

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y TEXTIL**



**“OPTIMIZACION DE LA TINTURA DE TEJIDOS DE PUNTO  
DE ALGODÓN CON COLORANTES REACTIVOS, PARA  
UNA MEJOR RENTABILIDAD”**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO TEXTIL**

**POR LA MODALIDAD DE EXPERIENCIA PROFESIONAL**

**PRESENTADO POR:**

**ZAIDA JUANA ESTEBAN CASTRO**

**LIMA-PERU  
2007**

### **DEDICATORIA**

A mi hijo Fabricio; infundiéndote que con esfuerzo, dedicación, perseverancia y respeto se logran cumplir metas.

### **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y hermanos por su constante apoyo desinteresado, a mi esposo por su comprensión, a los miembros del jurado por colaborar conmigo en la elaboración de este informe de ingeniería.

## RESUMEN

DANUBIO SAC es una empresa del rubro textil que cuenta con tres áreas: Hilandería, tejeduría de punto y tintorería. La tintorería brinda servicio de teñido a clientes locales y a confeccionistas exportadores sobre tejido de punto tubular de algodón en un 95% de la producción total y 5% en mezcla íntima 70/30 algodón/poliéster.

Debido a las exigencias del mercado de obtener productos de calidad en el menor tiempo posible, al mejor precio y la búsqueda de ampliar nuestro mercado local al de exportaciones nos ha llevado a realizar un diagnóstico en nuestros procesos de tintura centrándonos en el proceso de teñido con colorantes reactivos, lo que nos permitirá mejorar nuestros procesos con la mejora de técnicas de trabajo, procedimientos y métodos tomando en cuenta los avances tecnológicos en tintura con colorantes reactivos, los cuales han tenido como objetivo los siguientes aspectos:

Obtener tinturas de mejor calidad (buena igualación, uniforme, solidez, etc.).

Mejora de costos operativos (mayor rentabilidad).

Perfil ecológico (especialmente para el medio acuoso).

Se considero el uso de maquinaria adecuada, de tecnología de punta, diseñada y construida bajo los 3 criterios previamente mencionados.

El informe desarrolla cada uno de los factores directos a tener en cuenta en el proceso de teñido con colorantes reactivos y otros factores como la materia prima, químicos, auxiliares, colorantes, agua etc. Asimismo la implementación del control de calidad en cada punto del proceso para garantizar un producto de buena calidad y a un precio competitivo en el mercado (menor costo posible) y en el menor tiempo posible. Cabe resaltar la importancia del color en la industria textil, por lo que el informe incluye aspectos relacionados a este tema, como la percepción del color y sistemas de color sensométricos.

## INDICE

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	EL ORGANO EMPRESARIAL.....	2
	2.1 Nombre y razón social de la empresa, dirección.....	2
	2.2 Sector al cual pertenece.....	2
	2.3 Estructura orgánica de la empresa.....	2
	2.4 Líneas de producción.....	3
	2.4.1 Hilandería.....	3
	2.4.2 Tejeduría de punto.....	3
	2.4.3 Área de Tintorería.....	4
	2.4.4 Descripción del proceso industrial.....	6
	2.5 Diagrama de las líneas de producción.....	14
	2.6 Breve reseña histórica.....	17
	2.7 Mercados.....	17
III	RELACION PROFESIONAL – EMPLEADOR.....	19
IV	TRABAJO PROFESIONAL DESARROLLADO.....	20
	4.1 Cargo desempeñado.....	20
	4.2 Tiempo de prestación de servicios.....	20
	4.3 Funciones asignadas al cargo.....	20
V	DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.....	22
	5.1 Desarrollo de los conceptos y técnicas.....	22
	5.2 Procesos previos al teñido – preparación del algodón.....	29
	5.2.1 El descruzado del algodón.....	30
	5.2.2 El blanqueo del algodón.....	36
	5.3 Tintura del algodón con colorantes reactivos.....	47
	5.4 Definición de los colorantes reactivos.....	48
	5.4.1 Propiedades de los colorantes reactivos.....	49
	5.4.2 Estructura básica de un colorante reactivo.....	49
	5.4.3 Constitución química y propiedades.....	49
	5.4.4 Tipos de colorantes reactivos.....	51

5.4.5 Solideces de la unión química colorante – fibra.....	60
5.4.6 Desarrollo en colorantes reactivos.....	61
5.4.7 Etapas del teñido.....	65
5.4.8 Parámetros de control.....	67
5.5 Desarrollo del tema.....	70
5.5.1 Tecnología del proceso.....	70
5.5.2 Caracterización de la materia prima y los colorantes.....	71
5.5.3 Descripción general del proceso .....	74
5.5.4 Química del proceso.....	82
5.5.5 Identificación de los problemas involucrados en el Proceso.....	84
5.5.6 El laboratorio de tintorería.....	90
5.5.7 Normas técnicas de solidez.....	106
5.5.8 Costos de producción.....	114
5.6 Mejoras en el proceso e innovación tecnológico de maquinas de Teñido.....	129
5.6.1 Mejoras en el proceso.....	129
5.6.2 Reformulación por variación de lote.....	136
5.6.3 Colorantes – selección de colorantes.....	138
5.6.4 Curvas de teñido.....	143
5.6.5 Maquinaria.....	150
5.6.6 Implementación del sistema de control de calidad en el Proceso.....	161
5.6.7 Costos – estudio económico de la reestructuración.....	163
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	182
VII BIBLIOGRAFIA.....	184
VII APENDICE.....	185
8.1 Medio Ambiente.....	186
8.2 Referidos a la producción.....	192
8.3 Layout de la empresa.....	197
8.4 Documentos probatorios.....	201

