este a su vez ha traído demasiados inconvenientes sean estos económicos como productivos ya que obtenemos un producto que no cumple con los requerimientos que los clientes necesitan, donde con el presente estudio de investigación buscamos mejorar.

Al existir varios inconvenientes en la solidez al lavado, solidez al frote, solidez a la sublimación en tejidos de Poliéster 100%, se evaluará y se desarrollará el mejor proceso de lavado reductivo, considerando sus variables a nivel de laboratorio como son la curva de proceso, pH, gradiente de temperatura y receta optima, a fin de obtener mejores resultados en sus solideces y por ende en producción (optimizando tiempo y dinero).

Con este antecedente se propone “Evaluación del proceso de lavado reductivo convencional vs el lavado reductivo alternativo de la tintura en tejidos de pes 100% con colorantes dispersos”, que permita una excelente flexibilidad, adaptabilidad a sus procesos operativos para proyectar una perspectiva innovadora, eficiente, eficaz, efectiva y económica de mejoramiento continuo y satisfacción a clientes.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el proceso de lavado reductivo convencional vs el lavado reductivo alternativo de la tintura en tejidos de poliéster 100% con colorantes dispersos, a fin de mejorar la solidez.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Recopilar información sobre la materia prima a utilizar, proceso de tintura con colorantes dispersos recomendado por el fabricante y las normas técnicas de solidez utilizadas en esta investigación.
- b. Investigar y analizar las características de aplicación de los reductores convencionales y el reductor alternativo en el proceso de lavado reductivo.

- c. Aplicar los reductores convencionales y el reductor alternativo en el proceso de lavado reductivo en tejidos de poliéster 100% tinturado con colorantes dispersos, bajo recomendaciones de los fabricantes en sus fichas técnicas a fin de mejorar la solidez al lavado, solidez al frote y solidez a la sublimación.
  
- d. Evaluar y comparar los procesos de lavado reductivo mediante la aplicación de normas técnicas que nos permitan mejorar la calidad del producto final en sus solideces.

### **JUSTIFICACION**

La industria textil ecuatoriana en los últimos años ha disminuido su capacidad de producción afectada por diversos factores como: globalización de mercados, aspectos económicos y aspecto sociocultural. Por lo anterior es importante impulsar a las industrias grandes, medianas y pequeñas a cambiar su concepción tradicional de producción ayudándose por las técnicas modernas.

El trabajo denominado, propone “Evaluación del proceso de lavado reductivo convencional vs el lavado reductivo alternativo de la tintura en tejidos de PES 100% con colorantes dispersos”, donde proyecta contribuir al desarrollo de su capacidad competitiva necesitando para ello, de un proceso más ágil y el apoyo de su personal de tal forma que ofrezcan un mejor producto.

En vista de las necesidades de asumir un sistema integral de calidad, en el cual se incluyan normas de calidad internacionales, se valdrá de las Normas Técnicas como guía para la implementación del sistema de calidad en Laboratorios Textiles, así, se asegurará a sus clientes

que los productos son elaborados bajo estrictos controles de calidad y demuestren la autenticidad de sus métodos de ensayo.

La aplicación de las Normas Técnicas destaca la fiabilidad de un producto a nivel nacional e internacional, el prestigio de un Laboratorio de ensayo, además facilita el mantener a los clientes antiguos y conquistar nuevos mercados, como también mejorar la cooperación entre laboratorios, el intercambio de información y experiencia, ayuda para trabajar con normas y procedimientos de ensayo similares.

## **PARTE TEORICA**

### **CAPITULO 1**

#### **MATERIA PRIMA, PROCESO DE TINTURA Y SOLIDECES**

##### **1.1. El Poliéster**

El poliéster es un término químico que se puede dividir en "poli" que significa mucho y "éster" que es una base química orgánica, el ingrediente principal utilizado en la fabricación del poliéster es el etileno que se deriva del petróleo y el proceso químico que produce el ácido de poliéster se denomina polimerización.

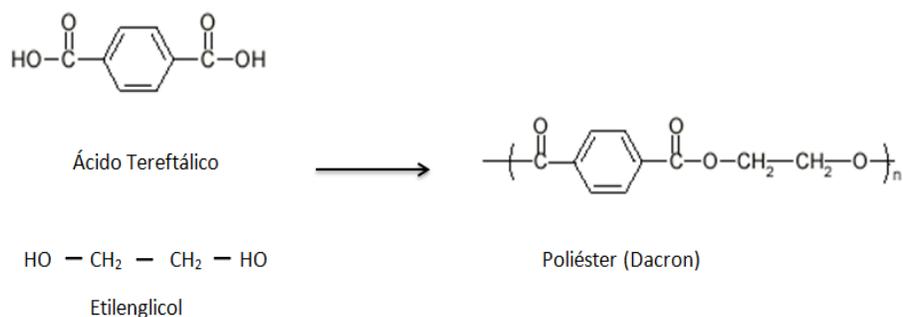
La fibra de poliéster es la denominación genérica de los polímeros cuya cadena está formada por monómeros unidos por funciones éster, se utilizan fundamentalmente para la producción de fibras sintéticas. Esta fibra se formó uniendo elementos químicos simples (Monómeros) para conseguir cuerpos químicos complejos (Polímeros).

En el año 1928 se iniciaron los trabajos para la obtención de fibras de poliéster partiendo de ácidos di carboxílicos alifáticos y de di-alcoholes. En 1939 se empleó por primera vez el ácido tereftálico en lugar de ácidos di carboxílicos alifáticos. En 1941 se obtuvieron las primeras fibras de poliéster utilizables a partir del etilenglicol y del ácido tereftálico (ver Figura 1). En 1946 Du Pont adquirió la exclusiva para fabricar poliéster en Estados Unidos, conociéndose en aquél país con el nombre de Dacrón y lanzado en 1951 (Saddler Jane, 1989) .

La fibra de poliéster se la obtiene químicamente al reaccionar un ácido y un alcohol a una temperatura de 260°C, es una de las fibras sintéticas que presenta una estructura más compacta y cristalina, la más manejada y en gran mayoría se encuentra mezclada con otras fibras para reducir las arrugas, suavizar el tacto y conseguir que el tejido se seque más rápidamente.

Obtención química del poliéster:

**Figura 12. Fórmula Química del Poliéster**



**Fuente: (Warring, 1988 )**

El proceso de hilado se lo hace por fusión y es muy similar al de Nylon, excepto que las fibras de poliéster se estiran en caliente para orientar las moléculas y conseguir alta resistencia en la fibra. Se produce en muchos tipos de fibras: cortas, largas, filamentos y cable.

Las fibras de poliéster se adaptan a mezclarse donde toman el aspecto, textura y tacto de las fibras naturales a las que imitan, con la ventaja de no necesitar los delicados cuidados de estas. El hilo de alta tenacidad conseguida en el estirado de la fibra en caliente, se emplea en neumáticos y telas industriales. Un hilo de poliéster 100% es de fibra corta y se emplea como sustitutivo de algodón (Hollen, 1998).

A pesar de haber sido introducido en la industria hace menos de un siglo, hoy en día es uno de los más utilizados, principalmente en ropa técnica. Los textiles de fibras de poliéster son ligeros,

se secan rápidamente, son fáciles de cuidar y no perjudican en el aspecto fisiológico a la persona que los lleva.

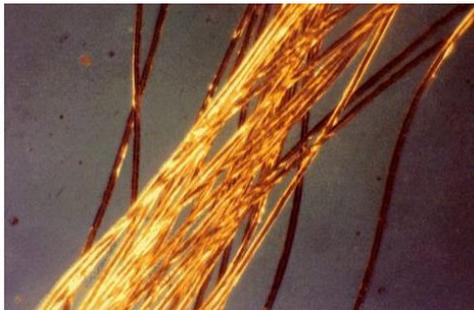
Estas fibras han ido extendiéndose por poseer un gran número de propiedades y características extraordinarias las cuales ayudan para su aplicación en el campo textil.

### **1.1.1. Propiedades Físicas**

- ★ Resistente a manchas, tiene mucho brillo.
- ★ Puede ser brillante o mate por el texturizado, a su vez puede rizarlo que le brinda un tacto más cálido. Es menos transparente que el nylon.
- ★ Son muy sensibles a procesos termodinámicos.
- ★ Es una fibra termoplástica, lo que permite en ella un plisado y pliegues permanentes.
- ★ Es flamable (LOI = 20.6).
- ★ Su punto de fusión varía entre 255°C y 260°C.
- ★ Temperatura recomendada de planchado 135°C.
- ★ Resistente a los agentes alcalinos débiles pero no a los fuertes.
- ★ Arde con humo negro. Es muy elástica. Muy resistente a la rotura por tracción.
- ★ 50% cristalina el ángulo de sus moléculas puede variar.
- ★ No es absorbente y conserva mejor el calor que el algodón y el lino.
- ★ Resistente a la abrasión, elevada resistencia a los insectos, polilla y microorganismos.
- ★ La fibra cortada presenta problemas de “pilling”.
- ★ Muy buena recuperación al arrugado, elevada estabilidad dimensional y buena facilidad de lavado.

Manejo de fibras de poliéster (ver Imágen 1), vistas con 20 aumentos en un microscopio óptico. Parecen varillas de cristal macizas, completamente lisas, de diámetro uniforme de unas 20 micras. No es posible deshilarlas en fibras más delgadas.

**Imágen 14. Fibras de Poliéster vistas en un Microscopio**



**Fuente: (Beckmann, 2013)**

### **1.1.2. Propiedades Químicas**

- ★ Resistente a los ácidos débiles incluso a temperaturas de ebullición y a los ácidos fuertes.
- ★ La fibra bajo humedad, aislamiento eléctrico presenta problemas de estática que afecta el proceso de tejido.
- ★ Altamente sensibles a bases como hidróxido de sodio y metilamilina, causa la degradación de enlaces éster (pérdidas de propiedades físicas).
- ★ Son estables a los agentes atmosféricos, a la luz solar, a los productos de reducción y de oxidación.
- ★ Retención de gua del (3 – 5) %
- ★ Su densidad varía entre 1.38 y 1.40
- ★ Gran afinidad por la electricidad estática.
- ★ Fermenta el sudor, por su escasa absorción, inapropiado en climas húmedos.

En la industria textil principalmente se produce 8323 kg de poliéster cada segundo en el mundo, la producción tuvo un crecimiento por encima del promedio en China y Turquía, China elevó su producción en más de un 20%. Se determinó que la producción de poliéster por año es 42 millones de toneladas en comparación al de algodón con 27 millones de toneladas.

Los mayores productores mundiales son India y China, la empresa productora de poliéster está en Asia y más precisamente en la India con una producción cercana a 2`500.000 toneladas anuales (Blogger, 2013).

### Nombres comerciales del poliéster

*Nombre científico:* Poli -etileno tereftalato.

*Nombres comerciales:*

- Tergal: nombre más común de la fibra de poliéster
- Terylene: ICI (Inglaterra) nombre comercial de poliéster
- Dacrón: nombre comercial de DuPont poliéster
- Vectran: Hoechst celanese nombre de fibra de poliéster de cristal líquido aromático
- PET PSE: Abreviaturas de poliéster
- LCAP: poliéster aromático líquido cristalino (polímero de cristal líquido)

### **1.1.3. Análisis de la materia prima**

En el campo textil al adquirir materia prima textil, sea en hilo o tejido es necesario conocer su composición para determinar qué proceso continuo seguir, para ello analizamos a la fibra y el tejido de la materia prima.

Análisis de la fibra, utilizando los métodos siguientes:

❖ *Método de prueba AATCC 20-2007 - Análisis de fibra (Cualitativo)*

Cualitativo: se refiere examinar los tipos de fibra que tiene el tejido.

*Vista transversal y longitudinal*

Es la técnica de producir imágenes visibles de estructuras o detalles demasiado pequeños para ser percibidos a simple vista, es un método bastante seguro en fibras naturales más en cambio las fibras modificadas por el hombre puede llevar a errores.

Para poder observar las fibras al microscopio antes hay que prepararlas, la fibra se coloca en una porta muestras, se añade una gota de agua y se coloca sobre ellas un portaobjetos.

Las Normas AATCC – método 20 - 2007 detallan que las fibras de poliéster observadas en un microscopio son como indica la imagen 2.

**Imagen 15. Fotomicrografías de Fibras de Poliéster**

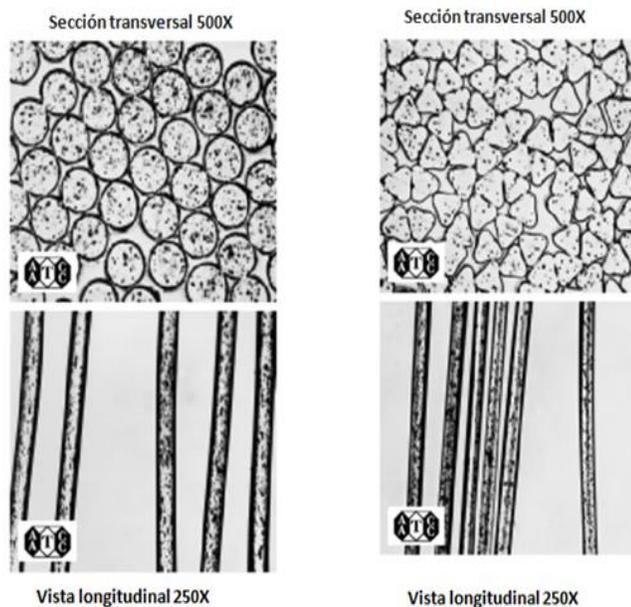


Fig. 42. Poliéster, hilado por fusión regular, 3.0 denier (0.33 tex) por filamento, semi-opaco.

Fig. 43. Poliéster, relación de modificación baja trilobal, 1,4 denier (0,15 tex) por filamento, brillo semi-opaco.

**Fuente: (Colorists, 2010, pág. 53)**

❖ *Método de prueba AATCC 20A-2008 - Análisis de la fibra (Cuantitativo)*

Cuantitativo: se refiere además de hallar las fibras del tejido, el porcentaje de dicha mezcla de fibras.

Análisis del tejido de punto (materia prima)

**Peso por área de tejido:** Usualmente llamado gramaje o densidad, este parámetro expresa la cantidad de peso (masa) contenida en una unidad de área de tejido. Suele expresarse como gramos por metro cuadrado u onzas por yarda cuadrada, a partir de este dato se determina el rendimiento de una tela, variable muy importante para el confeccionista.

Las normas referidas a este ensayo son:

- ♦ *NTP 231.003*. Método de ensayo para la Determinación del peso por metro cuadrado. (Método de la muestra pequeña).
- ♦ *ASTM 3776*. Método de prueba estándar para masa por unidad de área (peso) de tela.

## **1.2. Proceso de pre-lavado de PES 100%**

Las fibras de poliéster en sus procesos de elaboración pueden haber adquirido sustancias extrañas e impurezas de clases muy distintas como: encimaje, encolantes, residuos grasos, etc. Acatando de las condiciones y procedencia del poliéster, se realiza procesos previos con el fin de estandarizar curvas y productos.

Este proceso de pre-lavado o comúnmente conocido como descruce consiste en la eliminación de toda clase de materias extrañas que se encuentran en las fibras o tejidos, las mismas que impiden el desenvolvimiento de los procesos posteriores.

Al realizar un descruce a estas fibras ayudamos a disminuir el problema en los aceites y lubricantes que son aplicados en los diferentes procesos previos a la tintura (hilatura y tejeduría)

ya que estos pueden producir no solamente manchas sino además transferencia de los colorantes luego de la tintura.

### 1.2.1. Receta

Es una descripción general de todos los productos químicos utilizados en el proceso con sus respectivas cantidades o valores facilitados en gramos por litro.

Para que estas impurezas no interfieran en el proceso de tintura se procede a realizar un lavado con los siguientes auxiliares:

- (0.5 – 1) g/l de Detergente no iónico
- (0.5 – 2) g/l de Carbonato de sodio (fosfato trisódico)

Tratar 30 minutos a una temperatura comprendida entre (70 – 80) °C

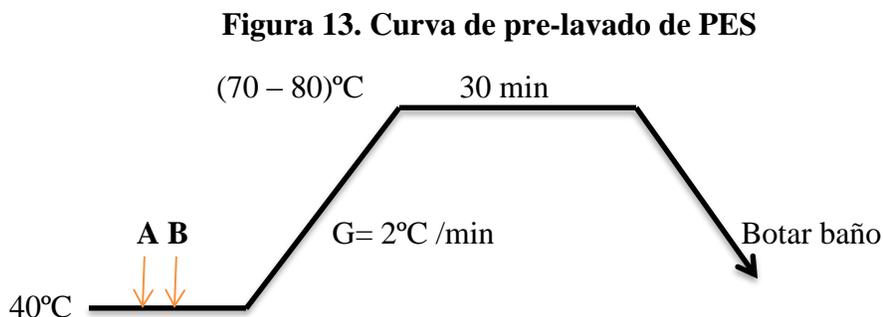
En ciertos casos extremos cuando el material es muy sucio utilizar:

- (1 – 3) g/l de Detergente no ionico
- 2 ml/l de Sosa Caústica (Hidróxido de Sodio)

Tratar 30 minutos a temperatura entre (70 – 95) °C

### 1.2.2. Curva de proceso

Es la representación del procedimiento a seguir, donde se relaciona la temperatura vs el tiempo del proceso, como podemos observar en la figura 2.



**A:** Detergente no ionico

**B:** Carbonato

### **1.3 Evaluación con el programa Eliot – Optidye**

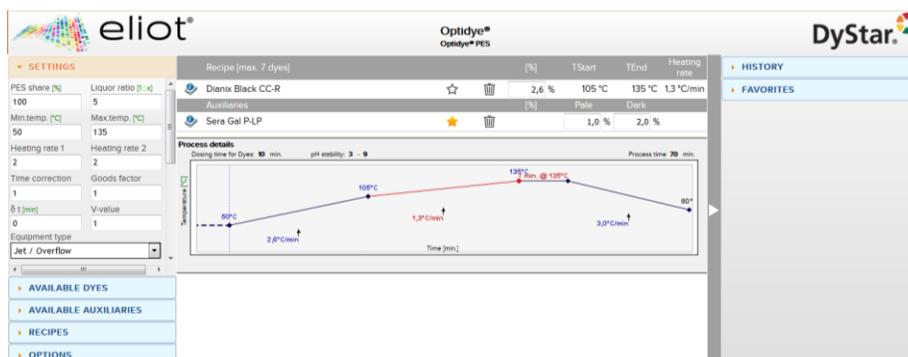
Eliot es una nueva herramienta de DyStar Marketing basada en Internet, proporciona información ecológica y técnica, así como herramientas para la optimización de los procesos de teñido y donde encontramos fichas técnicas y productos.

Dentro de esta herramienta Eliot encontramos a Optidye uno de los programas de optimización para teñir recetas y procesos para acortar el ciclo de teñido, posee listas positivas de tintes y auxiliares. Optidye una herramienta de trabajo para diferentes procesos y fibras como poliéster, algodón, lana.

Se caracteriza por poseer un buscador de productos en donde técnicamente detalla los productos auxiliares y colorantes en relación con la velocidad y el rendimiento de teñido/aplicación, incluido sus hojas de datos del producto, de esta manera se mejora la calidad del tejido terminado.

Dentro de esta herramienta de trabajo encontramos los tipos de fibras, productos auxiliares, colorantes, tipo de proceso y máquina de trabajo. Tomando en cuenta estas consideraciones, se evalúa la materia prima e ingresando el porcentaje de cada colorante que se utilizará en la tintura, de esta manera el programa indica: la máquina que se debe emplear, la curva de tintura, el punto vítreo, la temperatura, la gradiente, el tiempo y el proceso óptimo de teñido como se aprecia en la Imágen 3, por tanto los datos de cada colorante son utilizados en este trabajo.

## Imágen 16. Vista de Pantalla del Programa Eliot – Optidye



Fuente: (<https://eliot.dystar.com/Eliot>, 2015)

### 1.4. Tintura de Poliéster

Las fibras de poliéster derivadas del Tereftalato de Polietileno pueden ser teñidas en principio únicamente con colorantes dispersos los cuales se disuelven en la estructura del sustrato fibroso, entre la fibra y el baño de tintura se establece un equilibrio hasta que se alcanza la concentración de saturación.

Estas fibras poseen una estructura molecular muy cerrada y en general los colorantes dispersos presentan rangos de agotamiento muy lentos, por ello se motivó el uso de altas temperaturas (125 – 130) °C en el proceso de tintura con la finalidad de acelerar su agotamiento.

La tintura de poliéster es un proceso en el cual el o los colorantes pueden penetrar dentro de la fibra cuando se encuentran en su forma mono-molecular dispersa o lo que es lo mismo el colorante debe disolverse primero en el baño de tintura para luego ser absorbido en la superficie de la fibra y en una etapa posterior difundir dentro de la misma.

Durante el proceso de tintura pueden prestarse problemas como la aparición de manchas de colorante a través de todo el material así como la tendencia al manchado por transferencia del

tono obtenido donde es más evidente cuanto más es oscuro el tono asimismo este problema es contribuyente al acabado que presenta la fibra.

Es necesario tomar en consideración cuando nos encontramos con fibras de poliéster con alto contenido de oligómeros, tienden a migrar más hacia el baño de tintura cuando las temperaturas de teñido son superiores a los 120°C, estos oligómeros se encuentran en cantidades aproximadas del (1.5 – 3) % muy poco solubles en el agua por lo cual pueden quedar luego en el baño de tintura como un aceite insoluble posible de depositarse tanto en la maquinaria como en el mismo material. Esto puede ocurrir cuando se disminuyen las temperaturas de teñido en la finalización de los procesos, de aquí que en muchos de los casos se recomienda botar el baño de tintura a la mayor temperatura posible tomando los 95 °C como la temperatura mínima para esta finalidad, así conseguiremos reducir la presencia de oligómeros (Balart Gimero, Garcia Sanoguera , & Lòpez Martinez , 2004).

Hechas las consideraciones anteriores sobre la tintura en fibras de poliéster no es un proceso tan sencillo de llevarlo a cabo, existen cuidados que debe conocerse como su relación de baño, gradiente, temperatura y tiempo de agotamiento de acuerdo al tono a obtener.

Resulta difícil teñir la fibra de poliéster, debido a sus fundamentales fuerzas de cohesión y a su representativa orientación, por lo que las condiciones de tintura deberán favorecer un relajamiento de la estructura interna de la fibra que facilite la absorción del colorante a la fibra.

#### **1.4.1. Auxiliares**

Son diversos productos elaborados a partir de la combinación de sustancias químicas que se utilizan en los diferentes procesos de teñido, forman un grupo muy heterogéneo de compuestos químicos.

Los productos auxiliares para teñir fibras de poliéster tienen por objeto asegurar la estabilidad de la dispersión de los colorantes durante el proceso de tintura y mejorar la igualación.

#### ***1.4.1.1. Ácido Acético***

Se le considera como un nivel de pH para los procesos de tintura en la industria textil, ya que es muy importante mantener el pH del baño estable y en el valor adecuado, para lo cual se utiliza principalmente el ácido acético.

El ácido acético llamado ácido metilcarboxílico o ácido etanoico puede encontrarse en forma de ion acetato, producto químico líquido que se emplea en los procesos de tintura para controlar el pH del baño en tintura de poliéster con colorantes dispersos.

Sirve para mantener el pH constante a lo largo del proceso de tintura, debido a que tiene una acción tamponante que significa: que conforme se consume los hidrógenos que dan el pH ácido vuelven a regenerarse.

#### ***1.4.1.2. Dispersante***

Su función es la de evitar la re-deposición de sólidos o impurezas eliminadas cualquiera que sea su procedencia, manteniéndolos en una forma de agrupación en el baño.

Es un producto químico que facilita la dispersión de los colorantes, mejorando la distribución del baño de tintura sobre el tejido.

Los dispersantes aniónicos son los más utilizados es éstas tinturas ya que su composición es a base de sulfonatos orgánicos, donde ayudan a reducir el riesgo de romper la dispersión de los colorantes en altas temperaturas.

### ***1.4.1.3. Igualante***

Son productos químicos cuya función específica es la de igualar el coeficiente de agotamiento de los diferentes colorantes a ser utilizados en la tintura.

Los agentes de igualación pueden ser no-iónicos y aniónicos, donde los no-iónicos son condensados con características para retardar la absorción de los colorantes reduciendo un agotamiento defectuoso y los aniónicos promueven la solubilidad, la migración de los colorantes dispersos, así como la difusión de los mismos a altas temperaturas. Pueden causar una aceleración en la etapa de adsorción de los colorantes.

## **1.4.2. Parámetros de tintura**

Son datos imprescindibles y orientativos para realizar, evaluar y valorar un proceso de tintura.

En este trabajo de investigación los datos de ciertos parámetros utilizados en la tintura de poliéster serán variables a los establecidos.

### ***1.4.2.1. Dureza del agua***

Se conoce como dureza del agua al conjunto de sales disueltas en el agua, dentro del proceso textil, las sales más perjudiciales en los procesos de tintura son las de magnesio, calcio y ferrosas.

La dureza total es debido a bicarbonatos, cloruros, sulfatos de calcio y magnesio, se expresa en grados, cada grado de dureza corresponde al porcentaje de impurezas referidas al carbonato de calcio y al óxido de calcio.

En un proceso textil, la dureza del agua debe ser de 50ppm (partes por millón), con respecto a la dureza total es de 5 a 10 ppm de sales de hierro.

En el área de tintorería el agua debe ser blanda, ya que en el caso de encontrar pequeñas partículas de hierro, calcio, magnesio, cobre y otros metales influyen en la fijación de los colorantes y afectan el matiz (ver tabla I).

**Tabla I. Características estándares de la dureza de agua**

<b>Concentración (Ca + Mg)</b>	<b>Características</b>
0 – 75mg/l	Blanda
75 – 200 mg/l	Moderadamente dura
200 – 300 mg/l	Dura
>300mg/l	Muy dura

**Fuente: (BASF, 1989)**

#### ***1.4.2.2. Relación de baño***

Se entiende la relación existente entre la cantidad de materia a teñir y el baño utilizado, la relación de baño es la cantidad de litros de agua que se añade al equipo de tintura por cada kilo de material que se procesa (la tecnología de los equipos de tintura permiten trabajar con relaciones de baño 1:5, 1:6, 1:8 y 1:10).

En la actualidad se trabaja con relaciones de baño cortas cuidando el consumo de agua y de auxiliares, los rangos varían desde 1:4 a 1:6.

#### ***1.4.2.3. Temperatura***

Es el grado o nivel térmico específico con el cual se trabaja en un proceso textil, es la condición que necesita el baño de tintura para lograr el agotamiento del colorante en el tejido.

En la tintura de poliéster es de primordial importancia tomar en cuenta la temperatura que se utiliza para el proceso de agotamiento, de esta manera la temperatura a utilizar varía de acuerdo a los tonos y clases de colorantes dispersos utilizados en la tintura.

#### ***1.4.2.4. Gradiente***

Es la magnitud física que relaciona la variación de temperatura por unidad de distancia, representa los grados de temperatura que debe aumentar o disminuir en un determinado tiempo en el proceso de tintura.

Este parámetro debemos considerarlo de mucho cuidado en el punto vítreo del colorante disperso así evitaremos problemas en nuestro resultado.

#### ***1.4.2.5. Tiempo de tintura***

Es un período determinado durante el que se desarrolla una acción, un proceso o fase. Es el tiempo de tintura que ejerce sobre la igualación, por lo que es imprescindible cumplir con los tiempos estimados para cada proceso, en este caso es la condición que necesita el colorante para fijarse en el tejido.

El tiempo en el que permanece el baño de tintura en la temperatura máxima alcanzada se lo denomina tiempo de agotamiento. La temperatura máxima a alcanzar se establece de acuerdo a la fibra a tinturar.

#### **1.4.2.6. pH**

El pH o potencial de hidrógeno es un parámetro que sirve para medir la acidez y alcalinidad del baño de tintura. Se define como el exponente positivo de la concentración de los iones del Hidrógeno.

El pH suele tomar valores entre 0 y 14, donde pH = (0 a 6.9) indica que es ácida, pH = 7 es neutro, no es ni ácido ni básico y un pH = (7.1 a 14) le denomina básico. Cuanto más alejado esté el valor de 7, más ácida o básica será la sustancia.

El pH óptimo para la tintura de poliéster es de (4.5 - 5); pH inferiores a 4.0 y superiores a 5.0 pueden deteriorar, en ciertos casos la acción del dispersante y por consiguiente afectar la estabilidad de la dispersión.

### **1.5. Colorantes Dispersos**

Se estima que un 80% de los colorantes dispersos para la tintura del poliéster son utilizados bajo condiciones de alta temperatura en procesos por agotamiento, el resto es utilizado en procesos continuos y en la estampación. Los colorantes dispersos son colorantes no-iónicos que pueden ser aplicados por agotamiento formando finas dispersiones estabilizadas por el agregado de ciertos tensioactivos con propiedades dispersantes.

#### **1.5.1. Definición**

Son colorantes muy utilizados para tinturar poliéster, son compuestos orgánicos que contienen grupos básicos e insolubles en el agua, de bajo peso molecular que se aplican en dispersión acuosa y son fijados por oclusión en el interior de los filamentos, se solubilizan en agua por

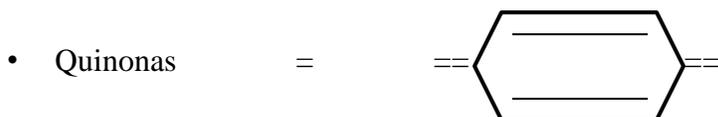
transformación del grupo auxóchromo amino, el tamaño de las moléculas es relativamente pequeño, condición física que se aprovecha en la tintura.

### 1.5.2. Fórmula química

Los colorantes dispersos están conformados por los grupos cromóforos y los grupos auxóchromos (ver figura 3), donde los primeros son grupos de átomos que influyen decisivamente en la absorción de la radiación y los segundos son grupos de átomos con los que se alcanza un desplazamiento adicional de la coloración, relativamente.

Los grupos cromóforos del colorante que reaccionan con el poliéster son:

- Nitro = NO<sub>2</sub>
- Nitroso = NO
- Azoxi = N<sub>2</sub>O

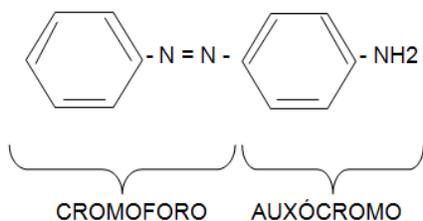


Los grupos auxóchromos del colorante que reaccionan con el poliéster son:

- Hidroxilo = OH
- Amino = NH<sub>2</sub>

CROMOFORO + AUXOCROMO = COLORANTE

**Figura 14. Representación química del colorante**



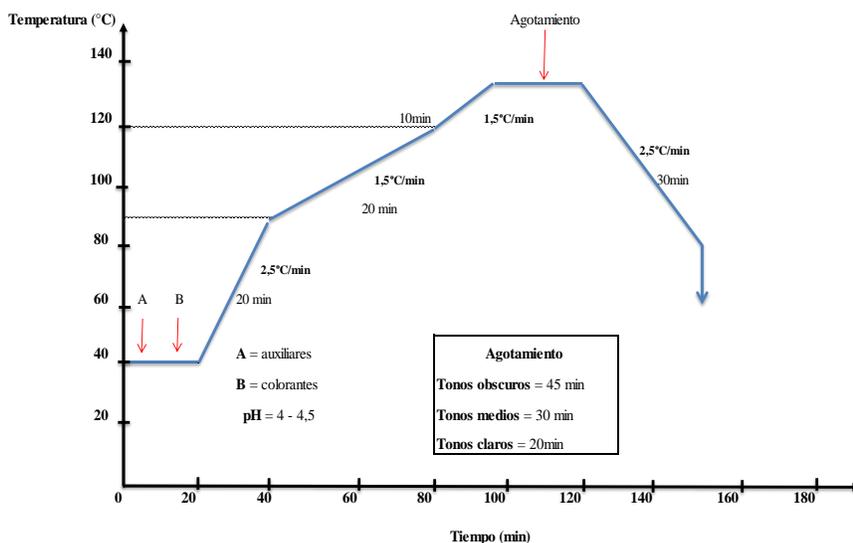
**Fuente: (Gacén Guillen, 2012).**

### 1.5.3. Curva de tintura

Los colorantes dispersos se caracterizan por actuar en caliente, por lo tanto para reaccionar con los filamentos se trabaja a altas temperaturas considerando el tono a obtener.

Sin embargo esta curva de tintura (ver figura 4), será una guía de trabajo para este proceso ya que no todos los colorantes dispersos reaccionaran de la misma manera por variar su punto vítreo y cambiará la curva o también dependerá de los tintoreros que ya tienen su propia curva de tintura.

**Figura 15. Curva de tintura de colorantes dispersos**



### 1.5.4. Selección de los colorantes a utilizar

La selección de los colorantes utilizados en este trabajo de investigación se basa en los siguientes aspectos fundamentales:

- ♦ Costo
- ♦ Rendimiento
- ♦ Reproducibilidad

- ♦ Concentración
- ♦ Propiedades de solidez

Para obtener resultados óptimos en la tintura lo ideal es trabajar con colorantes todos de una misma casa comercial y de una misma gama o serie, pero en la práctica esto resulta imposible muchas veces por la disponibilidad y los precios.

En este trabajo de investigación se empleará los siguientes colorantes dispersos de la familia Dianix<sup>®</sup> CC:

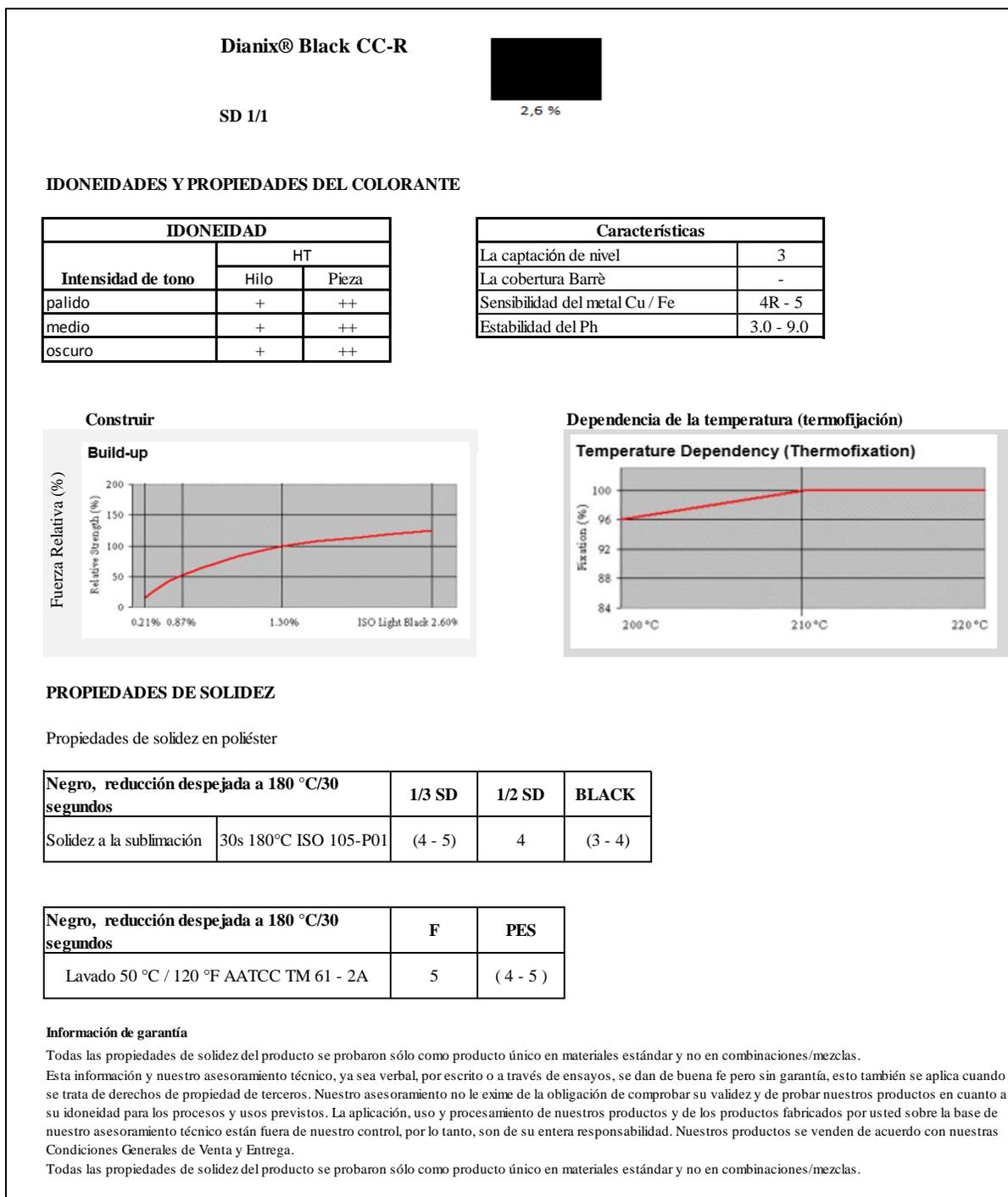
- ✓ Dianix<sup>®</sup> Black CC – R
- ✓ Dianix<sup>®</sup> Blue CC
- ✓ Dianix<sup>®</sup> Red CC

Posteriormente se dará a conocer los datos técnicos de los tres colorantes ya mencionados, como también se detalla en Anexo A sus fichas técnicas.

★ ***Dianix<sup>®</sup> Black CC – R*** (ver figura 5 )

*Punto de saturación: 2.6 %*

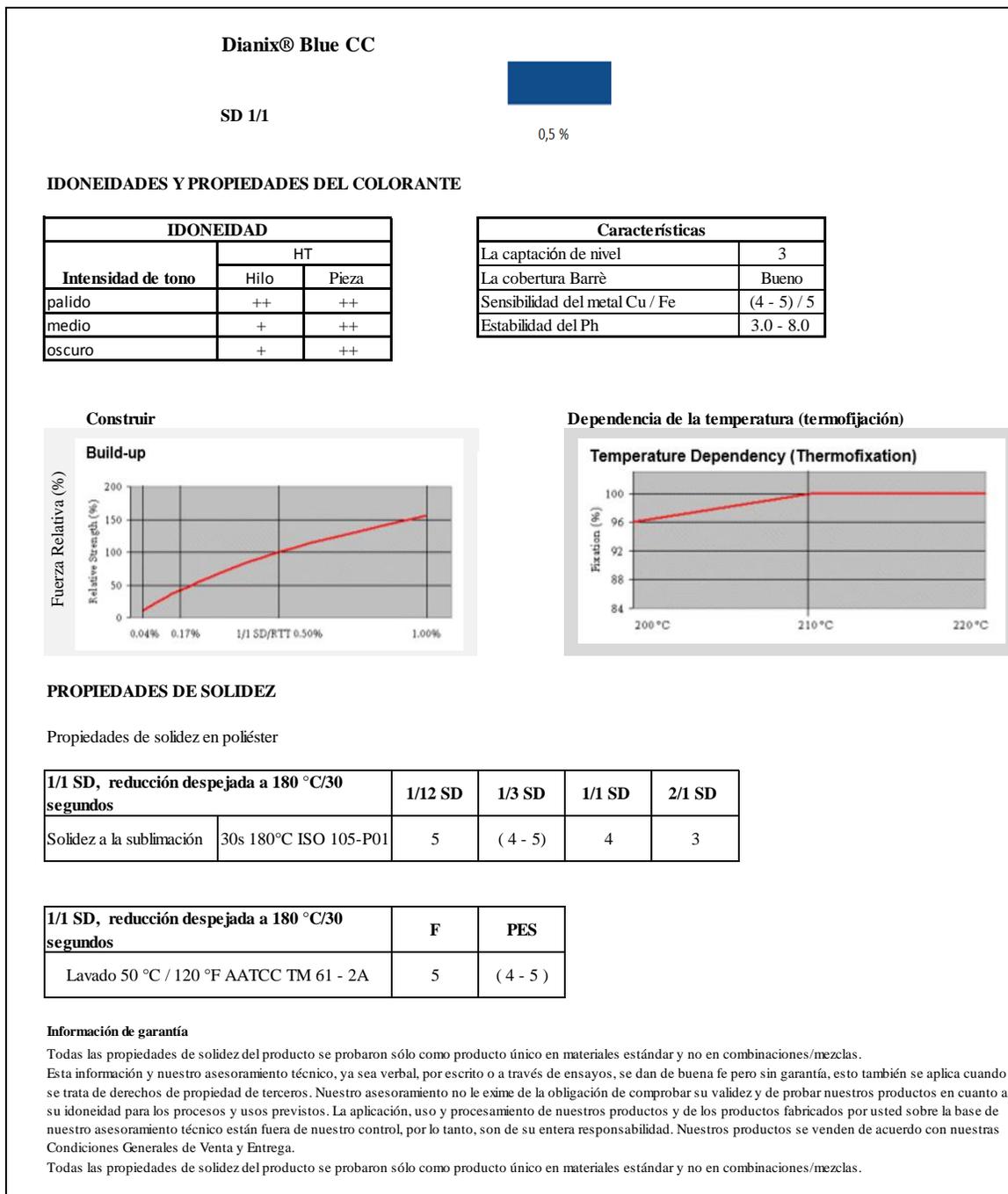
**Figura 16. Datos Técnicos del colorante Dianix® Black CC –R**