## INDICE DE CUADROS

Cuadro II-1: Parque de maquinas de tejido de punto.....	3
Cuadro II-2: Distribución de personal del área de tintorería.....	4
Cuadro II-3: Parque de maquinas de teñido.....	5
Cuadro II-4: Tiempo de centrifugado por articulo.....	6
Cuadro II-5: Encogimientos y revirados por artículos.....	13
Cuadro V-1: Clasificación del algodón según su longitud.....	25
Cuadro V-2: Composición del algodón.....	28
Cuadro V-3: Porcentaje de cenizas.....	28
Cuadro V-4: Descruzado con soda cáustica.....	34
Cuadro V-5: Efecto de estabilización de la solución de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	43
Cuadro V-7: Nivel de contaminación del algodón por cosecha.....	84
Cuadro V-8: Parámetro del agua para tintorería.....	87
Cuadro V-9: Longitud de onda del espectro visible.....	94
Cuadro V-10: Solideces a la luz con sudor de los colorantes reactivos mas conocidos.....	107
Cuadro V-11: Solideces a la luz con sudor de las tricromías reactivas Mas conocidas.....	107
Cuadro V-12: Grados de Solidez.....	109
Cuadro V-13: Producción promedio de tela procesada.....	114
Cuadro V-14: Costo de agua por maquina.....	115
Cuadro V-15: Costo de mano de obra por maquina.....	116
Cuadro V-16: Resumen de costo de vapor por maquina.....	118
Cuadro V-17: Costo de energía eléctrica por maquina.....	119
Cuadro V-18: Costos indirectos de fabricación.....	120
Cuadro V-19: Resumen costo de proceso-actual.....	127
Cuadro V-20: Utilidad promedio actual.....	128
Cuadro V-21: Preparación del algodón actual y mejorado.....	129
Cuadro V-22: pH superficial versus pH interno .....	137
Cuadro V-23: Tabla de comparación de consumo de colorantes.....	141

Cuadro V-24: Comportamiento de los tejidos según la maquinaria.....	150
Cuadro V-25: Características de la maquinaria seleccionada.....	155
Cuadro V-26: Producción promedio de tela procesada con innovación de maquinaria.....	168
Cuadro V-27: Costo de agua con innovación de maquinaria.....	169
Cuadro V-28: Costo de mano de obra con innovación de maquinaria.....	170
Cuadro V-29: Costo de vapor con innovación de maquinaria.....	171
Cuadro V-30: Costo de energía eléctrica con innovación de maquinaria.....	172
Cuadro V-31: Costos indirectos de fabricación con innovación de maquinaria..	173
Cuadro V-32: Resumen: Costo de proceso con cambio de colorante.....	178
Cuadro V-33: Utilidad promedio con el cambio de colorantes.....	179
Cuadro V-34: Resumen costo de proceso con cambio de colorante e innovación de maquinaria – propuesto.....	180
Cuadro V-35: Utilidad promedio con el cambio de colorante e innovación de maquinaria – propuesto.....	181
Cuadro VIII-1: Categoría de polución de los productos de tintura.....	187
Cuadro VIII-2: Densidad del cloruro de sodio.....	193
Cuadro VIII-3: Densidad del sulfato de sodio.....	194
Cuadro VIII-4: Solidez de los colorantes everzol ED.....	195
Cuadro VIII-5: Electrolito y álcali para la tintura con reactivos.....	196



## I. INTRODUCCION

En el desarrollo de este trabajo se combinaron métodos de administración, esfuerzos de mejoramiento, habilidades técnicas especializadas, todo ello en una estructura orientada a mejorar constantemente todos los procesos del área de tintorería y como consecuencia obtener un producto acabado cada vez de mejor calidad. Por supuesto que esto requiere de compromiso, disciplina y esfuerzo continuo.

En cuanto a gestión de calidad depende de todo el personal e involucra a todos los trabajadores con una filosofía de mejora constante.

La competencia de los países asiáticos y el exceso de capacidad instalada en nuestro continente han producido una baja en los precios con la consiguiente contracción de los márgenes de ganancia, lo cual impone la necesidad de mantener grandes volúmenes de producción que permita mantener un nivel de precios aceptable por el mercado y un margen de ganancia razonable.

Los factores mencionados son en parte compensados por las ventajas relativas que presenta el Perú frente a sus competidores. Los mas importantes se refiere a la calidad del algodón que se produce localmente, el que goza de reconocimiento internacional y el relativo bajo costo de la mano de obra

Por lo expuesto, DANUBIO S.A. necesita realizar una innovación tecnológica de maquinarias, para poder mantener su mercado y seguir creciendo.

Durante la gestión como jefe de tintorería de la empresa **DANUBIO S.A.** se tuvo la clara misión de desarrollar, producir y comercializar tela de la mejor calidad posible, cubriendo los requerimientos y exigencias del cliente, ganando de esta manera lealtad. Esto se realizo en un ambiente interno de confianza, motivación y trabajo en equipo, con propósitos comunes, con la colaboración decidida de los proveedores y con un comportamiento social de acuerdo con los principios éticos y moral.