**Fuente: (DyStar Ecuador Cia. Ltda., 2011)**

★ **Dianix® Blue CC** (ver Figura 6)

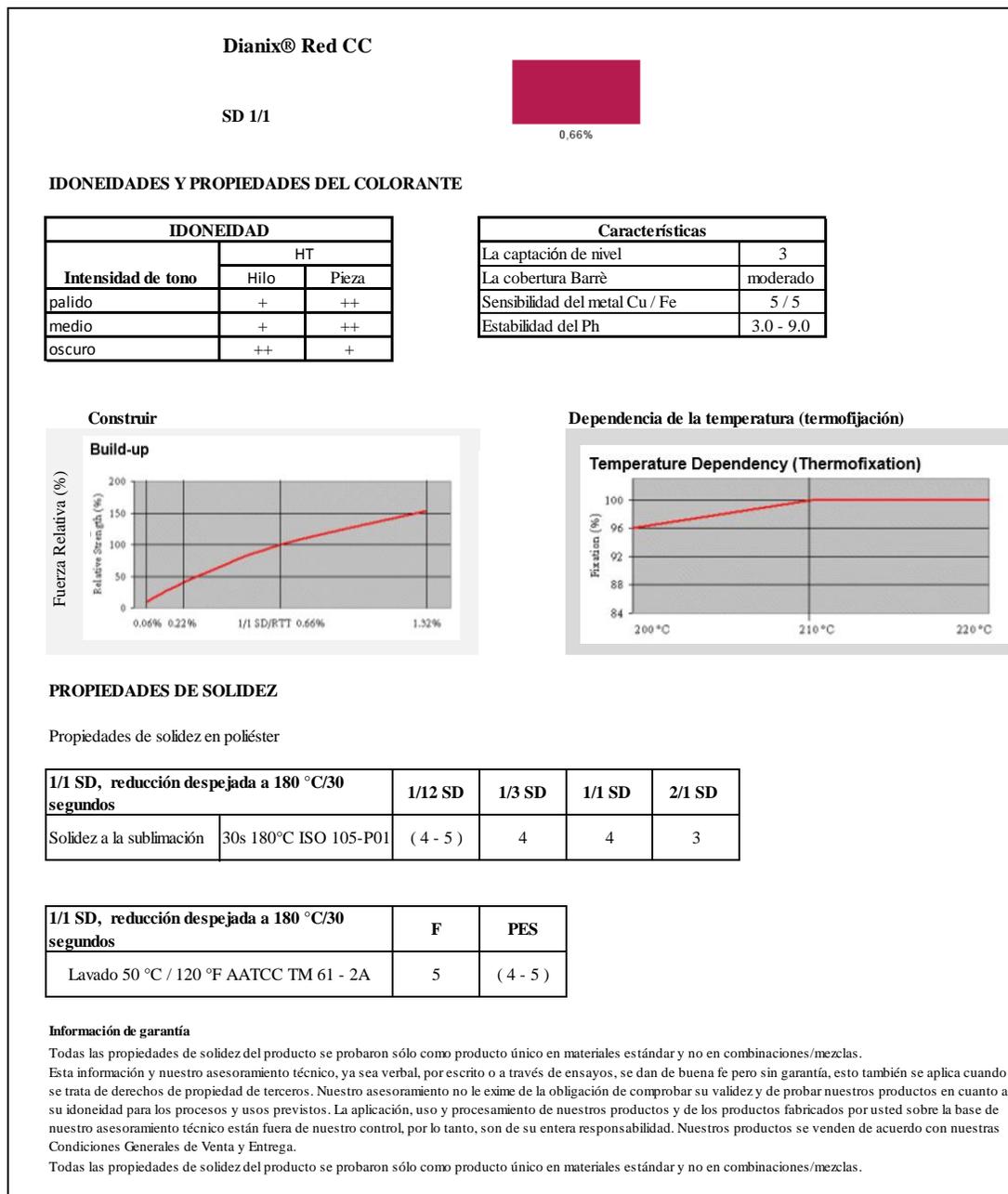
Punto de saturación: 0.5 %

**Figura 17. Datos Técnicos del Colorante Dianix® Blue CC**

Fuente: (DyStar Ecuador Cia. Ltda., 2011)

★ **Dianix® Red CC** (ver Figura 7)

Punto de saturación: 0,66 %

**Figura 18. Datos Técnicos del Colorante Dianix® Red CC**

Fuente: (DyStar Ecuador Cia. Ltda., 2011)

## 1.6. Normas Técnicas

De acuerdo al Instituto Nacional de Tecnología Industrial, el área textil establece normas y equipos empleados para el control de parámetros más comunes en los tejidos. Las pruebas o ensayos que se hacen en las telas, ya sea de decoloración, encogimiento, solidez, acidez u otros siempre hacen referencia a las normas AATCC.

Ante la situación planteada para el desarrollo de este trabajo, aplicaremos métodos de ensayo para la solidez al lavado, solidez al frote y solidez a la sublimación.

### 1.6.1. Solidez al lavado (AATCC Método 61 – 2A)

Este método de ensayo nos ayuda a evaluar la solidez del color al lavado acelerado, a continuación se detalla la norma utilizada en el proceso.

#### ***“MÉTODO DE ENSAYO AATCC 61 – 2A (2009)***

##### *Solidez del color al lavado acelerado*

#### ***i. Propósito y alcance***

- ❖ Estas pruebas de lavado acelerado son para evaluar la solidez del color al lavado de textiles que se espera resistan el lavado frecuente. La pérdida de color de la tela y los cambios en la superficie que resultan de la solución detergente y la acción abrasiva de cinco lavados típicos a mano o en el hogar, con o sin cloro, de aproximadamente en una prueba de 45 minutos. Sin embargo, el efecto de tinción producido por cinco lavados típicos a mano o en el hogar no siempre puede predecirse mediante la prueba de 45 minutos.

#### ***ii. Aparatos, reactivos y materiales***

##### ***a. Máquina de lavado acelerado***

- Una máquina de lavado para rotar recipientes cerrados en un baño de agua controlado por termostato a  $40 \pm 2$  rpm.
- Botes de cerradura de palanca de acero inoxidable Tipo 2 1200 ml, 90 × 200 mm (3.5 × 8.0 pulg.) Para las Pruebas No. 1B, 2A, 3A, 4A y 5A.
- Bolas de acero inoxidable, 6 mm (0.25 in.) de diámetro.

b. *Escalas para evaluar los resultados de las pruebas*

- Escala de transferencia cromática AATCC
- Escala de grises para cambio de color
- Escala de grises para la tinción

c. *Reactivos y materiales*

- Tejidos de prueba de múltiples fibras (50 mm x 150 mm )
- Tejidos de prueba multifibra (bandas de relleno de 15 mm [0,6 pulg.]), que contienen acetato, algodón, nailon, poliéster, acrílico y lana.
- Tejido de prueba de algodón blanqueado sin agente blanqueador fluorescente.
- Detergente de referencia estándar AATCC WOB (sin agente blanqueador fluorescente y sin fosfato).
- Agua, destilada o desionizada

iii. *Procedimiento*

- La Tabla I resume las condiciones de las pruebas.
- Ajuste la máquina de lavado y preparar el volumen o baño requerido de lavado.
- Agregue al recipiente la cantidad de solución detergente designada en la Tabla I.
- Adicione el número designado de bolas de acero inoxidable o bolas de goma blancas a cada recipiente.
- Arranque la máquina de lavado y ejecútela a  $40 \pm 2$  rpm durante 45 min.
- Detenga la máquina, retire los recipientes, vacíe el contenido manteniendo cada muestra de prueba en un vaso separado. Enjuague cada muestra de prueba tres veces en agua destilada o desionizada a  $40 \pm 3$  °C ( $105 \pm 5$  ° F) durante períodos de 1 minuto con agitación ocasional o apretando con la mano.
- Seque las muestras en un horno con circulación de aire en el que la temperatura no supere los 71 °C, o séquelas en una bolsa de malla de nylon en una secadora automática en ciclo normal, o secar al aire.
- Permitir que las muestras se acondicionen a una humedad relativa de  $65 \pm 2\%$  y  $21 \pm 1$  ° C ( $70 \pm 2$  ° F) durante 1 h antes de la evaluación.

Prueba N°	Temperatura		Volumen total de solución (mL)	Porcentaje de detergente en polvo del volumen total	Porcentaje de detergente líquido del volumen total	Porcentaje de cloro disponible del volumen total	No. Bolas de acero	No. de bolas de goma	Tiempo (min)
	°C ( $\pm 2$ )	°F ( $\pm 4$ )							
1A	40	105	200	0,37		None	10		45
1B	31	88	150	0,37	0,56	None		10	20
<b>2A</b>	<b>49</b>	<b>120</b>	<b>150</b>	<b>0,15</b>		<b>None</b>	<b>50</b>		<b>45</b>
3A	71	160	50	0,15		None	100		45
4A	71	160	50	0,15		0,015	100		45
5A	49	120	150	0,15		0,027	50		45

iv. *Evaluación*

- Evaluación del cambio de color

- Evalúe el cambio de color de las muestras de prueba como se indica en el Procedimiento de evaluación 1 de AATCC utilizando la Escala de grises para el cambio de color, para mayor precisión y exactitud, las muestras deben ser clasificadas por más de un evaluador.
- Evaluación de la tinción
- Evalúe la tinción como se indica en el Procedimiento de evaluación 2 de AATCC usando la Escala de grises para la tinción o como se indica en el Procedimiento de evaluación 8 de AATCC utilizando la Escala de transferencia cromática” (Colorists, AATCC Technical Manual , 2010 , pág. 86 a 90).

### 1.6.2. Solidez al frote (AATCC Método 8)

Este método de ensayo nos ayuda a evaluar la solidez al frote, a continuación se detalla la norma que se utiliza en el proceso.

**“METODO DE ENSAYO AATCC 8 – 2007**  
*Solidez al frote: Método de Crockmeter AATCC*  
 Desarrollado en 1936 por el Comité RA38 de AATCC

#### a) *Objetivo y alcance*

- Este método de prueba está diseñado para determinar la cantidad de color que se transfiere desde la superficie de materiales textiles coloreados a otras superficies por medio de frotación, se puede aplicar a textiles elaboradas de todas las fibras en la forma de hilado o tejido, ya sean que estos estén teñidos, estampados o coloreados de otra manera.
- Puesto que el lavado, lavado en seco, encogimiento, planchado, terminado, etc., pueden afectar el grado de transferencia de color desde un material, la prueba se puede realizar antes, después o antes y después de cualquier tratamiento de este tipo.

#### b) *Aparatos y materiales*

- Crockmeter AATCC
- Tela de prueba cortada (5 x 13) cm
- Tela testigo de algodón blanqueado mercerizado estándar cortado en cuadrados de 5x5 cm
- Escala de transferencia cromática AATCC
- Escala de grises para coloración

#### c) *Muestras*

- Se usa dos muestras, una para prueba en seco y otra para en mojado.
  - ♦ Se pueden usar muestras adicionales para aumentar la precisión del promedio.

- Cortar muestras mínimo de (5 x 13) cm y colóquelas para realizar pruebas preferiblemente con la dimensión larga oblicua a la urdimbre que a la trama.
  - ♦ Se pueden usar muestras de laboratorio de ancho completo o mayor sin cortar muestras individuales, cuando se necesitan múltiples pruebas y cuando se usan para producción.

d) *Procedimiento*

- Ensayo de solidez en seco
  - Coloque una muestra de prueba en la base del Crockmeter apoyada sobre la tela abrasiva con su dimensión larga en la dirección de frotamiento.
  - Coloque el soporte de la muestra sobre la muestra como un medio adicional para evitar el deslizamiento.
  - Monte un cuadrado de tela de prueba blanco, el tejido paralelo a la dirección de frotamiento, sobre el extremo del dedo que se proyecta hacia abajo desde el brazo deslizante ponderado. Utilice el clip especial de alambre en espiral para mantener el cuadrado de prueba en su lugar. Coloque el clip con los bucles hacia arriba. Si los bucles apuntan hacia abajo, pueden arrastrarse contra la muestra de prueba.
  - Baje el dedo cubierto sobre la muestra de prueba. Deslizar el dedo cubierto hacia adelante y hacia atrás 20 veces. Configurar y ejecutar el probador motorizado para 10 vueltas completas.
  - Retire el cuadrado blanco del paño de prueba, condicione y evalúe.
- Ensayo de crocking húmedo
  - Establezca una técnica para preparar cuadrados de tela de crocking húmeda pesando un cuadrado acondicionado, luego humedezca bien el cuadrado de prueba blanco en agua destilada.
  - Repetir el mismo proceso del ensayo en seco

e) *Evaluación*

- Evalúe la cantidad de color transferido desde la muestra al cuadrado de prueba blanco que se está analizando mediante la Escala de grises de coloración o la Escala de transferencia cromática.
- Ponga tres capas de tela de prueba blanco atrás del cuadrado de pruebas durante la evaluación.
- Clasifique la solidez del color en seco y en húmedo como indica en la escala de transferencia cromática.
- El resultado individual más cercano ha sido de 0.1 cuando se prueban múltiples muestras o cuando un tablero de proporción ha devaluado la transferencia de color” (Colorists, AATCC Technical Manual , 2010 , pág. 19 a 21).

### 1.6.3. Solidez al sublimado (AATCC Método 117)

Este método de ensayo nos ayuda a evaluar la solidez a la sublimación, a continuación se detalla la norma utilizada en el proceso.

#### “MÉTODO DE ENSAYO AATCC 117-2009

*Solidez del color al calor: seco (excluyendo prensado)*

Desarrollado en 1966 por el Comité RR54 de AATCC. Parcialmente equivalente a ISO 105-P01

#### A. *Propósito y alcance*

- Este método de prueba está destinado a evaluar la resistencia del color de los textiles de todo tipo y en todas las formas a la acción del calor seco, excluyendo el prensado.
- Se proporcionan varias pruebas que difieren en temperatura; se pueden usar uno o más de ellos, según los requisitos y la estabilidad de las fibras.
- Este método de prueba se utiliza para evaluar los cambios de color y la tinción en los procesos de teñido, impresión y acabado, debe reconocerse que otros químicos y factores físicos pueden influir en los resultados.

#### B. *Aparatos y materiales*

- Dispositivo de calentamiento que proporciona una transferencia de calor uniforme a temperaturas controladas por contacto cercano con ambos lados de la muestra.
- Escala de grises de transferencia cromática AATCC.

#### C. *Procedimiento*

- Coloque la muestra de prueba compuesta en el dispositivo de calentamiento y déjela allí durante 30 s a una de las siguientes temperaturas:

I	II	III
150 ± 2°C	180 ± 2°C	210 ± 2°C

- La temperatura (s) debe especificarse en el informe y la presión sobre la muestra debe ascender a  $4 \pm 1$  kPa.
- Retire la muestra compuesta y déjela durante 4 h en aire a la temperatura y atmósfera estándar para la prueba; es decir, una temperatura de  $21 \pm 1$ °C y una humedad relativa de  $65 \pm 2$ %.
- Evalúe el cambio de color en la muestra de prueba y la tinción de las telas sin teñir.

*D. Método de evaluación de la alteración del color (sombra y resistencia)*

- Califique el efecto sobre el color de las muestras de prueba por referencia a la escala de grises para el cambio de color.

*E. Método de evaluación de la tinción*

- La tinción de la tasa mediante la Escala de transferencia cromática AATCC o la Escala de grises para la tinción.

*F. Precisión y sesgo*

- Precisión  
No se ha establecido la precisión para este método de prueba. Hasta que se genere una declaración de precisión para este método de prueba, use tecnología estadística estándar.
- Sesgo  
La resistencia del color al calor seco (excluyendo el prensado) se puede definir solo en términos de un método de prueba. No hay un método independiente para determinar el valor verdadero. Como medio de estimar esta propiedad, el método no tiene sesgo conocido” (Colorists, AATCC Technical Manual , 2010 , págs. 181 - 182).

## CAPITULO 2

### AUXILIARES UTILIZADOS EN LOS PROCESOS DE LAVADO REDUCTIVO

#### 2.1. Reductores Convencionales

Son productos químicos empleados como reductores en el proceso de lavado reductivo posterior a la tintura en tejidos de poliéster, los cuales han venido siendo utilizados hasta en la actualidad en el sector textil a excepción de algunos que buscan otras alternativas eficientes.

##### 2.1.1. Hidrosulfito de Sodio

El Hidrosulfito de sodio es un polvo blanco cristalino con un olor a azufre, se descompone en agua caliente y en soluciones acidas, es usado como un agente reductor en soluciones acuosas, así mismo es utilizado como tal en algunos procesos industriales.

Para la industria textil el hidrosulfito es un reductor energético y se lo emplea para la disolución o solubilización y tintura de colorantes a la cuba, para el desmontado de las tinturas directas e igualación en los colorantes dispersos.

##### 2.1.1.1. *Propiedades*

- Es inflamable puede encenderse espontáneamente en contacto con la humedad o agua.
- Estable en condiciones normales. Se descompone violentamente a 190°C (374° F)
- Reacciona con oxidantes resultando en fuego o explosión.
- Puede oxidarse al ser expuesto al aire, evitar el contacto con ácidos, vapor de agua.

En la tabla II, se indica las propiedades motivo por el cual se debe tener precaución ya que en contacto con la piel causa severa irritación, reacción alérgica en la piel hasta quemaduras después de contacto prolongado, en los ojos causa severa irritación y daños permanentes a la vista, en las membranas mucosas causa severa irritación de igual manera los vapores causan irritación a las vías respiratorias.

**Tabla XVII. Propiedades hidrosulfito de sodio**

<b>Estado físico</b>	Polvo cristalino
<b>Color</b>	Blanco
<b>Olor</b>	Levemente irritante
<b>Valor Ph (20°C)</b>	5 – 6
<b>Punto de fusión</b>	> 300 °C
<b>Punto de ebullición</b>	Se descompone
<b>Inflamabilidad</b>	El producto es inflamable
<b>Densidad de amontamiento</b>	0.9 g /m <sup>3</sup>
<b>Solubilidad al agua</b>	Soluble

#### *2.1.1.2. Composición Química*

El hidrosulfito de sodio es una sal inorgánica obtenida a partir de dióxido de azúfre, al mismo tiempo se lo conoce como sufoxilato de sodio, hidrosulfito sódico y ditionito de sodio.

<b>Descripción</b>	<b>Fórmula Química</b>	<b>Peso Molecular</b>
Hidrosulfito de sodio	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	174, 11 g/mol

Se obtiene de la siguiente reacción:



### **2.1.1.3. Características**

- Sus soluciones neutras se descomponen fácilmente, pero las soluciones alcalinas pueden conservarse durante algún tiempo, absorbe con facilidad la humedad y por consiguiente se debe conservar en recipientes secos y bien cerrados.
- El producto puede acumular cargas estáticas que pueden producir una descarga eléctrica.
- Productos de descomposición peligrosos, en caso de calentamiento puede desprender vapores irritantes y tóxicos (dióxido de azufre).
- En contacto con sustancias ácidas puede liberar gases tóxicos.
- No contiene peróxidos orgánicos.
- No es corrosivo para los metales.
- El producto es químicamente estable y no requiere estabilizantes.

#### **Precauciones:**

- Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas.
- Eliminar todas las fuentes de ignición (no fumar, no usar bengalas, chispas o llamas en el área de peligro).
- Se puede utilizar espuma para reducir la emisión de vapores.
- Debe almacenarse en áreas de excelente ventilación, protegido de la luz solar y fuentes térmicas.
- El sobrante de producto como los envases vacíos deberán eliminarse según la legislación vigente en materia de Protección del Medio ambiente y en particular de Residuos Peligrosos (Ley Nacional y sus reglamentaciones), deberá clasificar el residuo y disponer

del mismo mediante una empresa autorizada. Procedimiento de disposición: coagulación y filtración de aguas residuales.

- No lanzar por el desagüe para protección del medio ambiente.

En la tabla III, se clasificó de forma general los niveles de peligro.

**Tabla III. Nivel de valoración**

Hidrosulfito de Sodio		
	Nivel	Grado
<b>Salud</b>	Alto	3
<b>Inflamabilidad</b>	Ligero	1
<b>Reactividad</b>	Moderado	2

### 2.1.2. Sosa Cáustica

Es un producto químico sólido cristalino que se comercializa en diferentes presentaciones (perlas, escamas), muy corrosivo tiene la capacidad de saponificar las grasas y ceras que se encuentran en la fibra del algodón, es decir se lo emplea en los procesos de preparación del algodón como: descruce blanqueo químico, mercerizado, tintura con colorantes reactivos y directos, en el blanqueo de lino y cáñamo, y en la fabricación de jabones.

Es una sustancia exclusivamente producida por el hombre y por tal razón no se encuentra en la naturaleza en su estado normal.

#### 2.1.2.1. *Propiedades*

- ♦ El Hidróxido de Sodio es una base fuerte, se disuelve con facilidad en agua generando gran cantidad de calor y disociándose por completo en sus iones.
- ♦ Reacciona con ácidos (también generando calor), compuestos orgánicos halogenados y con metales como el Aluminio, Estaño y Zinc generando Hidrógeno, que es un gas combustible altamente explosivo.

- ♦ Es corrosivo para muchos metales. Reacciona con sales de amonio generando peligro de producción de fuego, ataca algunas formas de plástico, caucho y recubrimientos.
- ♦ En presencia de la humedad del ambiente, el hidróxido de sodio reacciona con el Dióxido de Carbono para generar Carbonato de Sodio.
- ♦ Se dará a conocer más sobre sus propiedades en la tabla IV.

**Tabla IV. Propiedades de sosa caústica**

<b>Otros nombres</b>	Lejía, Lejía de soda, Hidróxido de sodio e Hidrato de sodio.
<b>Estado Físico</b>	Sólido
<b>Color</b>	Blanco
<b>Olor</b>	No
<b>Punto de Ebullición (°C)</b>	1390; puro
<b>(760mmHg)</b>	105; solución acuosa 6% en peso 120; solución acuosa 34% en peso 150; solución acuosa 55% en peso
<b>Punto de Fusión ( °C)</b>	318; puro
<b>Presión de vapor (mmHg)</b>	0; puro
<b>Gravedad Específica (Agua=1)</b>	2,13; puro 1.219; 20% solución acuosa 1.430; 40% solución acuosa 1.525; 50% solución acuosa
<b>Densidad del Vapor (Aire=1)</b>	No aplica
<b>PH</b>	14; Solución 5%
<b>Límite de Inflamabilidad (%)</b>	No aplica
<b>Punto de Auto inflamación</b>	No aplica
<b>Solubilidad en agua (g/ml )</b>	1,1

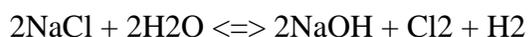
**Fuente: (MAQUIMSA S.A, Hoja Técnica Sosa Caústica, 2010)**

### 2.1.2.2. Composición Química

El hidróxido de sodio se produce por electrólisis de soluciones acuosas de cloruro de sodio o por la reacción de carbonato de sodio con hidróxido de calcio. La forma más común de producción de hidróxido de sodio es con una solución al 50% por electrólisis de cloruro de sodio.

En la tabla V, apreciaremos la descripción de la sosa

En la siguiente ecuación se observa una reacción que genera hidróxido de sodio, cloro e hidrógeno.



**Tabla XVIII. Descripción general de sosa caústica**

Descripción	Sosa Caústica
Fórmula Molecular	NaOH
Estructura Molecular	Na - O - H
Peso Molecular (g/mol)	40

### 2.1.2.3. Características

En la industria textil se usa en la producción de fibras de viscosa, además se usa en el tratamiento de fibras de algodón para mejorar sus propiedades. La industria de los detergentes lo usa para la producción de fosfato de sodio y para procesos de sulfonación en medio básico.

Entre las características tenemos:

- La gran afinidad del Hidróxido de Sodio por el agua causa una reducción en la presión de vapor del agua y por tal razón es un muy buen agente secante.
- Es una sustancia muy corrosiva. Cuando se disuelve en agua o cuando se neutraliza con algún ácido libera gran cantidad de calor.
- Absorbe rápidamente Dióxido de carbono y humedad del aire.

- Es incompatible con ácidos y compuestos halogenados orgánicos como el Tricloroetileno. La reacción con Nitrometano u otros compuestos nitro similares produce sales sensibles al impacto.

## **2.2. Reductor Alternativo**

En este trabajo de investigación se empleará el producto denominado **Sera Con P-ACT** como reductor alternativo en el lavado reductivo para mejorar este proceso. Posteriormente en Anexo B se indica la ficha técnica de este producto.

### **2.2.1. Reductor Alternativo**

**Sera Con P-ACT** es un agente reductor líquido creado para el proceso de lavado reductivo de ácido neutro de los tejidos de PES y PES/CO en el baño de tintura de enfriamiento.

El objetivo principal de la aplicación de **Sera Con P-ACT** es la limpieza reductora o intermedia en tejidos de PES y PES/CO en el mismo baño de tintura.

#### **2.2.1.1. Propiedades**

- **Sera Con P-ACT** es un nuevo agente reductor líquido, se utiliza para la limpieza reductiva de teñidos de PES ya en el baño de tintura de enfriamiento sin ajustar un valor de pH alcalino.
- Contrariamente a los tipos de líquidos convencionales para el campo de aplicación descrito, **Sera Con P-ACT** tiene una efectividad mucho mayor que permite cantidades de aplicación claramente menores (incluso menos del 50%).

- La cantidad de agente reductor se puede reducir claramente incluso en comparación con procesos de limpieza reductora separados con hidrosulfito y solución de sosa cáustica, sin mencionar la ventaja de ahorrar costos en el proceso.

### 2.2.1.2. Características

En la tabla VI, se detalla las características de nuestro agente reductor ácido alternativo **Sera**<sup>®</sup>

**Con P-ACT.**

**Tabla XIX. Características generales de *Sera Con P-ACT***

<b>Estado físico</b>	Líquido
<b>Color</b>	Incoloro
<b>Olor</b>	Característico
<b>Punto de fusión</b>	no averiguado
<b>Punto de ebullición</b>	no averiguado
<b>Punto de inflamación</b>	> 100 °C
<b>Temperatura de ignición</b>	> 100 °C
<b>Autoinflamabilidad</b>	no es autoinflamable
<b>Inflamabilidad</b>	no averiguado
<b>Límite de explosión inferior</b>	no averiguado
<b>Límite de explosión superior</b>	no averiguado
<b>Presión de vapor</b>	aprox. 23 hPa (20°C)
<b>Densidad</b>	aprox. 1,26 gcm <sup>3</sup> (20°C)
<b>Método</b>	DIN 51757
<b>Solubilidad en agua</b>	(20°C) miscible
<b>Valor Ph</b>	aprox. 10 (20°C, 100 g/l)
<b>Coefficiente de reparto n-octanol/agua (log Pow)</b>	no averiguado
<b>Viscosidad</b>	no averiguado

**Fuente: (DyStar Ecuador Cia. Ltda., Product Information Process Auxiliaries, 2017)**

### **2.2.1.3. Composición Química**

**Sera Con P-ACT** contiene Ácido sulfónico metano, 1-hidroxi, sal sódica.

Como característica química es un agente de reducción orgánica.

Según el Reglamento (CE) 1272/2008 los componentes peligrosos (SGA) que tiene el reductor son menores al 40%.

### **2.2.2. Dispersante**

En este proceso de lavado reductivo alternativo trabajaremos conjuntamente con un dispersante como es *Sera Gal P-LP*.

*Sera Gal P-LP* es un agente dispersante con fuertes propiedades de igualación para la tintura de poliéster y sus mezclas.

Más adelante en ANEXO C, se indicará la ficha técnica de este auxiliar donde apreciaremos más datos técnicos.

#### **2.2.2.1. Propiedades**

Como principales tenemos:

- ❖ Previene filtraciones de los colorantes.
- ❖ Estabiliza la dispersión del colorante bajo condiciones de tintura HT.
- ❖ Puede ser empleado para la igualación de la tintura del nylon con colorantes metal complejo 1:2
- ❖ Recomendable para la aplicación en máquinas jets.
- ❖ Estable a los ácidos y álcalis, así como a las sales y agua dura.

- ❖ Presenta buena estabilidad a altas concentraciones de electrolitos, por lo tanto es recomendable para el proceso de tintura a un solo baño de mezclas de Pes/Co.
- ❖ Recomendable para usarse en telas automotrices y en proceso de tintura alcalina de poliéster

#### 2.2.2.2. Características

*Sera Gal P-LP* muestra muy buena acción dispersante y de igualación en la tintura de poliéster o poliamida. Puede ser empleado en la tintura en máquinas de bobina, de madejas, de flujo suave y máquinas jet. Es necesario añadir otros puntos importantes expuestos en la tabla VII.

**Tabla XX. Características *Sera Gal P –LP***

<b>Apariencia:</b>	Líquido claro
<b>Valor Ph:</b>	6 - 7 (solución al 10%)
<b>Carácter Iónico:</b>	No iónico
<b>Procedimiento dilución:</b>	Fácilmente soluble en agua tibia o caliente
<b>Vida Útil:</b>	1 año en su empaque original

**Fuente: (DyStar Ecuador Cia. Ltda., Información de productos auxiliares, 2010)**

## PARTE PRÁCTICA

### CAPITULO 3

#### MATERIALES Y METODOS UTILIZADOS EN LA APLICACIÓN DE LOS REDUCTORES EN LOS PROCESOS DE LAVADO REDUCTIVO

El presente trabajo fue realizado en laboratorio con datos exactos, las pruebas fueron hechas y muestreadas en varias ocasiones, para comprobar su veracidad. Se tomó en cuenta la experiencia de técnicos que trabajan con poliéster 100% en todos los procesos.

Para llevar a cabo este trabajo se tinturaron 6 muestras, las cuales son distribuidas dos por color (negro, rojo y azul eléctrico, en donde se dividen para el proceso de lavado reductivo convencional y para el lavado reductivo alternativo.

Los equipos, colorantes, químicos y auxiliares utilizados en las pruebas, son los que adquiere y posee esta entidad para sus procesos, los mismos que han dado buenos resultados.

#### **3.1. Materiales y Equipos de Laboratorio**

- ♦ *Materiales de vidrio*

Son materiales utilizados para mezclar, disolver y medir el volumen de una sustancia o producto a ocupar.

Entre ellos tenemos: Vasos precipitados, Erlenmeyer, matraz de fondo redondo, pipetas, varilla de agitación, tubos de ensayo, probetas. Como se aprecia en la imagen 4.

**Imágen 17. Materiales de vidrio**



♦ *Otros materiales*

Entre el resto de materiales utilizados tenemos: el tejido como materia prima, Test de dureza del agua (Aquadur<sup>®</sup>), Test de pH (barras de papel), Peachímetro digital, como también Escalas de grises de cambio de color y de transferencia de color, de igual manera se empleó la microfibras y los balines para el ensayo de solidez al lavado (ver imágen 5).

**Imágen 18. Materia prima y materiales de control**



♦ *Sustancias y reactivos*

Se utilizó sustancias complejas compuestas que contienen detergentes, dispersantes y otros auxiliares como: Detergente, Carbonato de sodio, Dispersante, Igualante, Ácido Acético, Colorante Disperso Dianix<sup>®</sup> Black CC –R, Colorante Disperso Dianix<sup>®</sup> Blue CC, Colorante Disperso Dianix<sup>®</sup> Red CC, Colorante Disperso Dianix<sup>®</sup> Rubine CC, Colorante Disperso Dianix<sup>®</sup> Yellow CC, Hidrosulfito de Sodio, Sosa Caústica, Reductor Ácido, Detergente Normado WOB, Agua Destilada y Agua, (ver Imágen 6).

### Imágen 19. Sustancias y Reactivos



#### ♦ *Equipos de Laboratorio*

##### ❖ MÁQUINA DE TINTURA: AHIBA NUANCE Toop Speed (ver Imágen 7)

Este equipo de laboratorio es utilizado para el proceso de tintura, como también para ensayo de solidez al lavado. Puede tinturar materiales de cualquier perfil de presentación y de cualquier tipo de fibra. Puede desarrollar temperaturas desde 20 a 140°C.

### Imágen 20. Ahiba Nuance



**Fuente: (Laboratorio DyStar Ecuador Cia. Ltda., 2009)**

##### ❖ MICROSCOPIO: LABOMED Lex 400 (ver Imágen 8)

Instrumento óptico destinado a ver objetos extremadamente diminutos haciendo perceptible lo que no lo es a simple vista.

### Imágen 21. Microscopio y sus elementos de trabajo



**Fuente: (Laboratorio Carrera de Ingeniería Textil)**

#### ❖ BALANZA ANALÍTICA: BOECO (ver Imágen 9)

Es utilizada principalmente para medir pequeñas masas, este tipo de balanza es uno de los instrumentos de medida más usados en laboratorio y de la cual dependen básicamente todos los resultados analíticos.

### Imágen 22. Balanza Analítica

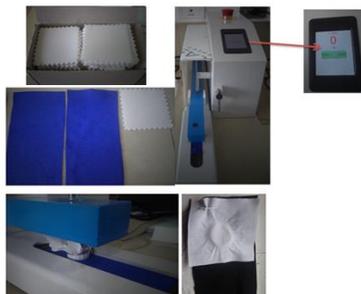


**Fuente: (Laboratorio DyStar Ecuador Cia. Ltda.)**

#### ❖ CROCKMETER: Método de ensayo AATCC 8

Instrumento para realizar las pruebas de solidez al frote (ver Imágen 10)

### Imágen 23. Crockmeter y elementos



**Fuente: (Laboratorio Carrera de Ingeniería Textil)**

❖ THERMAPLATE: Método de ensayo AATCC 117

Instrumento para realizar las pruebas de la solidez a la sublimación, (ver imagen 11)

**Imagen 24. Thermaplate y elementos**



**Fuente: (Laboratorio Carrera de Ingeniería Textil)**

❖ ESPECTROFOTÓMETRO (ver Imagen 12)

Equipo de ayuda para desarrollo de colores, medición de color, medición de valores de solidez en Escala de grises o de azules, para matizar, entre otras funciones.

**Imagen 25. Espectrofotómetro**



**Fuente: (Laboratorio DyStar Ecuador Cia. Ltda.)**

### 3.2. Tintura de la materia prima (PES 100%)

Como materia prima se emplea tejido de punto en crudo de PES 100%, donde se realiza la tintura con colorantes dispersos pertenecientes a la familia Dianix CC y el lavado reductivo.

#### *Procedimiento*

Se procede con un análisis de la materia prima bajo las Normas AATCC método 20 y 20A, luego se prepara el tejido realizando un pre-lavado, después se evalúa la tela con el programa Eliot procediendo a la tintura en diferentes concentraciones, una vez terminado la tintura se procede al lavado reductivo con el tratamiento convencional y alternativo.

Una vez terminado este procedimiento se realiza las pruebas de solidez bajo su respectiva norma de calidad, se deja reposar las muestras y posteriormente se procede a las mediciones en el espectrofotómetro.

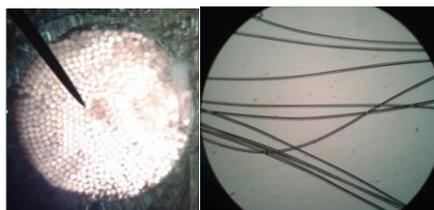
#### *Análisis de la fibra del tejido de PES 100%*

##### *1) Método de prueba AATCC 20-2007 - Análisis de fibra (Cualitativo)*

En la Imágen 13, se observa las Fotomicrografías de fibras de poliéster 100% de nuestra materia prima utilizada, son vistas en un microscopio de Lex 400.

#### **Imágen 26. Fotomicrografías de fibras de PES 100%**

Sección Transversal      Vista Longitudinal



**Fuente: (Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Textil)**

2) *Método de prueba AATCC 20A-2008 - Análisis de la fibra (Cuantitativo)*

La fibra sometida con nitrobenzeno se quemó y se observó que no existía ninguna otra mezcla lo cual significa que nuestro tejido es PES 100%.

*Cálculos para gramaje del tejido de PES 100%*

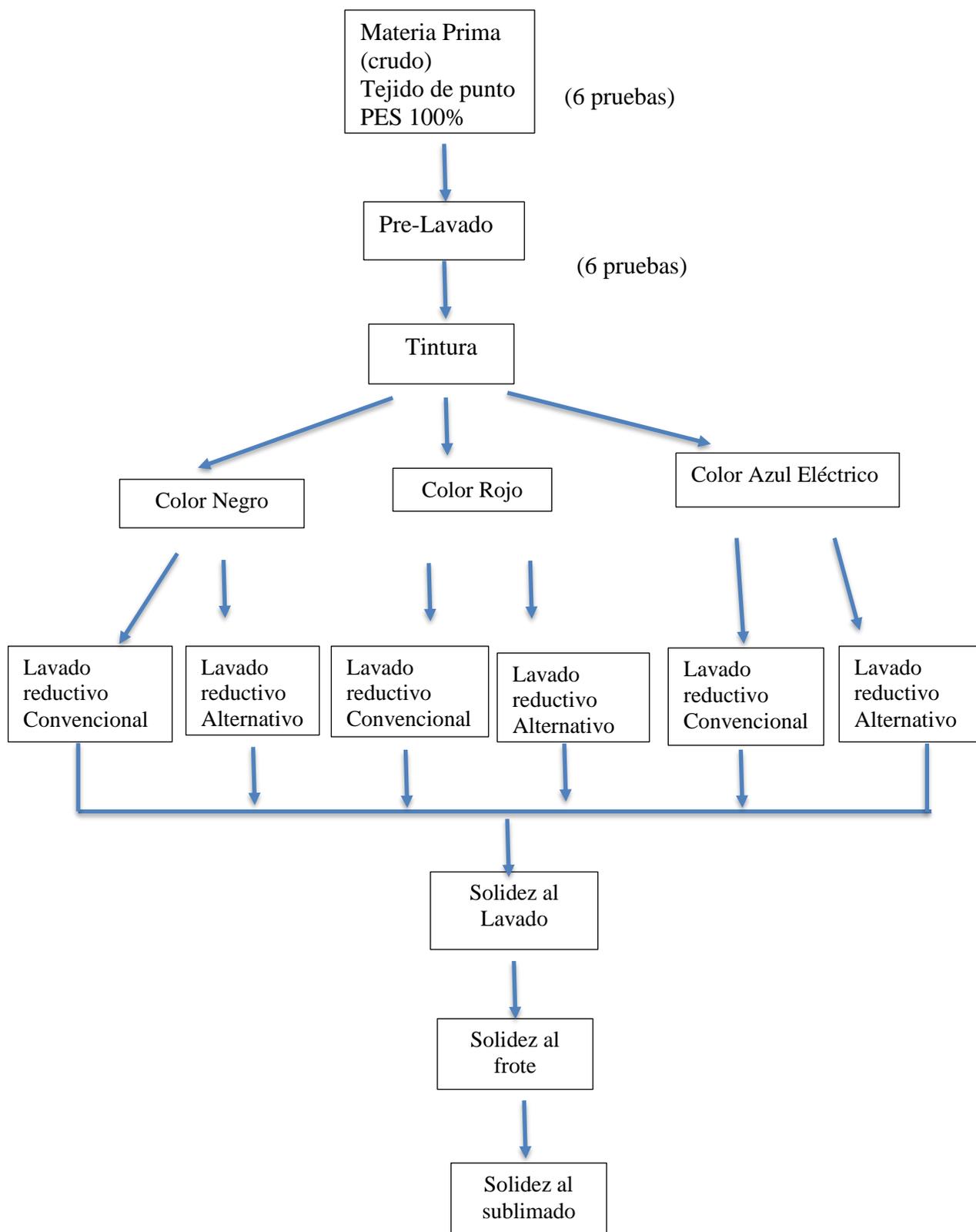
Tejido Crudo	Tejido Tinturado
Peso 1 = $1,54 \text{ g} / 0.01 \text{ m}^2 = 154 \text{ g/m}^2$	Peso 1 = $1,88 \text{ g} / 0.01 \text{ m}^2 = 189 \text{ g/m}^2$
Peso 2 = $1,55 \text{ g} / 0.01 \text{ m}^2 = 155 \text{ g/m}^2$	Peso 2 = $1,91 \text{ g} / 0.01 \text{ m}^2 = 191 \text{ g/m}^2$
Peso 3 = $1,56 \text{ g} / 0.01 \text{ m}^2 = 156 \text{ g/m}^2$	Peso 3 = $1,96 \text{ g} / 0.01 \text{ m}^2 = 193 \text{ g/m}^2$
$\text{g/m}^2 = 155$	$\text{g/m}^2 = 191$
R = 4.3 m/kg	R = 3.5 m/kg

En la tabla VIII, se establece los datos obtenidos en este método de ensayo y datos calculados.