## II. EL ORGANO EMPRESARIAL

### 2.1 Nombre y razón social de la empresa. Dirección.

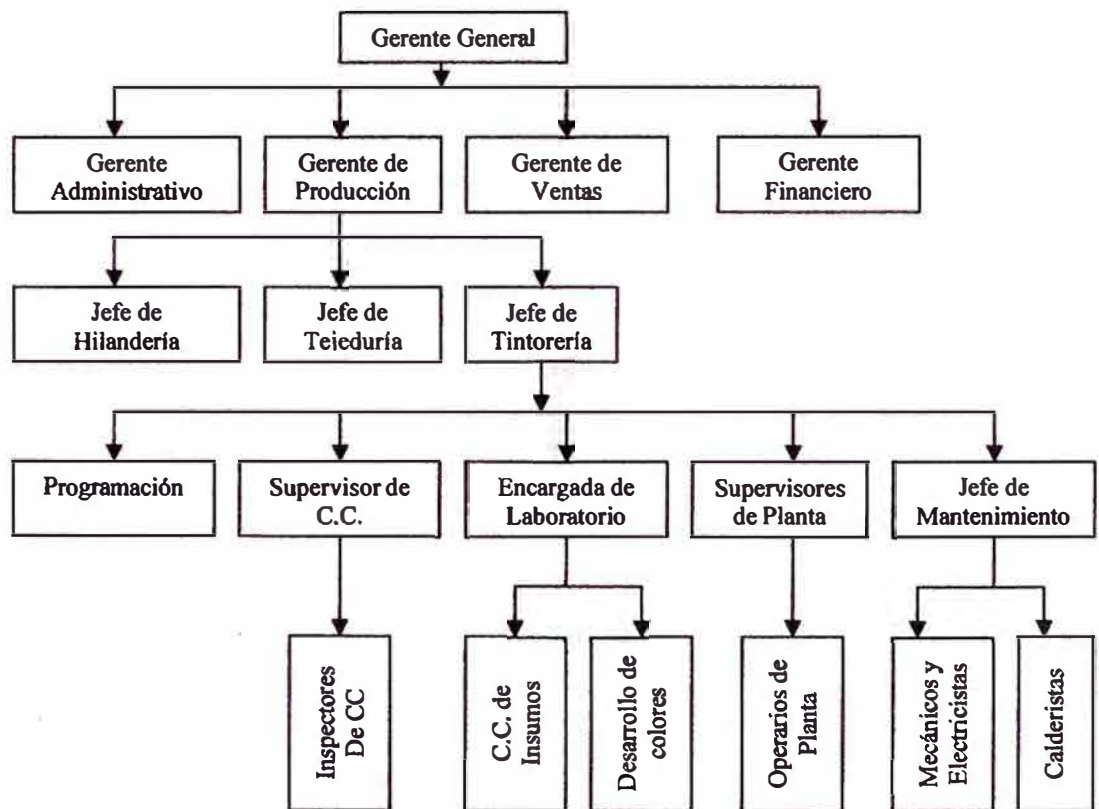
DANUBIO S.A.

Avenida San Alfonso 399 Santa Clara – Ate Vitarte

### 2.2 Sector al cual pertenece.

Manufactura textil.

### 2.3 Estructura Orgánica de la Empresa.



## 2.4 Líneas de Producción.

DANUBIO S.A. es una empresa que cuenta con tres áreas de producción.

### 2.4.1 Hilandería.

De algodón 100% y mezclas de algodón/poliéster 70/30.

Hilan por continua de anillos y por rotores.

El título promedio que manejan es 30/1 Ne.

Producción mensual. 250 tn.

El 50% de la producción se comercializa como hilado y el 50% como tela acabada.

### 2.4.2 Tejeduría de Punto.

Cuenta con 14 circulares, en las cuales se producen artículos como: jersey, franelas, pique, rib, etc. en los anchos y densidades requeridas por el cliente.

Cuadro N° II-1:  
PARQUE DE MAQUINAS DE TEJIDO DE PUNTO

# de maquinas	Modelo	Galga	Diámetro del cilindro	# de alimentadores	Observaciones
4	TONGTEX	28	30	96	
3	VANGUARD	28	30	96	
3	TEXTIMA	20	30	96	
2	MONARCH	24	30	96	
1	RIPERA	18	30	60	Se teje rib normal y/o rib lycrado
1	VANGUARD	24	19		Para telas con ancho acabado máx. 60 cm. Y min. 40 cm.

Producción mensual: 100 tn.

Cabe señalar que la diferencia de requerimiento en tejido se realiza por servicio de terceros.

### 2.4.3 Área de Tintorería.

En esta área las líneas de producción son muy variables depende mucho del tipo de acabado que se le da a la tela; o sea del mercado al cual se dirige.

Producción mensual: **135 616,00 Kg.**

#### Tunos de trabajo:

2 turnos de 12 horas cada uno, rotativo semanalmente y 26 días al mes

#### Personal:

Cuadro II-2:  
DISTRIBUCION DE PERSONAL DEL AREA DE TINTORERIA

<b>Laboratorio:</b>		
Asistente de laboratorio	1	ing. químico
Analista químico	1	ing. químico
Auxiliar de formulación	1	ing. textil
<b>Programación</b>		
Programador	1	Técnico en programación
<b>Control de Calidad</b>		
Supervisor de CC	1	Técnico Senati
Inspector de CC	2	operarios
<b>Planta</b>		
Supervisor de planta	2	Ing. Textil
Preparador	2	Operario
Pesador(insumos)	2	Operario
Tintorero	6	Operario
Ayudante tintorero	2	Operario
Centrifugador	4	Operario
Secador	4	Operario
Planchador	4	Operario
Compactador	2	Operario
Perchador	2	Operario
Ayudante perchador	2	Operario
Despacho (prod. Acabado)	2	Operario
Volante	2	Operario
<b>Mantenimiento</b>		
Jefe de mantenimiento	1	Técnico senati
Calderista	2	Técnico senati
Mecánico electricista	1	Técnico senati
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	

**Maquinaria:**

Cuadro II-3:  
PARQUE DE MAQUINAS DE TEÑIDO

Nº de maquina	Tipo de maquina	Relación de baño	Capacidad (Kg.)	Tipo de calentamiento	Presión máxima
1	Barca	1/20	200	Vapor directo	1 atm.
2	Barca	1/20	200	Vapor directo	1 atm.
3	Barca	1/20	200	Vapor directo	1 atm
4	Atik	1/12	140	Vapor indirecto	1 atm
5	Over flow	1/10	320	Vapor indirecto	
6	Over flow	1/10	320	Vapor indirecto	

**Sistema de funcionamiento de las barcas de torniquete.**

Se trabaja con el material en movimiento y el baño en reposo, no se obtiene buena calidad en el teñido, especialmente en tejidos pesados.

**Características:**

- Baño estático.
- Flujo de vapor directo (incrementa la relación de baño y posible contaminación con algunos productos, por arrastre de vapor).
- El control de agua es manual.
- El control de temperatura es manual.
- La tela se mueve con ayuda del molinete, y esta tiene una velocidad constante para todo tipo de telas.

**Dificultades en la operación en barcas:**

- Control manual de la entrada de vapor.
- Control de desagüe manual.
- Presencia de óxidos, generados por la antigüedad de las maquinas.
- No se pueden emplear colorantes que presenten una alta afinidad y baja migración, por que se obtendrían tinturas desiguales.

- Por lo tanto, dadas las actuales condiciones de competitividad, no resulta rentable contar con estas maquinas, ya que requieren de relaciones de baño muy altas (1/20) (1 kilo de tela en 20 litros de agua) lo cual incrementa el costo de teñido, por el mayor consumo de auxiliares, vapor y agua.

### **2.4.3 Descripción del proceso Industrial.**

#### **Preparación**

En esta operación la tela es preparada para ingresar al teñido, se dan dos operaciones básicas:

a.- INVERTIDO.- El tejido tubular debe ser volteado para ser teñido por el revés para proteger la cara de los maltratos por proceso.

Este se realiza en la maquina invertidora Sperotto Rivar, a través de un sistema de corriente de aire controlado por válvulas neumáticas, carga y revierte el tejido al mismo tiempo. Para el polvillo que se genera en la maquina se cuenta con un sistema de colección de polvo que son filtros sustituibles.

b.- PLEGADO.- En esta operación la tela invertida es plegada y a la vez se unen puntas de rollos diferentes para tener la longitud correcta de la cuerda en el proceso de teñido.

#### **Lavado.**

Tiene por finalidad, eliminar las impurezas superficiales del tejido, así como los aceites provenientes de la tejeduría.

Se realiza en un baño de agua blanda, un detergente y desengrasante (con propiedades emulsionantes) a una temperatura de 70 a 80°C por un tiempo de 30 a 40 minutos.

#### **Descrude.**

El objetivo de este proceso es la remoción de las impurezas naturales que trae consigo el algodón (grasas, cascarilla, pectinas, etc.) y las adicionadas a ella como son los insecticidas, plaguicidas, fungicidas etc. Es un proceso más enérgico que el lavado.

**Blanqueo.**

Aquí se eliminan las impurezas coloreadas del algodón, puede realizarse en simultáneo con el descrudado (dependiendo del requerimiento posterior).

**Eliminación del peroxido residual**

El peroxido de hidrogeno gana cada vez mas terreno en el proceso de acabados textiles debido a su buena tolerancia ecológica. Sobre todo, si se tiñe tras el blanqueo con peroxido de hidrogeno, se debe asegurar, que no quede absolutamente ningún resto de peroxido en el textil a teñir. De lo contrario, en el caso de colorantes sensibles a la oxidación se puede llegar a fuertes alteraciones de matiz.

Una posibilidad de eliminar restos de  $H_2O_2$  es utilizando varios enjuagues entre blanqueo y teñido, ocasiona elevados consumos de agua y tiempo.

La otra posibilidad es el empleo de un medio de reducción inorgánico, este método conduce a altas cargas de sal en las aguas residuales, pues la reacción: medio de reducción – peroxido transcurre en un campo estequiometrico; se necesita de un enjuague antes del teñido por que las sales formadas perjudican el proceso de tintura

Hoy en día con las catalasas es posible un proceso de reducción, rápida y segura. La catalasa cataliza la descomposición del peroxido de hidrogeno descomponiéndolo en oxigeno y agua, según el principio conocido de llave – cerradura. No se debe temer de reacciones secundarias con los colorantes o con el sustrato. Las catalasas no disponen de secuencias de aminoácidos, que puedan reaccionar con los colorantes, por ello se comporta inerte químicamente frente a todo tipo de colorantes. De ello se deduce que se puede comenzar con el teñido inmediatamente después de acabada el proceso de eliminación del peroxido residual, sin tener que vaciar el baño.



- Los productos de reacción no tienen ningún problema para el medio ambiente.

- La enzima como acompañante de la reacción no se gasta.
- No se da ninguna carga de sal al agua residual.

Las catalasas muestran una buena actividad en un intervalo de temperatura de 30°C o mas bajos hasta 70°C y un campo de pH de 6 hasta 10.

### **Descrudado y blanqueado en simultáneo**

Los procesos simultáneos efectuados a temperaturas ligeramente mayor a 100°C con detergentes que no vean mermada su calidad, nos dan resultados eficientes inclusive mejores a los procesos tradicionales.

### **Neutralizado**

Para procesos posteriores se requiere que el tejido se encuentre a pH neutro, esto se consigue con acido acético glacial. 0.5 gr./lt aproximadamente a 50°C por 15 minutos. Esto debido a que el blanqueo y descruce se realiza a pH alcalino.

### **Teñido.**

Esta es la etapa mas compleja del proceso húmedo, la calidad de la tintura depende del equipamiento empleado, la formula especifica, los colorantes seleccionados, los auxiliares, calidad de los químicos, la calidad del agua y la precisión operativa del tintorero.

Para el desarrollo de color se trabaja con dos tipos de colorantes: directos, para colores claros o pasteles y reactivos para colores medios y oscuros.

En ocasiones cuando la calidad del algodón lo permite se hacen teñido y blanqueo en simultaneo, previa selección de colorantes directos que no sean sensibles al peroxido de hidrogeno.

### **Jabonado**

Es un proceso posterior al teñido con colorantes reactivos, realizándose este una o dos veces, para la eliminación del colorante superficial en el tejido que no ha reaccionado con la fibra, se efectúa a pH 7, a 98°C 15 minutos aproximado con un secuestrante/dispersante, como el sequion M500, globosperce CO, Dekol SN etc. A una concentración de 1 gr/Lt a 2 gr/Lt dependiendo de la intensidad del color.



**Suavizado.**

El tejido crudo tiene aceite y grasas naturales que le dan al material un tacto suave. Estos han sido eliminados durante el proceso previo; por tal motivo al finalizar la tintura es necesario devolverle esta suavidad a la tela.

**Color blanco:**

Suavizante no iónico.....3 a 4%  
 pH.....4.5 a 5  
 Temperatura.....40°C  
 Tiempo..... 15 a 20 min.

**Colores oscuros, medios y claros:**

Suavizante cationico.....3 a 4%  
 PH.....4.5  
 Temperatura.....40°C  
 Tiempo..... 15 a 20 min.