**Tabla XXI. Datos del tejido de PES**

Tejido (materia prima)	
Tipo de tejido	Tejido de punto
Fibra	Poliéster
Composición o mezclas	100% Pes
Título	100f36
Proceso	Crudo
Ancho	1,5 m
Gramaje	155 (g/m <sup>2</sup> )
Rendimiento	4,3 (m/kg)

## FLUJOGRAMA DE PROCESOS



- **Preparación de soluciones que se utilizan en todo el proceso de tintura**

**Tabla XXII. Soluciones utilizadas en todo el proceso de tintura**

<b>Soluciones</b>	<b>Procedimiento</b>
<b>Preparación de solución de auxiliares para descruce o pre-lavado</b>	Colocar en un vaso de precipitación 1L de agua. Adicionar auxiliares: 0.4 g/ltr de Detergente (Sera wash CLR) y 1 g/ltr de Carbonato de Sodio. Agitar hasta obtener una solución homogénea.
<b>Preparación de solución de colorantes</b>	Pesar y colocar 1g de colorante en un matraz (recipiente de vidrio). Verter lentamente y bajo agitación constante 100mL de agua tibia (50°C). Dispersar el colorante disperso Dianix CC hasta obtener una sustancia homogénea. Repetir el procedimiento para cada colorante.
<b>Preparación de solución de auxiliares para tintura</b>	Colocar en un vaso de precipitación 1L de agua. Adicionar auxiliares: 1g/L de dispersante-igualante (Sera Gal PL-P), 0.12g/L de Ácido Acético, verificar el pH= 4 – 4,5. Agitar hasta obtener una solución homogénea.
<b>Preparación de solución de auxiliares para lavado reductivo convencional</b>	Colocar en un vaso de precipitación 1L de agua. Adicionar auxiliares: 4g/L de Hidrosulfito de Sodio, 3g/L de Sosa Caustica, 0.5g/L de Detergente (Sera wash CLR) Agitar hasta obtener una solución homogénea.
<b>NOTA:</b> Antes de realizar todos estos procedimientos controlamos la dureza del agua, en nuestro caso es 0.	

- **Pre-lavado o descruce**

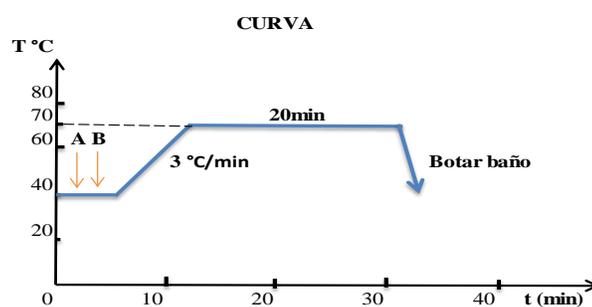
Para lograr buenos resultados en la tintura se procede a desarrollar un pre-lavado al tejido crudo, como se indica en Figura 8.

- a) Pesar una muestra de tela cruda y colocar en un tubo de acero.
- b) Repetir (a) para cada color.
- c) Añadir la solución de auxiliares para descruce de acuerdo a la relación de baño.
- d) Cerrar los tubos y colocar en la máquina AHIBA.

- e) Programar la curva con una gradiente de  $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$  hasta  $70^{\circ}\text{C}$  y mantener 20 minutos.
- f) Enjuagar, centrifugar y secar la tela.

**Figura 19. Receta y Curva de pre-lavado**

<b>Proceso:</b> Pre-lavado		
<b>Material:</b> PES 100%		
<b>R/B:</b> (1 / 6)		
	<b>Producto</b>	<b>g/L</b>
A	Detergente	0,4
B	Carbonato de Sodio	1



### 3.2.1. Procesos

Para iniciar la tintura con colorantes dispersos de nuestras seis muestras, se realiza en el programa Eliot - Optidye una evaluación del tejido de PES 100% con sus colorantes a emplear, en donde se obtuvo curvas de tintura diferentes para cada color. Asimismo indicándonos el punto vítreo, el cual debemos cuidar en nuestra tintura, como se indica en Anexo D.

Las pruebas realizadas son identificadas por el lavado reductivo siendo Prueba #1 el lavado reductivo convencional y Prueba #2 el lavado reductivo alternativo, asimismo nombramos Muestra # 1, 4 el color Negro, Muestra # 2, 6 el color rojo y Muestra #3 – 4, el color Azul Eléctrico.

De igual manera se da a conocer que el procedimiento se encuentra por pasos en donde se describe el proceso de tintura de los tres colores o pruebas, luego sus recetas de los tres colores con su respectiva muestra de tintura y sus curvas de tintura empleadas.

a. *TINTURA DEL COLOR NEGRO = Muestra # 1*

- ✧ Pesar 5 g de muestra.
- ✧ Elaborar una receta y realizar cálculos con relación de baño (1/6)
- ✧ Pipetear de la solución del colorante disperso según la receta.
- ✧ Añadir la solución de auxiliares para tintura de acuerdo a la relación de baño.
- ✧ Verificar el pH= 4,5
- ✧ Ingresar tela dentro del vaso de tintura.
- ✧ Cerrar los vasos, colocar en la autoclave y programar la curva de tintura con una gradiente de 2.6°C/min hasta 105°C, desde 105°C hasta 135°C con G=1.3°C/min.
- ✧ Agotar 7min a 135°C
- ✧ Bajar temperatura de 135°C a 80°C con una gradiente de 3°C/min.
- ✧ Descargar la máquina, sacar las muestras, eliminar el baño de tintura y proceder al lavado reductivo convencional. En el caso de lavado reductivo alternativo ingresamos en el mismo baño de tintura nuestro reductor alternativo.

b. *TINTURA DEL COLOR ROJO = Muestra # 2*

- ✧ Pesar 5g de muestra.
- ✧ Elaborar una receta y realizar cálculos con relación de baño (1/6)
- ✧ Pipetear de la solución de los colorantes dispersos según la receta.
- ✧ Añadir la solución de auxiliares para tintura de acuerdo a la relación de baño.
- ✧ Verificar el pH= 4,5
- ✧ Ingresar tela dentro del vaso de tintura.

- ✧ Cerrar los vasos, colocar en la autoclave y programar la curva de tintura con una gradiente de  $3.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$  hasta  $82^{\circ}\text{C}$ , desde  $82^{\circ}\text{C}$  hasta  $128^{\circ}\text{C}$  con  $G=1.8^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , desde  $128^{\circ}\text{C}$  hasta  $135^{\circ}\text{C}$  con  $G=2.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ .
- ✧ Agotar 10min a  $135^{\circ}\text{C}$
- ✧ Bajar temperatura de  $135^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  con una gradiente de  $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ .
- ✧ Descargar la máquina, sacar las muestras, eliminar el baño de tintura y proceder al lavado reductivo convencional. En el caso de lavado reductivo alternativo ingresamos en el mismo baño de tintura nuestro reductor alternativo.

c. *TINTURA DEL COLOR AZUL ELECTRICO = Muestra # 3*

- ✧ Pesar 5g de muestra.
- ✧ Elaborar una receta y realizar cálculos con relación de baño (1/6)
- ✧ Pipetear de la solución de los colorantes dispersos según la receta.
- ✧ Añadir la solución de auxiliares para tintura de acuerdo a la relación de baño.
- ✧ Verificar el  $\text{pH}= 4,5$
- ✧ Ingresar tela dentro del vaso de tintura.
- ✧ Cerrar los vasos, colocar en la autoclave y programar la curva de tintura con una gradiente de  $3.7^{\circ}\text{C}/\text{min}$  hasta  $105^{\circ}\text{C}$ , desde  $105^{\circ}\text{C}$  hasta  $130^{\circ}\text{C}$  con  $G=1.8^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , desde  $130^{\circ}\text{C}$  hasta  $135^{\circ}\text{C}$  con  $G=2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ .
- ✧ Agotar 9min a  $135^{\circ}\text{C}$
- ✧ Bajar temperatura de  $135^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  con una gradiente de  $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ .
- ✧ Descargar la máquina, sacar las muestras, eliminar el baño de tintura y proceder al lavado reductivo convencional. En el caso de lavado reductivo alternativo ingresamos en el mismo baño de tintura nuestro reductor alternativo

### 3.2.2. Recetas y muestras obtenidas

En las siguientes Tablas X, XI y XII se dará a conocer las recetas empleadas en la tintura de PES 100% con colorantes dispersos para cada color o pruebas con su respectiva muestra.

**Tabla XXIII. Receta y muestra de tintura del color Negro – Muestra # 1**

<b>RECETA</b>	CLIENTE:				
	FECHA:				
	COLOR:	NEGRO			
	TELA:	PES 100%			
	PESO DEL MATERIAL	5	gr		
	RELACION DE BAÑO	(1 : 6)			
	VOLUMEN DEL BAÑO	30	mL		
		DOSIFICACION			
<b>PROCESO</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>	<b>mL - mg</b>	
<b>PRE-LAVADO</b>	SERA WASH CLR	0,4		0,012	
	CARBONATO DE SODIO	1		0,03	
<b>TINTURA</b>	SERA GAL P-LP	1		0,03	
	ACIDO ACETICO	0,12		0,0036	
	DIANIX BLACK CC -R		2,6	13	



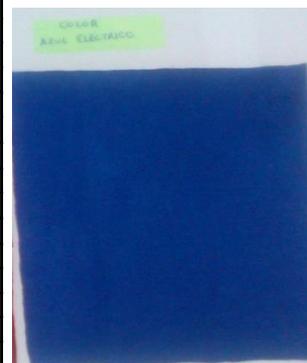
**Tabla XXIV. Receta y muestra de tintura del color Rojo – Muestra # 2**

<b>RECETA</b>	CLIENTE:				
	FECHA:				
	COLOR:	ROJO			
	TELA:	PES 100%			
	PESO DEL MATERIAL	5	gr		
	RELACION DE BAÑO	(1 : 6)			
	VOLUMEN DEL BAÑO	30	mL		
		DOSIFICACION			
<b>PROCESO</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>	<b>mL - mg</b>	
<b>PRE-LAVADO</b>	SERA WASH CLR	0,4		0,012	
	CARBONATO DE SODIO	1		0,03	
<b>TINTURA</b>	SERA GAL P-LP	1		0,03	
	ACIDO ACETICO	0,12		0,0036	
	DIANIX RED CC		0,7	3,5	
	DIANIX RUBINE CC		0,08	0,4	
	DIANIX YELLOW CC		0,26	1,3	



**Tabla XII. Receta y muestra de tintura del color Azul Eléctrico – Muestra # 3**

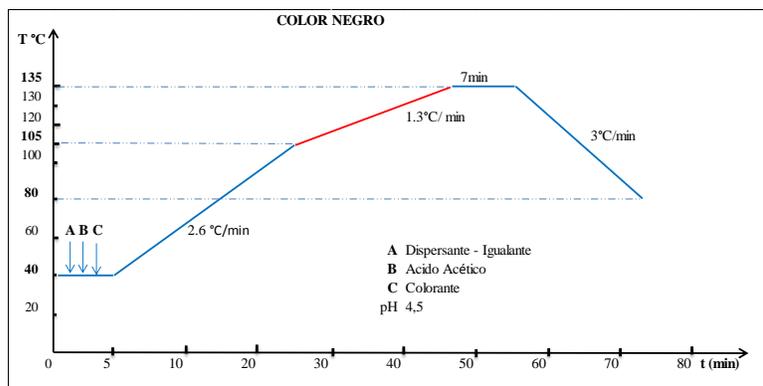
<b>RECETA</b>	CLIENTE :	AZUL ELECTRICO		
	FECHA :			
	COLOR :	AZUL ELECTRICO		
	TELA :	PES 100%		
	PESO DEL MATERIAL	5	gr	
RELACION DE BAÑO	(1 : 6)			
VOLUMEN DEL BAÑO	30	mL		
		DOSIFICACION		
<b>PROCESO</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>g/L</b>	<b>%</b>	<b>mL - mg</b>
<b>PRE-LAVADO</b>	SERA WASH CLR	0,4		0,012
	CARBONATO DE SODIO	1		0,03
<b>TINTURA</b>	SERA GAL P-LP	1		0,03
	ACIDO ACETICO	0,12		0,0036
	DIANIX BLUE CC		0,85	4,25
	DIANIX RED CC		0,014	0,07



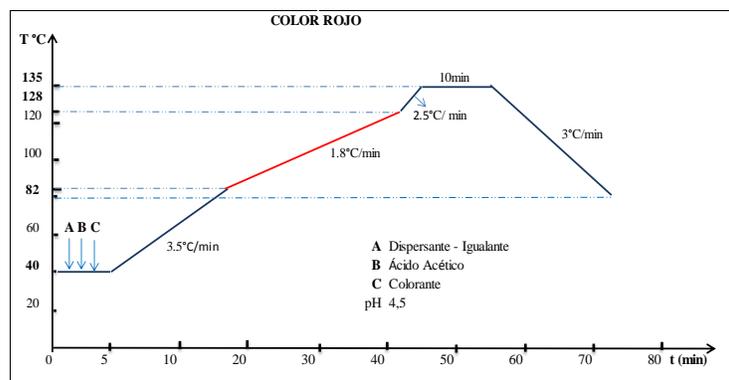
### 3.2.3. Curvas

Curvas de Tintura para cada color representando la línea de color rojo el punto vítreo de los colorantes, como se indica en las figuras 9, 10 y 11.

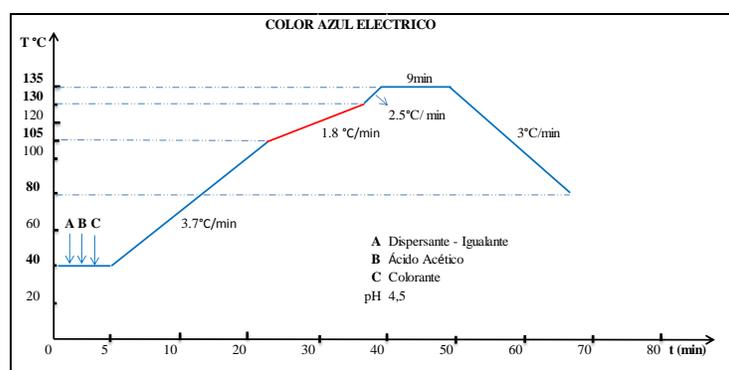
**Figura 20. Curva de tintura color negro – Muestra # 1**



**Figura 21. Curva de tintura color rojo – Muestra # 2**



**Figura 22. Curva de tintura color azul eléctrico – Muestra # 3**



### 3.3. Método de lavado reductivo

El lavado reductivo es un sub-proceso de eliminación del exceso de colorante (es) que se encuentran en suspensión en el baño de tintura y la fibra, donde de ser necesario se debe realizar uno o dos enjuagues para eliminar el exceso de pH alcalino después de realizar este sub-proceso.

#### 3.3.1. Proceso Utilizado (Convencional) – Prueba # 1

Este proceso es el tratamiento conocido que gran mayoría lo utilizan, donde se puede destruir inmediatamente a los azo colorantes presentes (rotura de la unión azo), sin embargo los

colorantes dispersos derivados de la antraquinona no son totalmente destruidos por este tratamiento, si bien se solubilizan temporalmente en la forma leuco-alcalina.

En este caso la Prueba #1, se procedió de esta manera:

- Después de haber descargado la muestra y eliminado el baño de tintura.
- Volver a cargar la muestra en el tubo.
- Añadir 50mL de la solución para el lavado reductivo convencional.
- Cerrar el tubo, colocar en la máquina y programar la curva a 80°C y mantener por 20minutos.
- Sacar las muestras, enjuagar y neutralizar con 0.35g/L de ácido acético a 40°C durante 10min.

### **3.3.1.1. Productos**

Para este proceso se utilizó los siguientes reductores convencionales:

- Hidrosulfito de Sodio
- Sosa Caústica
- Detergente
- Ácido Acético → Neutralizar

### **3.3.1.2. Parámetros**

En este proceso como comúnmente se lo realiza se toma en cuenta sus propios parámetros como la relación de baño, temperatura y el tiempo.

R/B = 1/10; Ayuda a que la fibra se relaje en medio acuoso alcalino.

T = 80°C

t = 20min

} Factores adecuados para actuar los reductores convencionales.

### **2.3.1.3. Receta**

En la tabla XIII se indica la receta del lavado convencional.

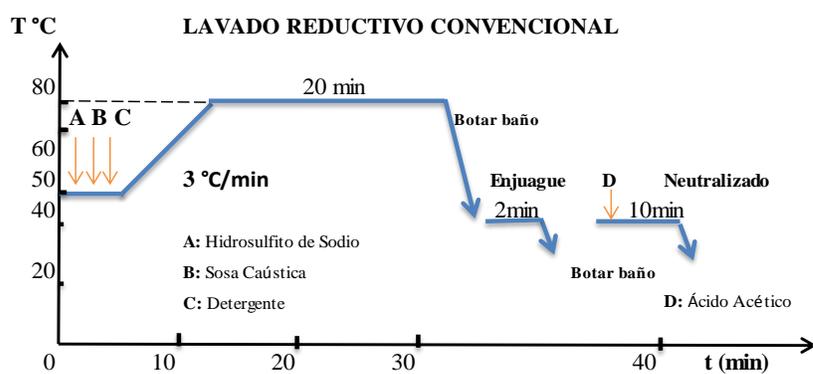
**Tabla XIII. Receta lavado reductivo Convencional**

RECETA		
PROCESO:	LAVADO REDUCTIVO CONVENCIONAL	
TELA :	PES 100%	
PESO DEL MATERIAL:	5	gr
RELACION DE BAÑO:	( 1 : 10 )	
VOLUMEN DEL BAÑO:	50	mL
PRODUCTO	g/L	mL - mg
Hidrosulfito de Sodio	4	0,2
Sosa Caústica	3	0,15
Sera Wash CLR	0,5	0,025
Neutralizado		
Ácido Acético	0,35	0,0175

#### 2.3.1.4. Curva

La siguiente curva representa el proceso de lavado convencional (ver figura 12).

**Figura 23. Curva lavado reductivo convencional**



### 3.3.2. Proceso Alternativo – Prueba # 2

La necesidad de un lavado final de las tinturas de PES 100%, está relacionada con la tendencia que puedan tener los colorantes dispersos a agregarse y a depositarse sobre la superficie de la fibra, principalmente cuando son aplicados a altas concentraciones.

Si estos depósitos no fueran removidos de la superficie de la fibra, es posible que puedan opacar el brillo del tono final, asimismo pueden disminuir las solideces al lavado, sublimación y al frote propias de ese colorante.

Es por ello que se realizó este proceso de mejora lo cual procedemos de la siguiente manera:

- En la tintura después de haber cumplido el tiempo de agotamiento, bajar la temperatura a 80°C a una gradiente de 3°C/min.
- Hacer un paro a la máquina, descargar los tubos y añadir en el mismo baño de tintura el reductivo alternativo de acuerdo a la receta formulada.
- Cerrar los tubos, colocar en la máquina y programar a 80°C, manteniendo 20min.
- Sacar las muestras, enjuagar y secar.

#### 3.3.2.1. Productos

Los productos empleados para este proceso son:

- ★ *Sera Con P-ACT.*- Es un agente reductor ácido el cual ayuda a eliminar todos los residuos del colorante para conseguir buenas solideces.
- ★ *Sera Gal P-LP.*- Elimina los residuos últimos que no ingresaron a la fibra.

Los cuales físicamente encontramos en Anexos E.

#### 3.3.2.2. Parámetros

Los parámetros que influencia de una manera importante al lavado reductivo es:

*Grado de agotamiento.*- Debería ser de un 100% para poder reducir la necesidad de un lavado reductor final.

*Estabilidad de la dispersión de los colorantes.*- Una óptima y fina dispersión de los colorantes, disminuiría las posibilidades de agregación de los mismos, durante la crítica fase de tintura a altas temperaturas.

*Clase química de los colorantes.*- Particularmente hace que muchos de ellos puedan ser destruidos por un simple lavado alcalino, sin necesidad de agregar un agente reductor.

*En la tintura de poliéster y sus mezclas.*- La necesidad del lavado reductor depende de las propiedades de manchado que tengan los colorantes dispersos utilizados y de las solideces finales requeridas, de ahí la importancia de una buena selección de los colorantes y de los procesos de tintura.

### 3.3.2.3. Receta

Descripción de los productos empleados en el proceso de lavado reductor alternativo (ver tabla XIV).