En ocasiones no se llega a satisfacer los requerimientos de calidad de suavizado, entonces se hace necesario el uso de micro emulsión de siliconas.

**Centrifugado.**

Es la operación por la cual se elimina el agua del material teñido y se realiza en la centrifuga.

Cuadro II-4:  
 TIEMPO DE CENTRIFUGADO POR ARTÍCULO

N° de centrifuga	Capacidad (kilos de material seco)	Tiempo de centrifugado	
		Art. Liviano (Ejm. Jersey)	Art. Pesados (Ejm. Franela)
1	80 ( 4 rollos)	4 minutos	9 minutos
2	80 ( 4 rollos)	4 minutos	9 minutos

Funciona con un motor de 16 HP y 2000 RPM

Esta maquina esta compuesta por una celda perforada de acero inoxidable, montada sobre un eje central y mantenida dentro de una envoltura de acero.

El tejido húmedo se coloca dentro de la cesta y es sometida a una rápida rotación, lográndose una presión centrífuga que lanza al tejido contra la pared interna de la cesta; el exceso de agua pasa a través de las perforaciones y se elimina mediante un desagüe.

Después del proceso húmedo, los tejidos teñidos tienen un pick up de aproximadamente 200% (humedad relativa del tejido en función a su peso en crudo) y después del centrifugado el tejido queda con un pick up del 40% aproximado.

### **Secado.**

Tiene por objetivo eliminar controladamente la humedad residual del tejido, se cuenta con 2 secadoras de tubos verticales una de 4 tubos y otra de 8 tubos, cada uno de los cuales comprende de un ventilador que funciona con un motor de 15 HP y de 2000 RPM; el aire que ingresa a este ventilador es calentado por un sistema de intercambiadores de calor de tubos en paralelo, y posteriormente este aire caliente es enviado a un tubo horizontal sobre el cual se encuentran los tubos verticales perforados por donde el aire caliente entra en contacto directo con el tejido húmedo. La transmisión de calor es por conveccion, dejando una humedad residual de 15 – 8%.

Tiempo de secado:

Artículos livianos.....40 min.

Artículos pesados.....50 min.

### **Planchado – Calandrado**

Esta operación se realiza pasando el tejido por rodillos de alta temperatura, con vapor directo, a presión controlada, con el fin de conseguir un aplastamiento de los hilos que conforman el tejido, en virtud del cual se adquiere una superficie lisa que refleja mejor luz y por lo tanto mayor brillo.

La maquina consta de dos cilindros pesados montados verticalmente en un sólido bastidor, los cilindros son calentados con vapor.

El ancho de la tela se dimensiona mediante un bastidor regulable.

Esta maquina opera con un motor de 3 HP y 1500 RPM.

### **Perchado.**

Es un acabado de acción superficial, mecánico y de acción permanente o durable.

El perchado se realiza gradualmente a fin de que la fibras formen una superficie desenredada y alzada al entrar el tejido en contacto con las cardas metálicas.

La maquina consta de las siguientes partes:

- Rodillos alimentadores.
- Rodillos de tensión.
- Rodillos precalentados.
- Rodillos de superficie adhesiva.- estas alimentan al tejido.
- Gran cilindro central.- en cuya superficie van colocados los rodillos trabajadores o superficies cardantes, los rodillos pelo y los contrapelo son colocados alternadamente. Los rodillo (P) están doblados en el sentido que lleva la tela y los (CP) están doblados en sentido contrario a lo que lleva la tela
- Escobillas limpiadoras.- estas siempre giran en el sentido que tienen doblada la púa del rodillo trabajador para que haga una labor de peinado y saque las impurezas.

### **Compactado.**

El objetivo principal del compactado es darle estabilidad dimensional al tejido.

En los procesos húmedos como la tintura, el tejido sufre un encogimiento y para el transporte dentro de las maquinas se necesita tensiones, estas tensiones aplicadas al tejido no se consiguen compensar en los procesos posteriores convencionales como el secado y calandrado. La compactadora SANTEX tiene dos unidades de compactación, una para cada capa del tejido, logrando el control mecánico del encogimiento por el deslizamiento de los hilos.

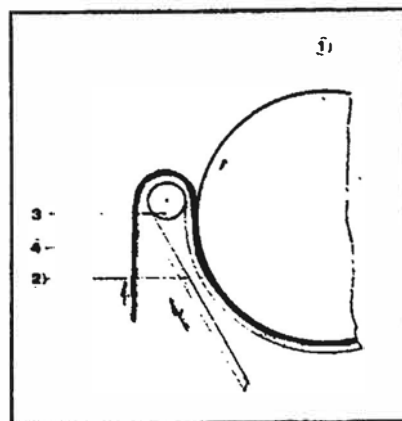
La compactación del tejido aprovecha la diferencia entre la mayor velocidad del tejido a la entrada, respecto a la menor velocidad de salida.

Los elementos principales de la maquina son:

- Compactación, calandrado con fieltros y cilindros de acero.
- Salida opcional del tejido en rollo o plegado con presión de hasta 200 Kg.
- Abridores automáticos para un fácil control del ancho del tejido.
- Sistemas de sobrealimentación y vaporización intensiva.
- Enfriamiento del tejido a la salida de la maquina.

Figura II-1:

COMPACTACION SIMPLE



- 1 = Cilindro de acero calentado con vapor  
 2 = Cinta de fieltro sin fin  
 3 = Contrarrodillo para guiar la cinta de fieltro y transportar el tejido a la zona de encogimiento  
 4 = Tejido de punto

Uno de los factores principales para determinar y controlar el grado de encogimiento del tejido acabado es el contenido de humedad del material al entrar en la zona de compactación.