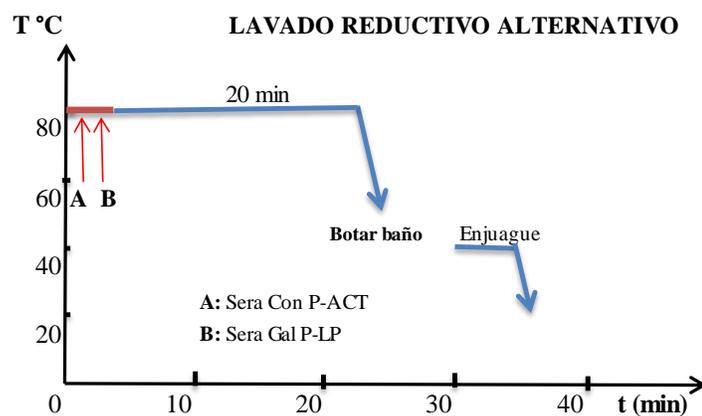
**Tabla XIV. Receta lavado reductor alternativo**

RECETA		
<b>PROCESO:</b>	<b>LAVADO REDUCTIVO ALTERNATIVO</b>	
<b>TELA :</b>	PES 100%	
<b>PESO DEL MATERIAL:</b>	5	gr
<b>RELACION DE BAÑO:</b>	( 1 : 6 )	
<b>VOLUMEN DEL BAÑO:</b>	30	mL
<b>PRODUCTO</b>	<b>g/L</b>	<b>mL - mg</b>
Sera Con P-ACT	2	0,06
Sera Gal P-LP	1	0,03

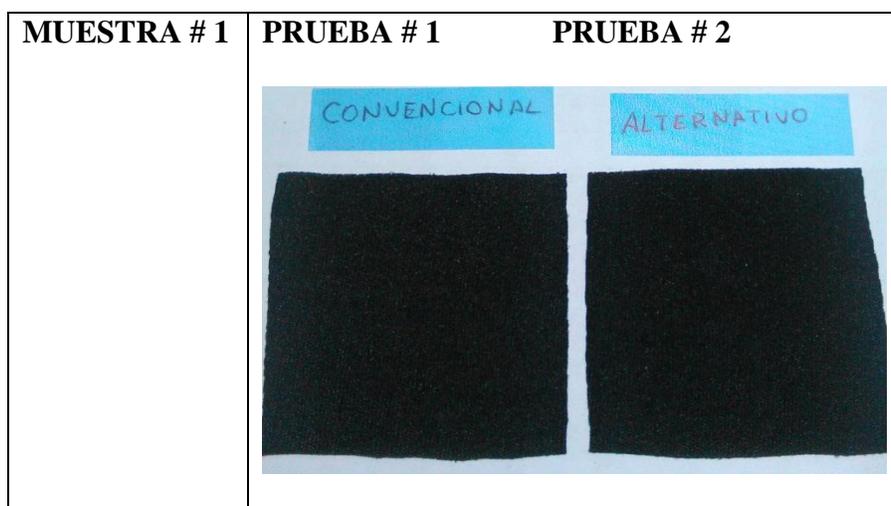
### 3.3.2.4. Curva

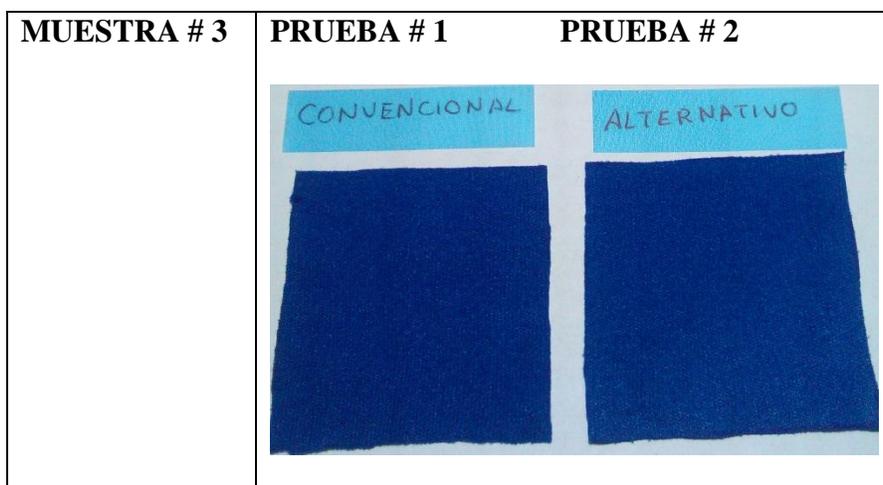
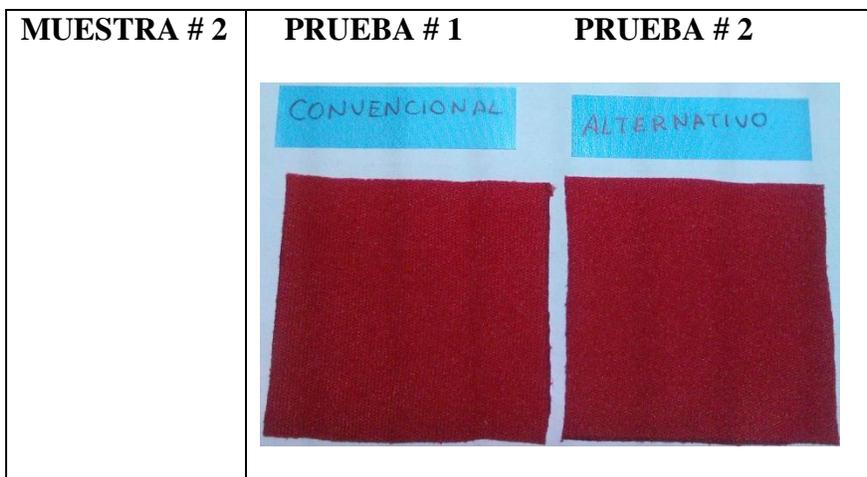
En la figura 13, se representa la curva del proceso de lavado reductivo alternativo.

**Figura 24. Curva lavado reductivo alterativo**



Las siguientes muestras son obtenidas del proceso de lavado reductivo convencional y con el proceso de lavado reductivo alternativo.







## CAPITULO 4

### EVALUACION DE LAS SOLIDECES DE ACUERDO AL METODO ESTABLECIDO

#### 4.1. Análisis del proceso bajo Normas Técnicas

Antes de realizar el análisis de solideces, las muestras obtenidas en los procesos de lavado reductivo convencional y de lavado reductivo alternativo se termofija a 180°C, posteriormente proceder de acuerdo a lo descrito en cada método de las normas AATCC.

Cabe recalcar que las Normas AATCC utilizadas a continuación, se encuentran detalladas en el capítulo 1.

##### 4.1.1. Solidez al lavado AATCC 61 -2A

Tiene por objeto determinar la degradación y la descarga que se produce por inmersión de un textil coloreado junto con los testigos blancos en agua.

Las muestras se analizan en condiciones adecuadas de temperatura, solución detergente y acción abrasiva; de modo que el cambio de color es similar al que se produce a cinco lavados a mano y se obtiene en un tiempo corto. La acción abrasiva es el resultado de los efectos de fricción de la tela contra el recipiente, el bajo volumen del baño y el impacto de los balines de acero en la tela.

En este método de ensayo AATCC 61 – 2A se utilizó lo siguiente:

**Aparato:** Autoclave

**Muestra:** (5 x 15) cm

**Disolución:** 0,15g/L de Detergente WOB en Agua destilada

**Volumen total del baño:** 150mL

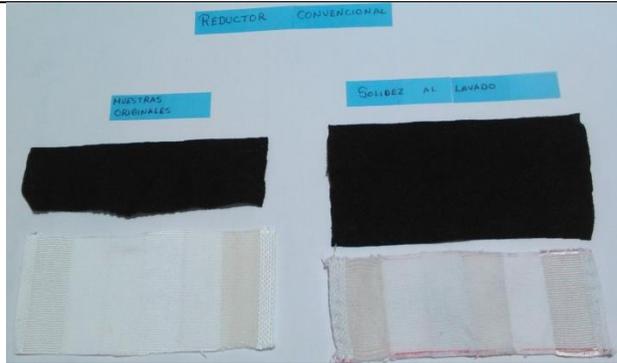
**# Balines:** 50

**Temperatura:** 49°C

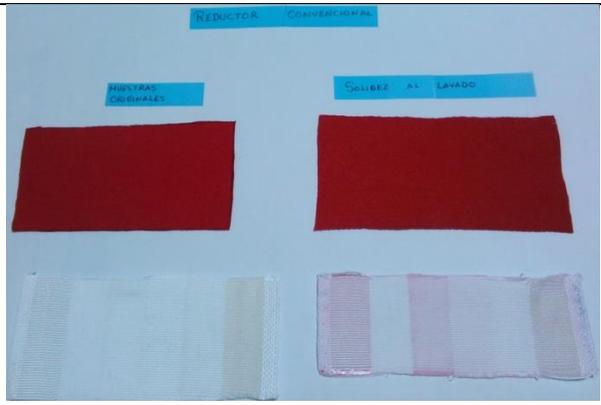
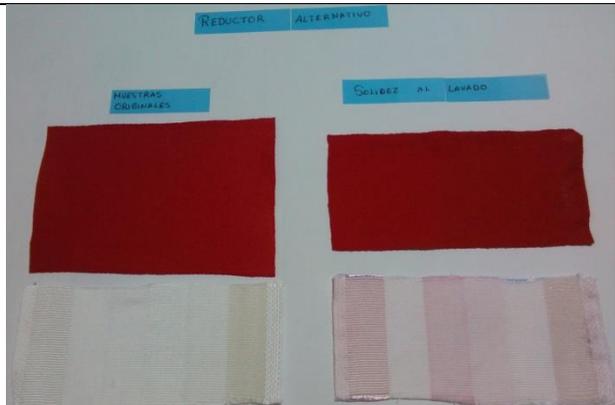
**Tiempo:** 45 min

En las figuras 15, 16 y 17, se indica las pruebas de solidez al lavado obtenidas en cada color con sus valores de cambio de color y transferencia de color.

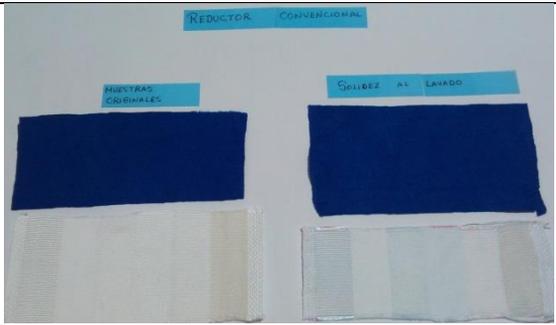
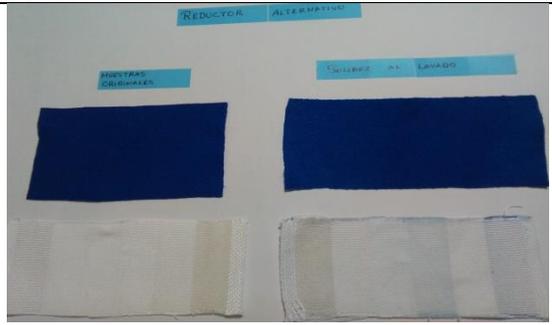
**Figura 25. AATCC 61 – 2A - Solidez al lavado color negro**

<b>Lavado Reductivo Convencional</b>		<b>Lavado Reductivo Alternativo</b>	
			
<b>Escala de grises</b>		<b>Escala de grises</b>	
Cambio de color	Manchado (PES)	Cambio de color	Manchado (PES)
Valor EG = 4.78	Valor EG = 3.89	Valor EG = 4.89	Valor EG = 4

**Figura 26. AATCC 61 - 2A - Solidez al lavado color rojo**

<b>Lavado Reductivo Convencional</b>		<b>Lavado Reductivo Alternativo</b>	
			
<b>Escala de grises</b>		<b>Escala de grises</b>	
Cambio de color	Manchado (PES)	Cambio de color	Manchado (PES)
Valor EG = 4.67	Valor EG = 3.70	Valor EG = 4.71	Valor EG = 3.95

**Figura 27. AATCC 61 – 2A - Solidez al lavado color azul eléctrico**

<b>Lavado Reductivo Convencional</b>		<b>Lavado Reductivo Alternativo</b>	
			
<b>Escala de grises</b>		<b>Escala de grises</b>	
Cambio de color	Manchado (PES)	Cambio de color	Manchado (PES)
Valor EG = 4.39	Valor EG = 4.26	Valor EG = 4.70	Valor EG = 4.50

#### 4.1.2. Solidez al frote AATCC 8

Es la resistencia que posee el colorante al ejercer una fuerza de rozamiento con otras telas (testigos blancos).

En este método de ensayo AATCC 8 se utilizó lo siguiente:

**Aparato:** Crockmeter

**Muestra:** (5 x 13) cm, 2 muestras

**Espécimen:** Algodón 100% (5x5) cm, se emplea en seco y húmedo.

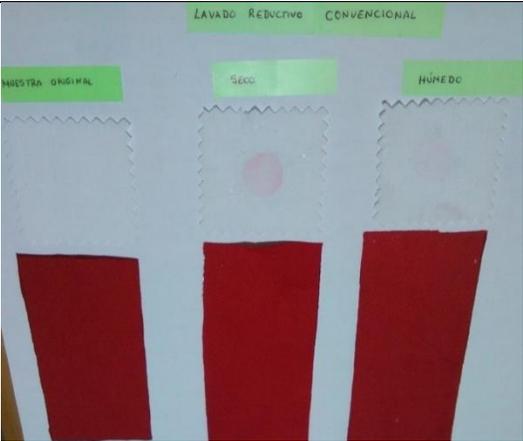
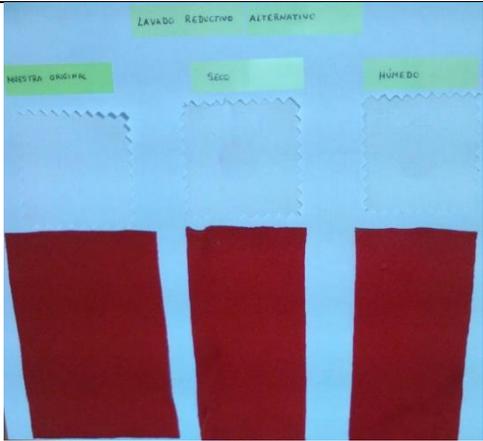
**Tiempo:** 10 vueltas

En las figuras 18, 19 y 20, se indica las pruebas de solidez al frote obtenidas en cada tono con sus valores de transferencia de color. Terminadas las pruebas se deja durante 48 h a la muestra para proceder a la medición en el espectrofotómetro.

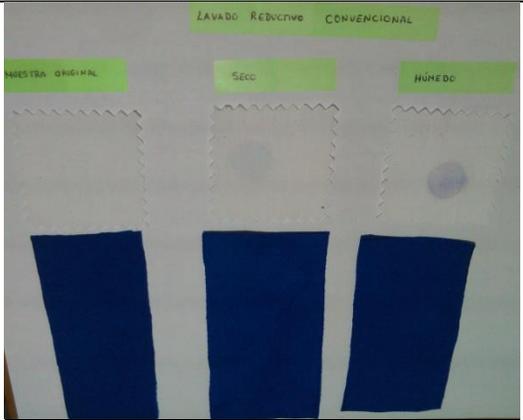
**Figura 28. AATCC 8 - Solidez al frote color negro**

Lavado Reductivo Convencional		Lavado Reductivo Alternativo	
			
Escala de grises al manchado		Escala de grises al manchado	
Espécimen Seco	Espécimen Húmedo	Espécimen Seco	Espécimen Húmedo
Valor EG = 4	Valor EG = 4.5	Valor EG = 4.5	Valor EG = 5

**Figura 29. AATCC 8 - Solidez al frote color rojo**

<b>Lavado Reductivo Convencional</b>		<b>Lavado Reductivo Alternativo</b>	
			
<b>Escala de grises al manchado</b>		<b>Escala de grises al manchado</b>	
Espécimen Seco	Espécimen Húmedo	Espécimen Seco	Espécimen Húmedo
Valor EG = 3	Valor EG = 4	Valor EG = 4.5	Valor EG = 5

**Figura 30. AATCC 8 - Solidez al frote color azul eléctrico**

<b>Lavado Reductivo Convencional</b>		<b>Lavado Reductivo Alternativo</b>	
			
<b>Escala de grises al manchado</b>		<b>Escala de grises al manchado</b>	

Espécimen Seco	Espécimen Húmedo	Espécimen Seco	Espécimen Húmedo
Valor EG = 4	Valor EG = 3.5	Valor EG = 4.5	Valor EG = 4.5

#### 4.1.3. Solidez a la sublimación AATCC 117

Consiste en tratar con calor seco las muestras tinturadas o ensayos coloreados, valorando la degradación y la descarga.

Este método de prueba está destinado para evaluar la resistencia del color de los textiles de todo tipo y en acción del calor seco. En este método de ensayo AATCC 117 se utilizó lo siguiente:

**Aparato:** Dispositivo de calentamiento

**Muestra:** (4 x 10) cm,

**Espécimen:** Microfibra

**Temperatura:** 180°C

**Tiempo:** 30s

En las figuras 21, 22 y 23, se indica las pruebas de solidez a la sublimación obtenidas por cada color con sus respectivas lecturas en escala de grises al cambio de color y transferencia de color. Terminadas las pruebas se deja durante 48 h para realizar su respectiva medición en el espectrofotómetro.

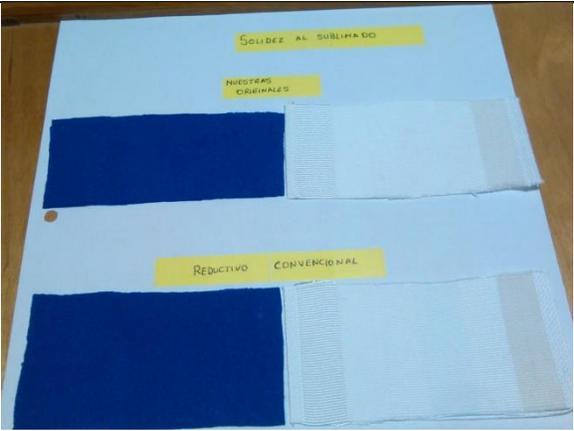
Figura 31. AATCC 117 - Solidez al sublimado color negro

Lavado Reductivo Convencional		Lavado Reductivo Alternativo	
			
Escala de grises		Escala de grises	
Cambio de color	Manchado (PES)	Cambio de color	Manchado (PES)
Valor EG = 4	Valor EG = 4.2	Valor EG = 5	Valor EG = 4.83

Figura 32. AATCC 117 - Solidez al sublimado color rojo

Lavado Reductivo Convencional		Lavado Reductivo Alternativo	
			
Escala de grises		Escala de grises	
Cambio de color	Manchado (PES)	Cambio de color	Manchado (PES)
Valor EG = 4	Valor EG = 4.5	Valor EG = 4	Valor EG = 4.87

**Figura 33. AATCC 117 - Solidez al Sublimado color azul eléctrico**

<b>Lavado Reductivo Convencional</b>		<b>Lavado Reductivo Alternativo</b>	
			
<b>Escala de grises</b>		<b>Escala de grises</b>	
<b>Cambio de color</b>	<b>Manchado (PES)</b>	<b>Cambio de color</b>	<b>Manchado (PES)</b>
Valor EG = 4.5	Valor EG = 4.4	Valor EG = 4.5	Valor EG = 4.55

## 4.2. RESULTADOS

Las muestras obtenidas bajo la prueba #1 y la prueba#2 siendo el lavado reductivo convencional y el lavado reductivo alternativo respectivamente, los valores obtenidos de las mediciones en el espectrofotómetro en las muestras 4, 5 y 6 pertenecientes a la prueba #2 se logró conseguir mejoría en las solidezces.

Tal como se observa en la solidez al lavado con valores de medición en escala de grises para manchado ISO/AATCC, M4 en la prueba # 2 se logró mejorar el 2,2% frente a M1 de la prueba # 1, M5 en la prueba # 2 se logró mejorar el 5% frente a M1 de la prueba # 1 y M6 en la prueba # 2 se logró mejorar el 4,8% frente a M1 de la prueba #1.

En la solidez al frote los valores de medición en escala de grises para manchado ISO/AATCC, indican que M4 en la prueba # 2 se logra mejorar el 10% en seco y húmedo con respecto a M1 de la prueba # 1, M5 en la prueba # 2 se logra mejorar el 30% en seco, 20% en húmedo con respecto a M2 de la prueba # 1, y M6 en la prueba # 2 se logra mejorar el 10 % en seco, 20 % en húmedo con respecto a M3 de la prueba # 1.

En la solidez al sublimado los valores de medición para manchado tenemos que M4 es mayor a M1 con 12,6 %, M5 es mayor a M2 con 7,4% y M6 es mayor a M3 con 3%, como indica la tabla XV.

Donde:

M1	Muestra 1	Negro	Lavado reductivo convencional
M2	Muestra 2	Rojo	Lavado reductivo convencional
M3	Muestra 3	Azul eléctrico	Lavado reductivo convencional
M4	Muestra 4	Negro	Lavado reductivo alternativo
M5	Muestra 5	Rojo	Lavado reductivo alternativo
M6	Muestra 6	Azul eléctrico	Lavado reductivo alternativo
Prueba # 1			Proceso de lavado reductivo convencional
Prueba # 2			Proceso de lavado reductivo alternativo

**Tabla XXV. Mediciones en escala de grises**

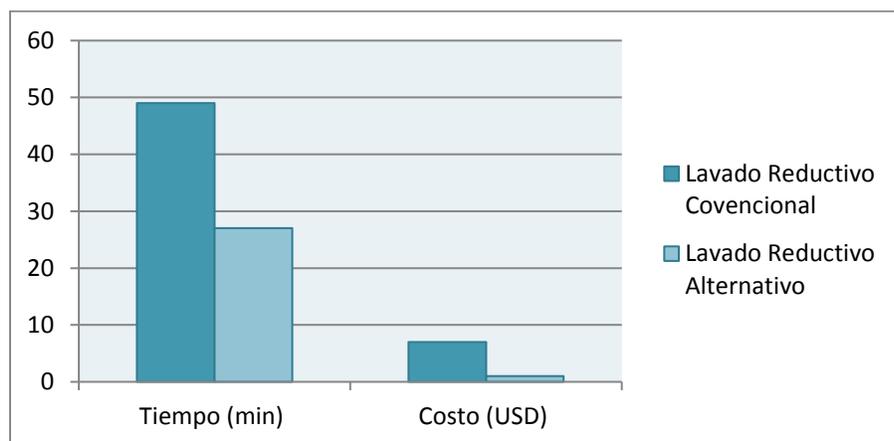
	Escala de Grises	AATCC 61 - 2A Solidez al Lavado		AATCC 8 Solidez al Frote		AATCC 117 Solidez a la Sublimación	
		Cambio de color Valor EG	Manchado Valor EG	Seco	Húmedo	Cambio de color Valor EG	Manchado Valor EG
				Manchado Valor EG			
<b>Lavado Reductivo Convencional Prueba # 1</b>	M1	4,78	3,89	4	4,5	4	4,2
	M2	4,67	3,7	3	4	4	4,5
	M3	4,39	4,26	4	3,5	4,5	4,4
<b>Lavado Reductivo Alternativo Prueba # 2</b>	M4	4,89	4	4,5	5	5	4,83
	M5	4,71	3,95	4,5	5	4	4,87
	M6	4,7	4,5	4,5	4,5	4,5	4,55
Las solidez se mejoraron en un valor de:	Negro	0,11	0,11	0,5	0,5	1	0,63
	Rojo	0,04	0,25	1,5	1	0	0,37
	Azul Eléctrico	0,31	0,24	0,5	1	0	0,15
Equivalente %	Negro	2,2	2,2	10	10	20	12,6
	Rojo	0,8	5	30	20	0	7,4
	Azul Eléctrico	6,2	4,8	10	20	0	3

En la tabla XVI, se indica el costo receta y tiempo empleado en el proceso de lavado reductivo convencional y en el proceso de lavado alternativo, donde se verifica la reducción de tiempo y ahorro del costo receta en los colores (negro, rojo, azul eléctrico) desarrollados en este proceso.

**Tabla XVI. Costos y tiempos del proceso**

Lavado Reductivo	Colores	Tiempo	Costo Total USD	Costo Total por kg de tela USD
CONVENCIONAL	Negro	2h 7' 4"	4,25	0,85
	Rojo	2h 2' 68"	3,83	0,76
	Azul Eléctrico	1h 54' 77"	3,13	0,62
ALTERNATIVO	Negro	1h 45' 4"	3,96	0,79
	Rojo	1h 40' 68"	3,54	0,71
	Azul Eléctrico	1h 32' 77"	2,84	0,57
AHORRO min	Negro	22'		
	Rojo	22'		
	Azul Eléctrico	22'		
AHORRO	Negro		0,29	
	Rojo		0,29	
	Azul Eléctrico		0,29	
AHORRO	Negro			0,06
	Rojo			0,05
	Azul Eléctrico			0,05

Al ejecutar este trabajo de investigación se demostró que el proceso de lavado reductivo alternativo aplicado es práctico, donde se logró obtener buenos resultados entre ellos reducir el tiempo, ahorro de su costo receta en el proceso como se observa en la imagen 14.

**Imagen 14. Comparación tiempo y costo receta**

CUADRO COMPARATIVO		
DESCRIPCION	TIEMPO (MIN)	COSTOS (USD)
LAVADO REDUCTIVO CONVENCIONAL	49	0.0785
LAVADO REDUCTIVO ALTERNATIVO	27	0.018



## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

5.1.1. Se concluye mediante la información recopilada, que antes de tinturar un tejido de poliéster 100% revisar la compatibilidad de sus parámetros a la hoja técnica de los colorantes a ser utilizados, tomando en cuenta además a que fines será destinado el tejido.

5.1.2. Concluyendo con la investigación y el análisis de las propiedades, se observó que los agentes reductores convencionales tienen un grado de toxicidad mayor frente al agente reductor alternativo en el proceso ejecutado.

5.1.3. Se concluye que al aplicar las cantidades recomendadas por los fabricantes de los reductores convencionales y el reductor alternativo en el proceso de lavado reductivo, los resultados son aceptables a diferencia del proceso de lavado reductivo alternativo, donde se consiguió mejores resultados en las solidez evaluadas.

5.1.4. Se concluye que el proceso de lavado reductivo alternativo frente al lavado reductivo convencional es un proceso efectivo y aplicable porque se logró reducir 0.061 ctvs de costo receta, acortar 22 minutos de tiempo además de mejorar la solidez al lavado, solidez al frote y solidez al sublimado.

5.1.5. Se observó que el agente reductor alternativo es un producto útil en su aplicación a nivel de laboratorio en este proceso de lavado reductor.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

5.2.1. Se recomienda aplicar en la industria el presente estudio de lavado reductor alternativo con reductor ácido **Sera Con P-ACT**, tomando en cuenta las indicaciones que presenta el fabricante en la ficha técnica del producto.

5.2.2. Se recomienda que al manipular y trabajar con los reductores convencionales, se deberá utilizar ropa de trabajo adecuada y por ende constatar equipos de seguridad en el área de trabajo.

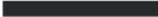
5.2.3. Se sugiere realizar un estudio de investigación acerca de efluentes generados en el proceso de lavado reductor convencional vs el proceso de lavado alternativo, donde ayudara a conocer el porcentaje que afecta al medio ambiente.

5.2.4. Se recomienda analizar si crean daños internos o mecánicos en las máquinas de trabajo a nivel industrial, mediante estudios de investigación al aplicar agentes reductores convencionales y reductor alternativo en el proceso de lavado reductor.

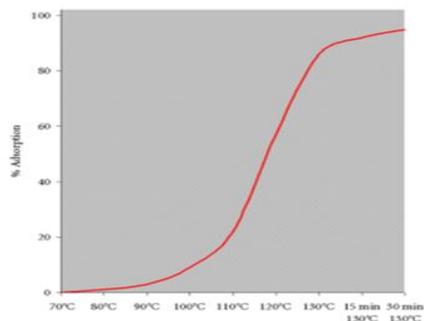
## ANEXOS

## ANEXO A. FICHAS TECNICAS DE COLORANTES

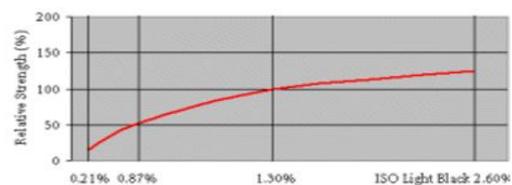
## ANEXO A1. FICHA TECNICA DEL COLORANTE DIANIX® BLACK CC-R

Dye properties and suitabilities				Fastness properties					
Creation date: 31.08.2011									
									
<b>Dianix® Black CC-R</b>									
									
SD 1/1				2,6 %					
<b>Suitability</b>									
Depth of shade	HT		Carrier	Printing		Discharge printing			
	Yarn	Piece		HTS	PS	Ground		Illumination	
						alk.	SnCl <sub>2</sub>	alk.	SnCl <sub>2</sub>
pale	+	++	-	-	+	-	-	-	-
medium	+	++	-	-	+	-	-	-	-
dark	+	++	-	-	+	-	-	-	-
Depth of shade	HT (PES/CO)		Continuous (PES/CO)	PES/WO		CA	CTA	PA	
	Yarn	Piece		Yarn	Piece				
pale	+	++	++			-	-	-	
medium	+	++	++	Suitable 108 - 120°C	Suitable 108 - 120°C	-	-	-	
dark	+	++	++			-	-	-	
Temperature			210 °C						
<b>Dye characteristics</b>									
Level uptake				3		Artificial Light			
Barré coverage				-		Tungsten		TL 84	
Metal sensitivity Cu/Fe				4 R / 5		yellower		greener	
pH stability				3.0 - 9.0					

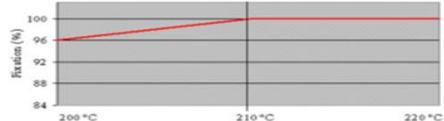
## Rate of Dyeing Curve



## Build-up



## Temperature Dependency (Thermofixation)



All fastness properties of the product were tested only as single product on standard materials and not in combinations/blends.

## Dye properties and suitabilities

## Fastness properties

Creation date: 31.08.2011

## Dianix® Black CC-R



## Fastnesses properties on polyester

Black, reduction cleared postset 180 °C/30 seconds	1/3 SD	1/2 SD	Black
Light fastness (Xenon arc) ISO 105-B02	4-5	5	6
Light fastness (Carbon arc) AATCC 16A-1993	4	4-5	5
Sublimation fastness 30 s 180 °C ISO 105-P01	4-5	4	3-4

Black, reduction cleared postset 180 °C/30 seconds	F	CA	CO	PA	PES	PAN	WO
Water fastness, severe ISO 105-E01	5	5	5	5	5	5	5
Home laundry / washing 50 °C ISO 105-C06-B2S	5	3-4	5	2-3	4	5	5
Home laundry / washing 60 °C ISO 105-C06-C2S	-	-	-	-	-	-	-
Washing 50 °C / 120 °F AATCC TM 61 - 2A	5	3	5	2-3	4-5	5	5
Perspiration ISO 105-E04	alkaline	5	5	5	5	5	5
	acid	5	5	5	5	5	5
Rubbing ISO 105-X12	dry			4			
	wet			4			

**Fastness Properties on Polyester/Cotton**

PES/CO 50/50 Black postset 180 °C/30 seconds		F	CA	CO	PA	PES	PAN	WO
Water fastness, severe ISO 105-E01	washed (80 °C)		4	4-5	3-4	4-5	5	5
	Reduction clearing		4	4-5	3-4	4-5	5	5
Home laundry / washing 50 °C ISO 105-C06-B2S	washed (80 °C)		2	4	2-3	3	4-5	3-4
	Reduction clearing		2	4	3	3	4-5	3-4
Home laundry / washing 60 °C ISO 105-C06-C2S	washed (80 °C)		-	-	-	-	-	-
	Reduction clearing		-	-	-	-	-	-
Washing 50 °C / 120 °F AATCC TM 61 - 2A	washed (80 °C)		2	4	2	3	4-5	3-4
	Reduction clearing		2	4	2-3	3	4-5	3-4
Perspiration fastness, alkaline ISO 105-E04	washed (80 °C)		4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5
	Reduction clearing		4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5
Perspiration fastness, acid ISO 105-E04	washed (80 °C)		4-5	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5
	Reduction clearing		4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5
Rubbing, dry ISO 105-X12	washed (80 °C)			5				
	Reduction clearing			5				

**Other properties**

	Staining in fiber blends				Dyeing in fiber blends	
	Cotton		Wool 105 °C	Acrylic 105 °C	Triacetate 120 °C	Polyamide 120 °C
	130 °C	Thermosol				
Rinsed	1	1	1	1	4 G	1 G
Reduction clearing	2-3 R	1 G	2	1-2 R		

**Warranty Information**

This information and our technical advice - whether verbal, in writing or by way of trials - are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does

not release you from the obligation to check its validity and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold in accordance with our General Conditions of Sale and Delivery.

All fastness properties of the product were tested only as single product on standard materials and not in combinations/blends.

**ANEXO A2. FICHA TECNICA DEL COLORANTE DIANIX® BLUE CC****Dye properties and suitabilities****Fastness properties**

Creation date: 31.08.2011

**Dianix® Blue CC**

SD 1/1

0,5 %

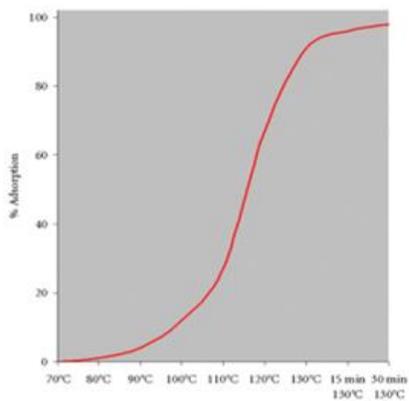
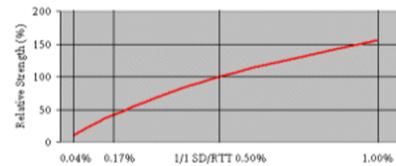
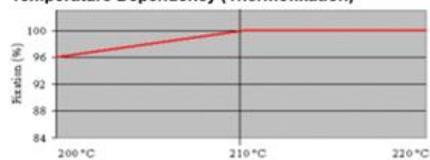
**Suitability**

Depth of shade	HT		Carrier	Printing		Discharge printing			
	Yarn	Piece		HTS	PS	Ground		Illumination	
						alk.	SnCl <sub>2</sub>	alk.	SnCl <sub>2</sub>
pale	++	++	+	+	++	-	-	-	-
medium	+	++	+	+	++	-	-	-	-
dark	+	++	+	+	++	-	-	-	-

Depth of shade	HT (PES/CO)		Continuous (PES/CO)	PES/WO		CA	CTA	PA
	Yarn	Piece		Yarn	Piece			
pale	++	++	++			+	++	-
medium	+	++	++			+	++	-
dark	+	++	++			+	++	-
Temperature	210 °C							

**Dye characteristics**

Level uptake	3	Artificial Light	
Barré coverage	good	Tungsten	TL 84
Metal sensitivity Cu/Fe	4-5 / 5	redder	redder
pH stability	3.0 - 8.0		

**Rate of Dyeing Curve****Build-up****Temperature Dependency (Thermofixation)**

All fastness properties of the product were tested only as single product on standard materials and not in combinations/blends.

## Dye properties and suitabilities

## Fastness properties

Creation date: 31.08.2011



Dianix® Blue CC

## Fastnesses properties on polyester

1/1 SD, reduction cleared postset 180°C/30 seconds	1/12 SD	1/3 SD	1/1 SD	2/1 SD
Light fastness (Xenon arc) ISO 105-B02	5-6	6	6	6
Light fastness (Carbon arc) AATCC 16A-1993	4-5	5	5	5-6
Sublimation fastness 30 s 180 °C ISO 105-P01	5	4-5	4	3

1/1 SD, reduction cleared postset 180°C/30 seconds	F	CA	CO	PA	PES	PAN	WO
Water fastness, severe ISO 105-E01	5	5	5	5	4-5	5	5
Home laundry / washing 50 °C ISO 105-C06-B2S	5	4-5	5	3-4	4-5	5	5
Home laundry / washing 60 °C ISO 105-C06-C2S	-	-	-	-	-	-	-
Washing 50 °C / 120 °F AATCC TM 61 - 2A	5	3-4	5	3	4-5	5	5
Perspiration ISO 105-E04	alkaline	5	5	5	5	5	5
	acid	5	5	5	5	5	5
Rubbing ISO 105-X12	dry			4-5			
	wet			4-5			

## Fastness Properties on Polyester/Cotton

PES/CO 50/50 1/1 SD postset 180 °C/30 seconds	F	CA	CO	PA	PES	PAN	WO
Water fastness, severe ISO 105-E01	washed (80 °C)	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5
	Reduction clearing	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Home laundry / washing 50 °C ISO 105-C06-B2S	washed (80 °C)	2-3	4	3-4	3-4	4-5	4-5
	Reduction clearing	3	4	3-4	3-4	4-5	4-5
Home laundry / washing 60 °C ISO 105-C06-C2S	washed (80 °C)	-	-	-	-	-	-
	Reduction clearing	-	-	-	-	-	-
Washing 50 °C / 120 °F AATCC TM 61 - 2A	washed (80 °C)	2-3	4-5	3	3-4	4-5	4-5
	Reduction clearing	2-3	4-5	3	3-4	4-5	4-5
Perspiration fastness, alkaline ISO 105-E04	washed (80 °C)	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Reduction clearing	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Perspiration fastness, acid ISO 105-E04	washed (80 °C)	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5
	Reduction clearing	4-5	5	4-5	4-5	5	5
Rubbing, dry ISO 105-X12	washed (80 °C)			5			
	Reduction clearing			5			

## Other properties

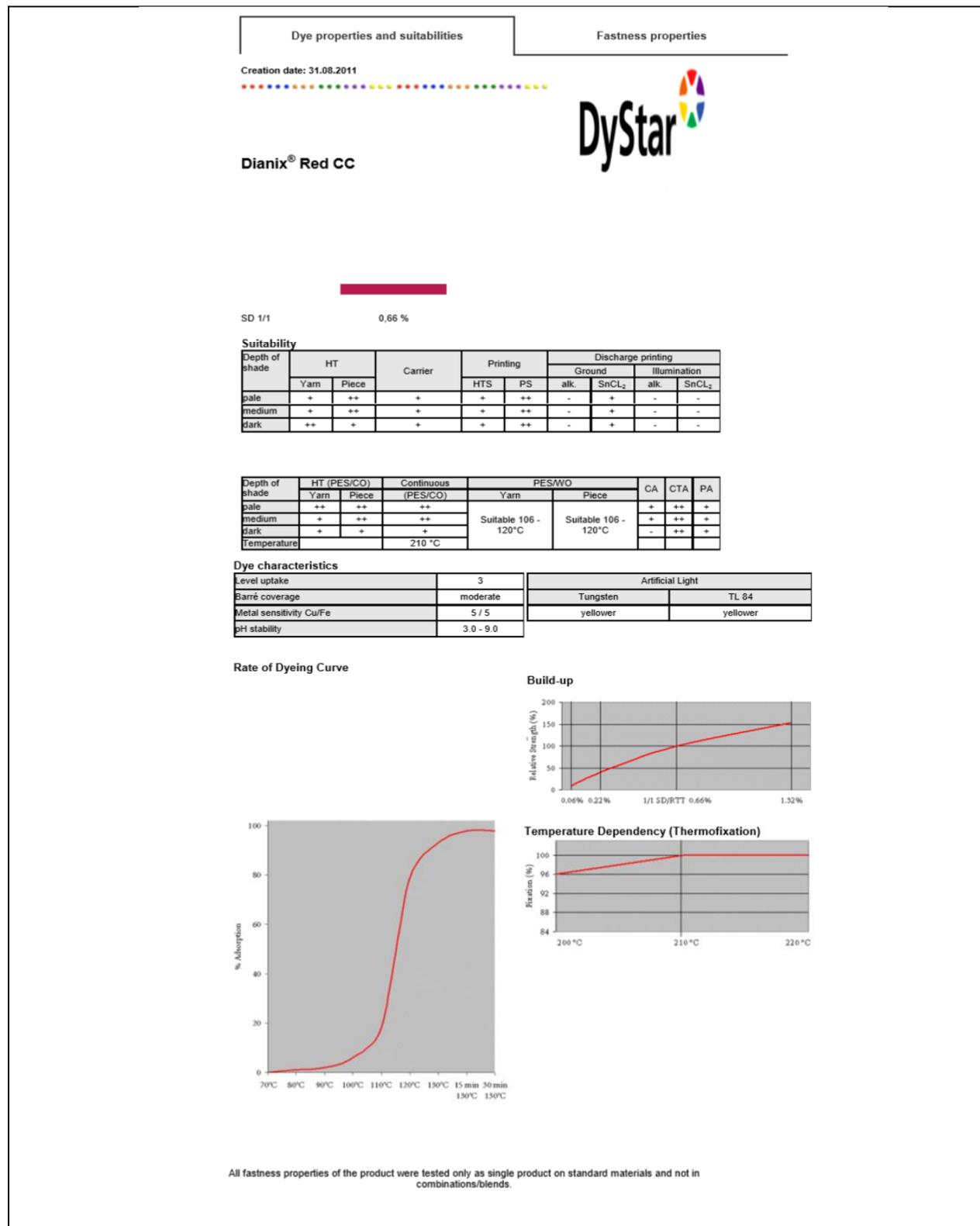
	Staining in fiber blends				Dyeing in fiber blends	
	Cotton		Wool 105 °C	Acrylic 105 °C	Triacetate 120 °C	Polyamide 120 °C
	130 °C	Thermosol				
Rinsed	4-5	1-2	2 G	2	2	1
Reduction clearing	5	4-5	2-3 R	5		

## Warranty Information

This information and our technical advice - whether verbal, in writing or by way of trials - are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to check its validity and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold in accordance with our General Conditions of Sale and Delivery.