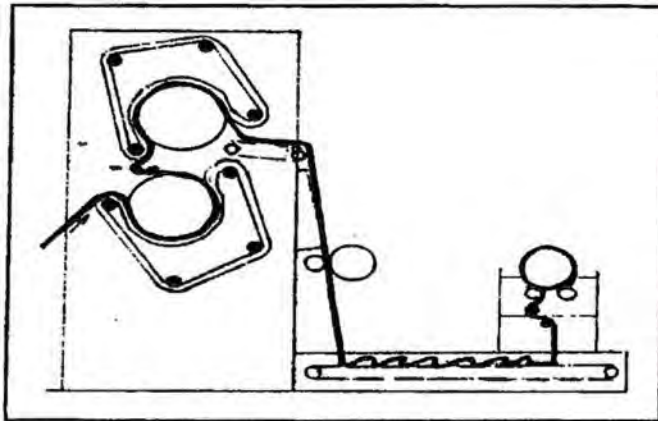
En la práctica se necesita como mínimo un 10% de humedad sobre el tejido si se quiere garantizar la duración del efecto de encogimiento y por consiguiente la estabilidad dimensional.

El sistema de doble compactación está constituido por dos paños de compactación dispuestos verticalmente tal como muestra.

La doble compactación aumenta el potencial de encogimiento de la unidad. La segunda pasada de compactación aumenta el efecto de encogimiento en un 25%

respecto a la primera pasada. Tras la segunda pasada hay un dispositivo de enfriamiento que ejerce un efecto de fijación.

Figura II-2:  
DOBLE COMPACTACION



Este sistema es necesario para los tejidos tubulares y los tejidos de doble cara, en los que precisa el mismo aspecto en ambos lados.

#### **Ventajas del Compactado:**

- Facilita los procesos posteriores como la estampación, corte y confección manteniendo la estabilidad dimensional.
- Una vez confeccionada la prenda, garantiza la calidad, especialmente evitando su encogimiento y revirado.

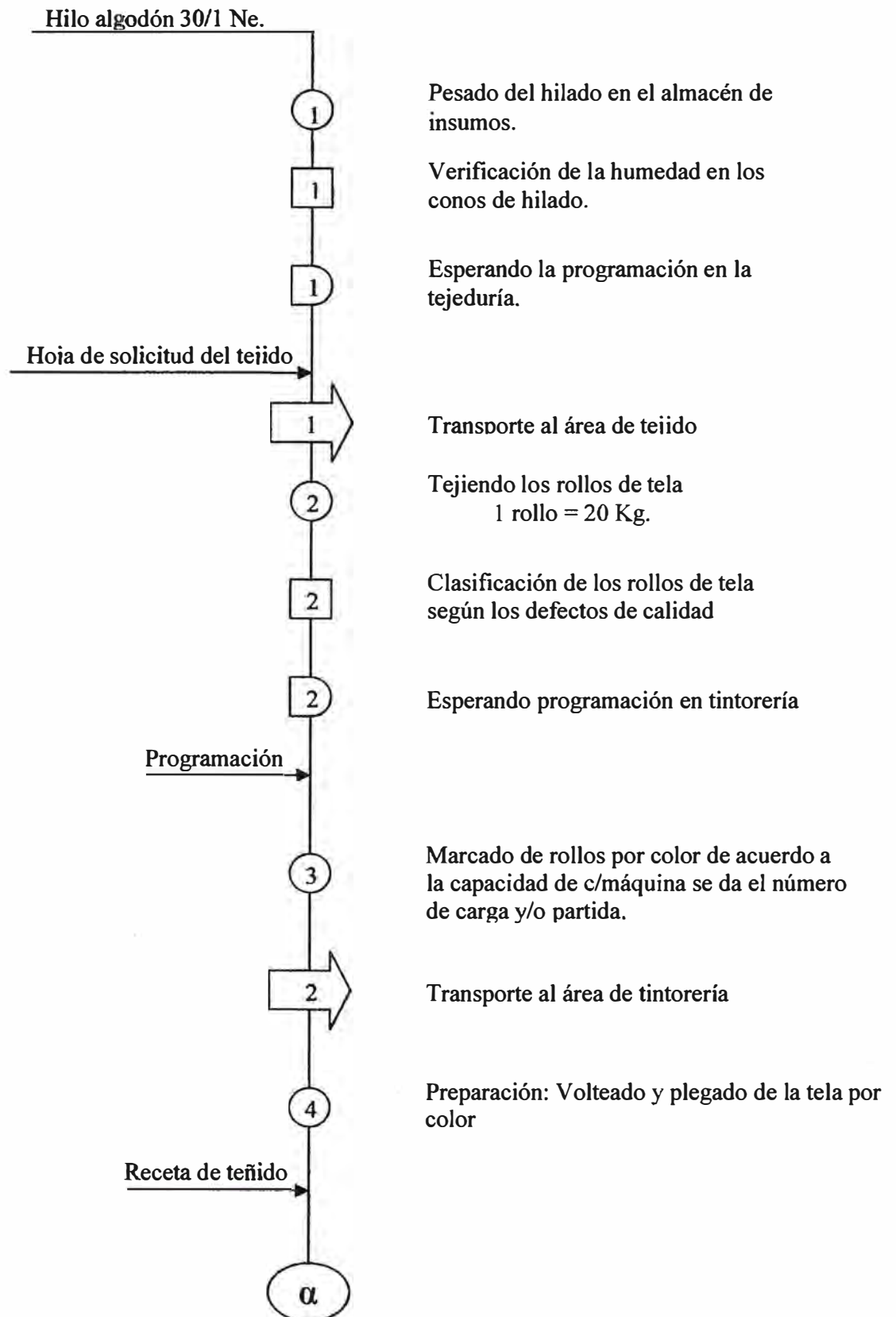
El encogimiento requerido por confeccionistas exportadores es 5X5, pero en la práctica es muy difícil conseguirlo; aquí algunos datos que se dan en la práctica:

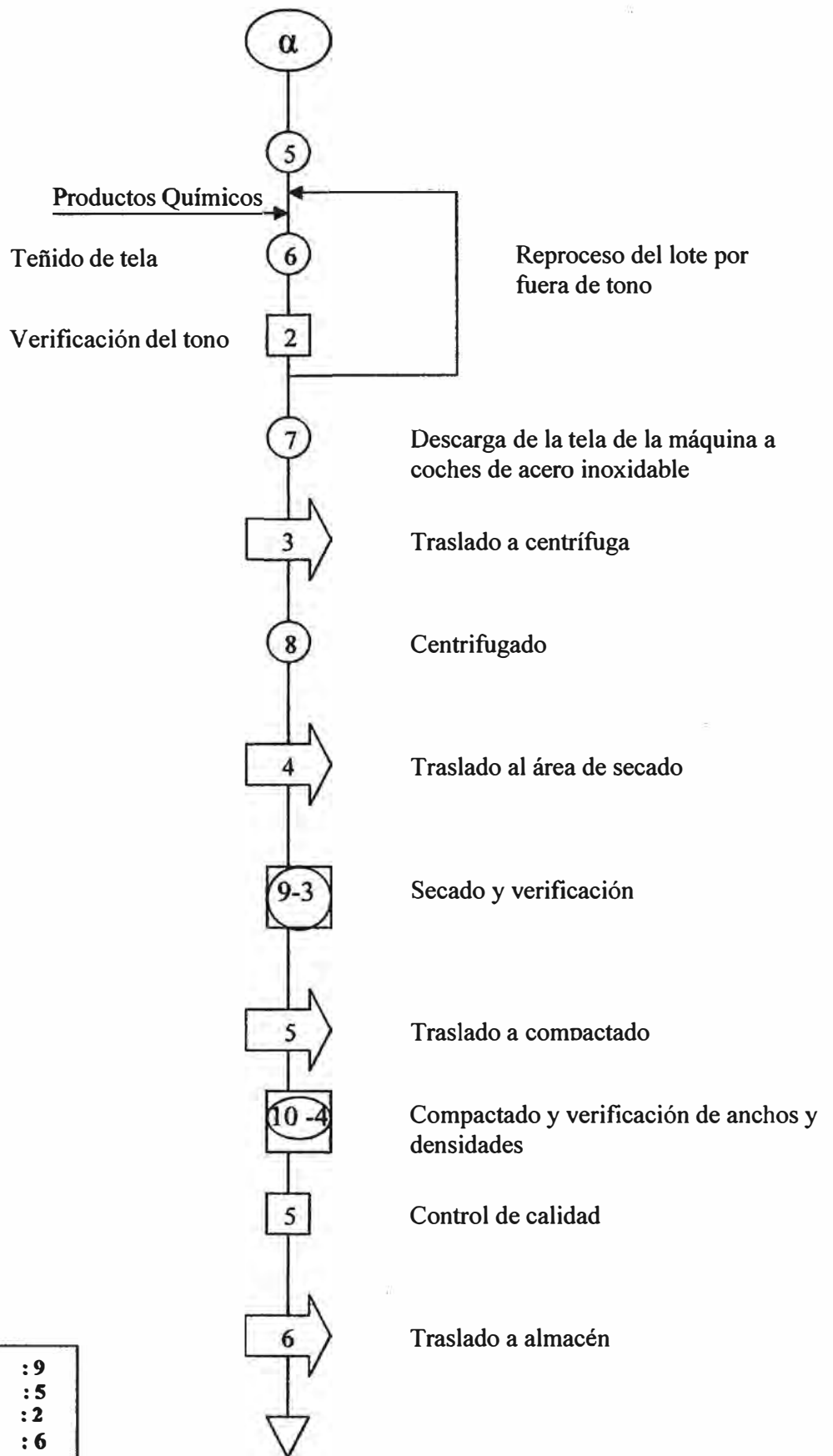
Cuadro II-5:  
ENCOGIMIENTOS Y REVIRADOS POR ARTICULOS.

Artículo	Encogimiento(%)	Revirado (%)
Jersey 20/1	5X5	1
Jersey 30/1	6X6	1
Jersey 40/1	7X7	1.5
Franelas 20/1 y 24/1	6X6	1
Gamuza 30/1	6X6	1
Gamuza 50/1	7X7	1.5
Rib normal 20/1	5X5	1
Rib normal 24/1	6X6	1

## 2.5 DIAGRAMA DE LAS LINEAS DE PRODUCCION

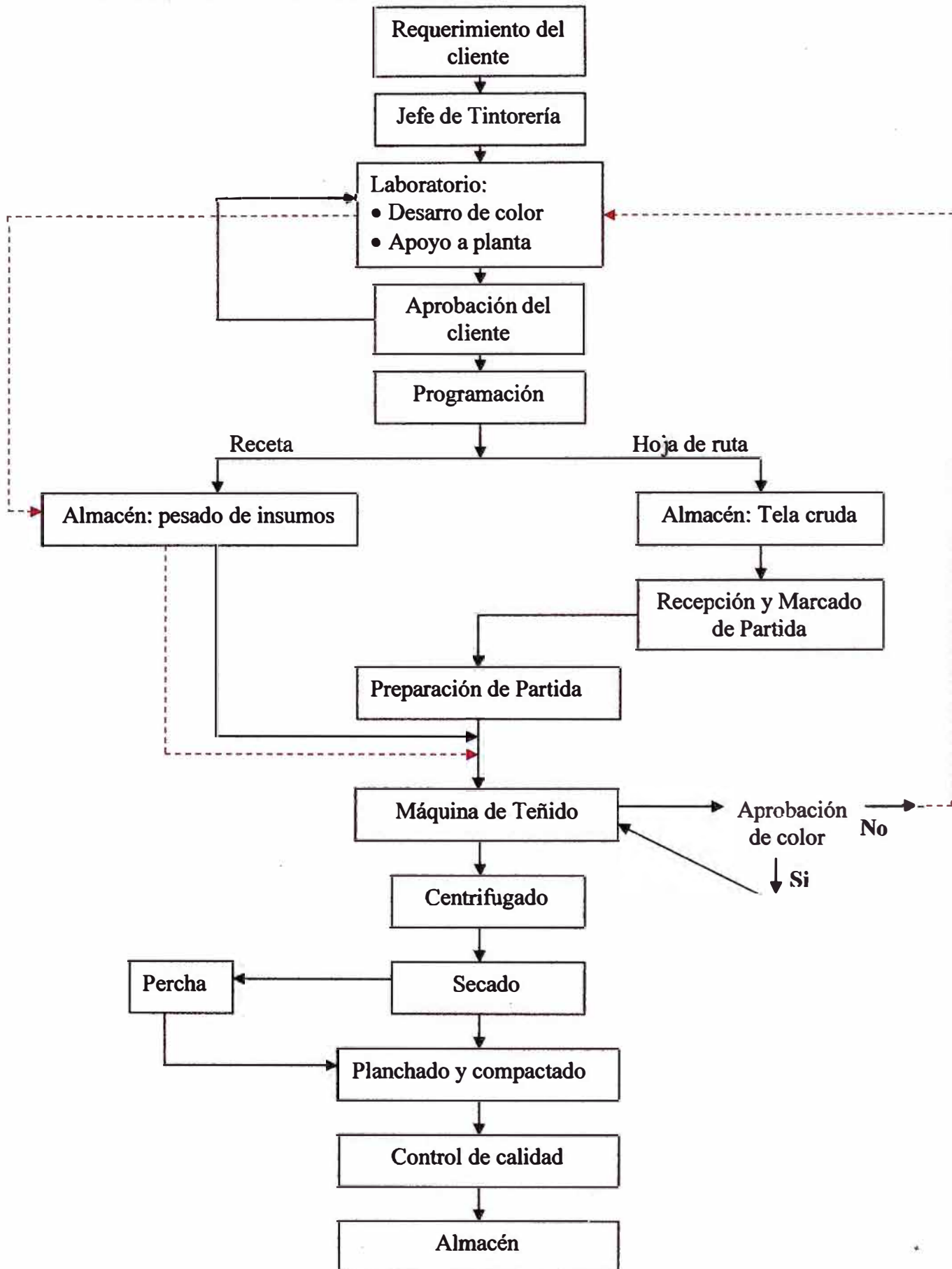
### 2.5.1 Diagrama de operaciones en el área de tejido, tintorería y acabados.