All fastness properties of the product were tested only as single product on standard materials and not in combinations/blends.

## ANEXO A3. FICHA TECNICA DEL COLORANTE DIANIX® RED CC



## Dye properties and suitabilities

## Fastness properties

Creation date: 31.08.2011



## Dianix® Red CC

## Fastnesses properties on polyester

1/1 SD, reduction cleared postset 180°C/30 seconds	1/12 SD	1/3 SD	1/1 SD	2/1 SD
Light fastness (Xenon arc) ISO 105-B02	5-6	5-6	5-6	6
Light fastness (Carbon arc) AATCC 16A-1993	5	4-5	4-5	4-5
Sublimation fastness 30 s 180 °C ISO 105-P01	4-5	4	4	3

1/1 SD, reduction cleared postset 180°C/30 seconds	F	CA	CO	PA	PES	PAN	WO
Water fastness, severe ISO 105-E01	5	4-5	5	4-5	4-5	5	5
Home laundry / washing 50 °C ISO 105-C06-B2S	5	3-4	5	2-3	4-5	5	5
Home laundry / washing 60 °C ISO 105-C06-C2S	-	-	-	-	-	-	-
Washing 50 °C / 120 °F AATCC TM 61 - 2A	5	3	5	2-3	4-5	5	5
Perspiration ISO 105-E04	alkaline	5	4-5	5	4-5	4-5	5
	acid	5	4-5	5	4-5	5	5
Rubbing ISO 105-X12	dry		5				
	wet		5				

## Fastness Properties on Polyester/Cotton

PES/CO 50/50 1/1 SD postset 180 °C/30 seconds	F	CA	CO	PA	PES	PAN	WO
Water fastness, severe ISO 105-E01	washed (80 °C)	4	4-5	3-4	4	4-5	4-5
	Reduction clearing		4	4-5	3-4	4	4-5
Home laundry / washing 50 °C ISO 105-C06-B2S	washed (80 °C)	2-3	4-5	2	3-4	4-5	4-5
	Reduction clearing		2-3	4-5	2	3-4	4-5
Home laundry / washing 60 °C ISO 105-C06-C2S	washed (80 °C)	-	-	-	-	-	-
	Reduction clearing		-	-	-	-	-
Washing 50 °C / 120 °F AATCC TM 61 - 2A	washed (80 °C)	2-3	4-5	2	3-4	4-5	4-5
	Reduction clearing		2-3	4-5	2	3-4	4-5
Perspiration fastness, alkaline ISO 105-E04	washed (80 °C)	4-5	4-5	3-4	4-5	5	5
	Reduction clearing		4-5	4-5	3-4	4-5	5
Perspiration fastness, acid ISO 105-E04	washed (80 °C)	4	4-5	3-4	4	4-5	4-5
	Reduction clearing		4	4-5	3-4	4	4-5
Rubbing, dry ISO 105-X12	washed (80 °C)		5				
	Reduction clearing			5			

## Other properties

	Staining in fiber blends				Dyeing in fiber blends	
	Cotton		Wool 105 °C	Acrylic 105 °C	Triacetate 120 °C	Polyamide 120 °C
	130 °C	Thermosol				
Rinsed	4	2	1	1		
Reduction clearing	5	5	3 Y	1	2	2

## Warranty Information

This information and our technical advice - whether verbal, in writing or by way of trials - are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to check its validity and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products

## ANEXO B. FICHA TECNICA REDUCTOR Sera® Con P-ACT



### Product Information Process Auxiliaries

## Sera® Con P-ACT (Redutex® ACT)

### Reduction agent for neutral-acid reductive cleaning

**Function** Liquid reducing agent for the neutral-acid reductive cleaning of PES piece goods on jet/overflow in the cooling dye bath

**Properties**

Sera Con P-ACT is a novel liquid reducing agent that is used for the reductive cleaning of PES dyeings already in the cooling dye bath without adjusting an alkaline pH value. An additional subsequent reductive cleaning as well as a time-consuming subsequent neutralising process is thus superfluous.

Contrary to conventional liquid types for the described field of application, Sera Con P-ACT has a much higher effectiveness allowing clearly lower amounts of application (even less than 50%!).

The amount of reducing agent can be clearly reduced even compared to separate reductive cleaning processes with hydrosulphite and caustic soda solution, not to mention the advantage of saving process costs.

The main focus of application of Sera Con P-ACT is the reductive subsequent or intermediate cleaning of PES and PES/cellulose piece goods on jet/overflow.

**Chemical Characteristics** Reducing agent

**Technical Data**

Appearance:	colourless, liquid
pH:	approx. 10 (10% solution in dist. water)
Density (20 °C):	approx. 1.3 g/cm <sup>3</sup>
Ionicity:	non-surface active
Dilution procedure:	in cold water at any ratio
Shelf life:	compatible with all products/chemicals used in this field of application
Stability:	about 1 year in originally sealed drums under the stated conditions, recommended storage temperature: + 3 to + 35 °C. The drum has to be tightly closed immediately after sampling or use. To be stored away from acids, oxidation agents and from chemically active metals.
Packing:	drum, container

## Application

---

### **(Neutral-reductive subsequent or intermediate cleaning of PES and PES/cellulose)**

We recommend to add at 85 - 80 °C

1.0 - 2.0 g/l Sera Con P-ACT

dwel for 15 - 20 min at 85 - 75 °C, drain subsequently and rinse cold briefly.

---

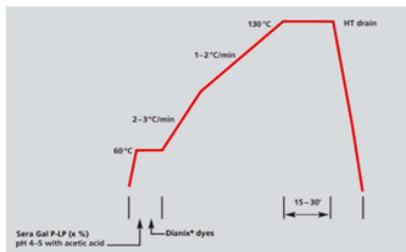
**DyStar Textilfarben GmbH & Co. Deutschland KG**  
Industriepark Höchst, Building B 598  
65926 Frankfurt am Main, Germany  
Phone:           ++49 (0) 69 - 21 09 - 26 86  
Fax Marketing: ++49 (0) 69 - 21 09 - 76 86  
Fax Sales:       ++49 (0) 69 - 21 09 - 26 20  
[DyStar.Auxiliaries@DyStar.com](mailto:DyStar.Auxiliaries@DyStar.com)  
[www.DyStar.com](http://www.DyStar.com)

This information and our technical advice - whether verbal, in writing or by way of trials - are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to check its validity and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold in accordance with our General Conditions of Sale and Delivery.

## ANEXO C. FICHA TECNICA DISPERSANTE Sera Gal P-LP

 											
											
<b>Product Information Auxiliaries</b>											
<b>Sera™ Gal P-LP</b>											
<b>Dispersing agent with levelling properties</b>											
<hr/>											
<b>Function</b>	Dispersing agent with strong levelling properties for dyeing polyester and blends										
<b>Properties</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prevents filtration of dyes</li> <li>- stabilises dye dispersions under HT dyeing conditions</li> <li>- can be used for level dyeing polyamide with 1:2 metal complex dyestuffs</li> <li>- compensates the negative impact of nonionic auxiliaries (e.g. carriers) in the process</li> <li>- can be used in automated dosing systems</li> <li>- suitable for jet application</li> <li>- stable to acids, alkalis, salt and hard water</li> <li>- shows good stability to high concentrations of electrolyte, therefore suitable for one-bath dyeing processes of CO/PES blends</li> <li>- suitable for use on automotive fabrics</li> </ul>										
<b>Chemical Characteristics</b>	Formulation of polyglycoethers										
<hr/>											
<b>Technical Data</b>	<table border="0"> <tr> <td>Appearance:</td> <td>clear liquid</td> </tr> <tr> <td>pH value:</td> <td>6 - 7 (10% solution)</td> </tr> <tr> <td>Ionic nature:</td> <td>nonionic</td> </tr> <tr> <td>Dilution procedure:</td> <td>easy dilutable with cold or warm water</td> </tr> <tr> <td>Shelf life:</td> <td>1 year in closed original containers</td> </tr> </table>	Appearance:	clear liquid	pH value:	6 - 7 (10% solution)	Ionic nature:	nonionic	Dilution procedure:	easy dilutable with cold or warm water	Shelf life:	1 year in closed original containers
Appearance:	clear liquid										
pH value:	6 - 7 (10% solution)										
Ionic nature:	nonionic										
Dilution procedure:	easy dilutable with cold or warm water										
Shelf life:	1 year in closed original containers										
<hr/>											
<b>Application</b>	<p>Sera Gal P-LP shows very good dispersing and levelling action in dyeing polyester or polyamide. It can be used in package dyeing machines, winder, softstream and jet machines.</p> <p>Sera Gal P-LP reduces problems of poor stability of dispersions and uneven penetration of liquors in high turbulence machinery.</p> <p>In addition, Sera Gal P-LP is extremely stable under alkaline dyeing conditions and therefore very suitable for dyeing polyester in the pH range of 8.5 - 9.3.</p>										

#### Dyeing of polyester yarn on package-dyeing machines under acid conditions



#### Dyeing of polyester under alkaline conditions

As well as forming conspicuous white deposits on yarn, fabrics and machinery, oligomers formed during the production of polyester may impair the liquor flow during package dyeing leading to uneven dyeing.

If the fibre is dyed under alkaline conditions, the oligomers are saponified during dyeing.

Sera Gal P-LP keeps its dispersing power at high temperatures and is effective in dispersing polyester cyclic trimer in the cooling dyebath.

However, for alkaline dyeing it is very important to control pH in the specified range.

#### Guide recipe

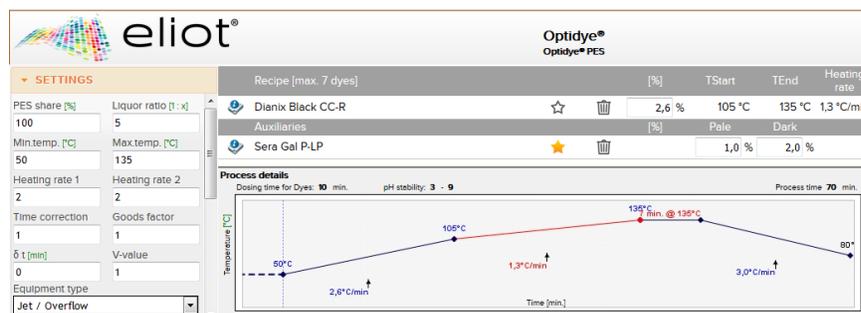
1.0 - 2.0	%	Sera Gal P-LP
2	%	buffer Diaserver AD 95, pH 9.5 - 9.3 (AD 85 pH 8.5 - 8.3)
x	%	Dianix® dyestuff
		pH 9.5
		130 °C, 45 - 60 min

DyStar Auxiliaries GmbH  
 Industriepark Höchst, Building 8 598  
 65926 Frankfurt am Main, Germany  
 Phone: +49 (0) 69 - 21 09 - 26 86  
 Fax Marketing: +49 (0) 69 - 21 09 - 76 86  
 Fax Sales: +49 (0) 6 21 - 60 - 9 56 20  
 DyStar.Auxiliaries@DyStar.com  
 www.Rotta-group.com

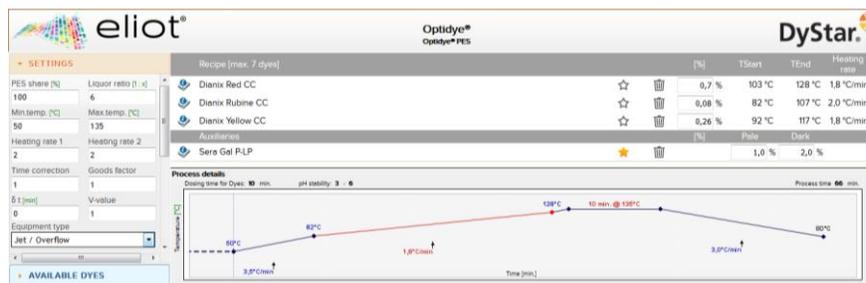
This information and our technical advice - whether verbal, in writing or by way of trials - are given in good faith but without warranty, and this also applies where proprietary rights of third parties are involved. Our advice does not release you from the obligation to check its validity and to test our products as to their suitability for the intended processes and uses. The application, use and processing of our products and the products manufactured by you on the basis of our technical advice are beyond our control and, therefore, entirely your own responsibility. Our products are sold in accordance with our General Conditions of Sale and Delivery.

## ANEXO D. CURVAS DE TINTURA OBTENIDAS EN ELIOT-OPTIDYE

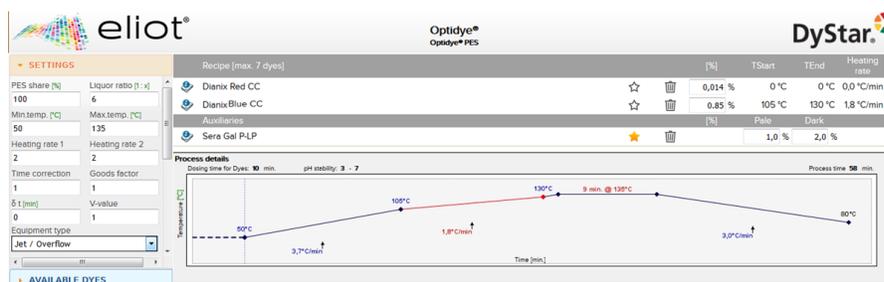
### ANEXO D1. CURVA DE TINTURA PARA COLOR NEGRO



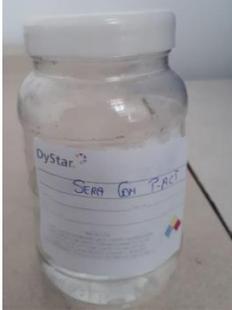
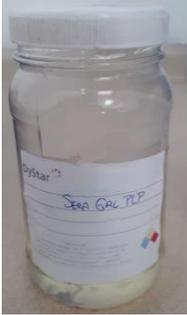
### ANEXO D2. CURVA DE TINTURA PARA COLOR ROJO



### ANEXO D3. CURVA DE TINTURA PARA COLOR AZUL ELECTRICO



**ANEXO E. PRODUCTOS EMPLEADOS EN PROCESO PROPUESTO**

<b>PRODUCTOS EMPLEADOS EN LAVADO REDUCTIVO ALTERNATIVO</b>	
<i>Sera Con P-ACT</i>	<i>Sera Gal P-LP</i>
	



## BIBLIOGRAFIA

### LIBROS

- Balart Gimero, R., Garcia Sanoguera , D., & Lòpez Martinez , I. (2004). *Tècniques Experimentales de Anàlisis Termico de polímeros* . Valencia : Editorial de la Universidad Politècnica de Valencia.
- Hollen, N. (1998). *Introducciòn a los textiles*. Mèxico: Limusa.
- Saddler Jane, L. H. (1989). *Introducciòn a los Textiles*. Mèxico: LIMUSA.
- Warring, R. H. (1988 ). *El libro practico del poliester y la fibra de vidrio* . España : Borrás Ediciones.
- BASF, Alan Cunningham. “IDENTIFICANDO CRITERIOS PARA LA TINTURA RÁPIDA DEL POLIÉSTER”.
- Bayer, W.Beckman. DESARROLLOS EN EL TEÑIDO DE LAS FIBRAS DE POLIÉSTER.
- Pesok, Melo, Juan Carlos. Introducción a la tecnología textil, D - Universidad de la República, 2012. ProQuest Ebook Central.
- Inmaculada Campoy, Felipe. Anàlisis del coportamiento termico de poliesteres cristal liquido poli (alquil-4, 4-difenol)xi tereftalatos.
- BASF. Manual de tintura y acabado de fibras de poliéster solas o en mezcla con otras fibras.
- Colorists, A. A. (2010 ). *AATCC Technical Manual* . USA : EDITORIAL COMMITTEE.
- *Blogger*. (23 de Febrero de 2013). Obtenido de Blogger: <http://thepoliestiren.blogspot.com/2013/02/el-poliester-y-todas-sus-caracteristicas.html>.

## PAGS WED

- <http://www1.dystar.com/ebusiness/datasheet.cfm?CFID=2713445&CFTOKEN=92921614&prodno=106184&substrate=2&process=6277>
- [https://eliot.dystar.com/eliot/main/eliot\\_show\\_pds.jsp?THEBROWSER=&PRINT=Y&SELECTEDTAB=0&PRINT\\_ALL=Y&PRD\\_ID=000000000010](https://eliot.dystar.com/eliot/main/eliot_show_pds.jsp?THEBROWSER=&PRINT=Y&SELECTEDTAB=0&PRINT_ALL=Y&PRD_ID=000000000010)
- <https://ebookcentral.proquest.com/utnortesp/reader.action?docID=3220991&query=fibras+de+poliester#>
- <https://eliot.dystar.com/Eliot>

## GLOSARIO

**Tejido Textil.-** Entrelazamiento de dos hilos, filamentos o fibras diversas.

**Oligómeros.-** Son partículas de bajo peso molecular las cuales se desprenden del material durante el teñido.

**Procedimiento.-** Conjunto o sucesión de pasos, para llegar a un resultado.

**Proceso.-** Serie de actividades secuenciales e interdependientes, orientadas a la consecución de un resultado, en el que se agrega valor a un insumo y se contribuye a satisfacer una necesidad.

**Tintura:** Es un conjunto de sub procesos físicos químicos que se utilizan para teñir un hilo o tejido textil.

**PES.-** Tejido en poliéster 100%

**Ácido acético.-** Líquido incoloro de fórmula  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , de olor irritante y sabor amargo.

**Dispersante.-** Mantiene la dispersión del colorante y garantiza la distribución uniforme del colorante en el baño.

**PH.-** Potencial de hidrogeno, sirve para medir o expresar la acidez y la alcalinidad de un líquido.

**Colorante.-** es una sustancia capaz de teñir fibras vegetales, animales y artificiales.

**Concentración.-** La masa de soluto, expresada en gramos, contenida de un determinado volumen de disolución, expresado en litros.

**Calidad.-** capacidad de producir bienes, productos o servicios que satisfagan las expectativas de los clientes.

**Solidez:** La estabilidad o permanencia del color de un textil teñido.



Certifico que la Señorita VERONICA PATRICIA CUCÁS PAVÓN, con cédula de ciudadanía 040163886-1, realizó las pruebas de su tesis en el laboratorio de la empresa DYSTAR- ECUADOR, utilizando la máquina de laboratorio para tinturar las muestras los días 4, 5, 11, 12, 13 y 14 del 2018, realizó las pruebas de solidez al lavado los días 24 y 25 de enero del 2019, y las respectivas mediciones en el espectrofotómetro los días 18 y 19 de febrero del 2019.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, la interesada puede hacer uso del presente documento como a bien tuviere.

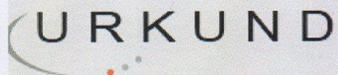
Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ximena Salazar".

DYSTAR ECUADOR S.A. LTDA.  
Ing. Ximena Salazar

Asesora Técnica y Coordinadora de Laboratorio

Quito, 19 de febrero del 2019



[Urkund] 10% de similitud – patomera22@gmail.com

report@analysis.arkund.com

### Responder a todos

18/05/2019

VERÓNICA PATRICIA CUCÁS PAVÓN

OTROS CORREOS

Documento(s) entregado(s) por: [patomera22@gmail.com](mailto:patomera22@gmail.com)

Documento(s) recibido(s) el: 18/05/2019 10:25:00

Informe generado el 18/05/2019 10:45:40 por el servicio de análisis documental de **Urkund**.

Mensaje del depositante:

---

Documento : TESISFF-APA [D182974597989498]

Alrededor de 10% de este documento se compone de texto más o menos similar al contenido de 58 fuente(s) considerada(s) como la(s) más pertinente(s).

La más larga sección comportando similitudes, contiene 159 palabras y tiene un índice de similitud de 43% con su principal fuente.

TENER EN CUENTA que el índice de similitud presentado arriba, no indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta de rigor en el documento.

Puede haber buenas y legítimas razones para que partes del documento analizado se encuentren en las fuentes identificadas.

Es al corrector mismo de determinar la presencia cierta de plagio o falta de rigor averiguando e interpretando el análisis, las fuentes y el documento original.

Haga clic para acceder al análisis:

<https://secure.arkund.com/view/18131883913-6504069-8767301523>

Haga clic para descargar el documento entregado:

<https://secure.arkund.com/archive/download/182749788-24373-72765007278910>

---