<b>Operación</b>	<b>: 9</b>
<b>Inspección</b>	<b>: 5</b>
<b>Demora</b>	<b>: 2</b>
<b>Transportes</b>	<b>: 6</b>

### 2.5.2 Diagrama de flujo del proceso de teñido





## **2.6 Breve Reseña Histórica.**

La empresa **DANUBIO S.A.** fue constituida en 1995 con capitales extranjeros y nacionales, se encuentra regida por la ley de sociedades mercantiles y de acuerdo a su clasificación su ubicación sería con el CIIU 171100 el cual nos indica que es una industria manufacturera en el sector Textil.

Originalmente se concibió con la única idea de producir hilados de algodón cardados por continua de anillos para el mercado local, situación que al día de hoy a cambiado ya que no solo se cuentan con la línea de anillos, sino; que adicionalmente se instaló una línea de proceso de hilatura por Open End.

Producen entonces hilados de algodón y algodón poliéster en mezcla 70/30, tanto para el mercado local como para exterior.

Durante el segundo semestre de 1999 el nuevo reto de los accionistas fue el de la verticalización el cual consistiría en no solo la producción de hilados, sino también tejeduría de punto y TINTORERÍA para exportar el producto final.

## **2.7 Mercados**

Como es de conocimiento general, el mercado de la industria textil y de confecciones es altamente competitivo, ya sea en el mercado local o exterior lo que nos obliga a ser cada vez mejores, reducir los costos de producción, mejorar nuestra calidad, incrementar nuestra producción, etc.

Danubio SA se inicia atendiendo a clientes locales, posteriormente su producción se inclina a confeccionistas exportadores entre ellos: Rhin Textil, Inti Top, Modas Diversas del Perú y Samitex. Por otro lado exporta tela acabada a Venezuela, Ecuador y Colombia en artículos como franela 24/1 10/1 y gamuza pima 50/1, todos en teñido reactivo.

La gráfica II-3 muestra en forma porcentual la tendencia de los mercados que trabaja la empresa y en la gráfica II-4, la situación del mercado local frente al internacional.

Figura N° II-3:  
MERCADOS DE DANUBIO S.A.

Países	Venezuela	Ecuador	Colombia	Perú
% Ventas	15	10	5	70

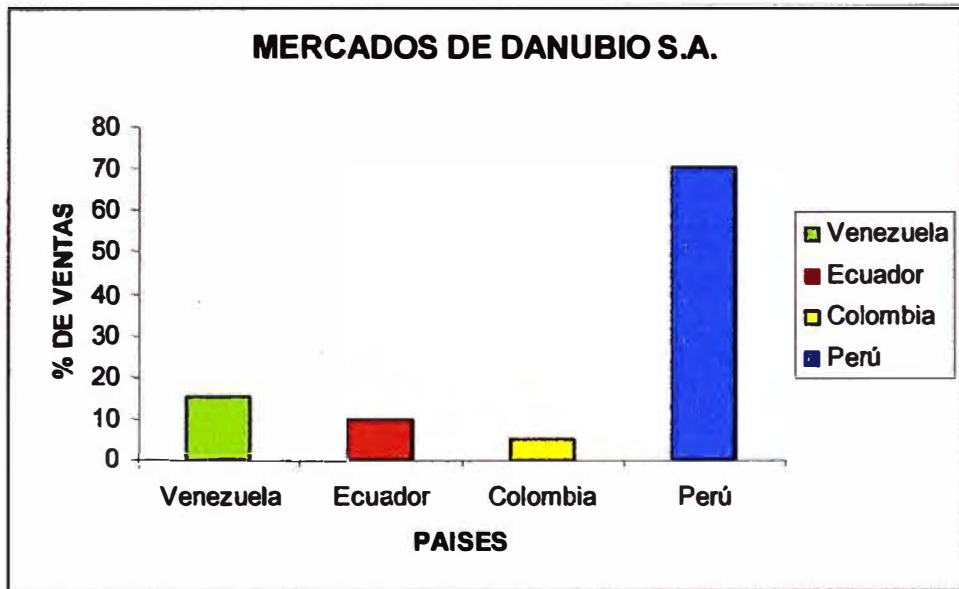
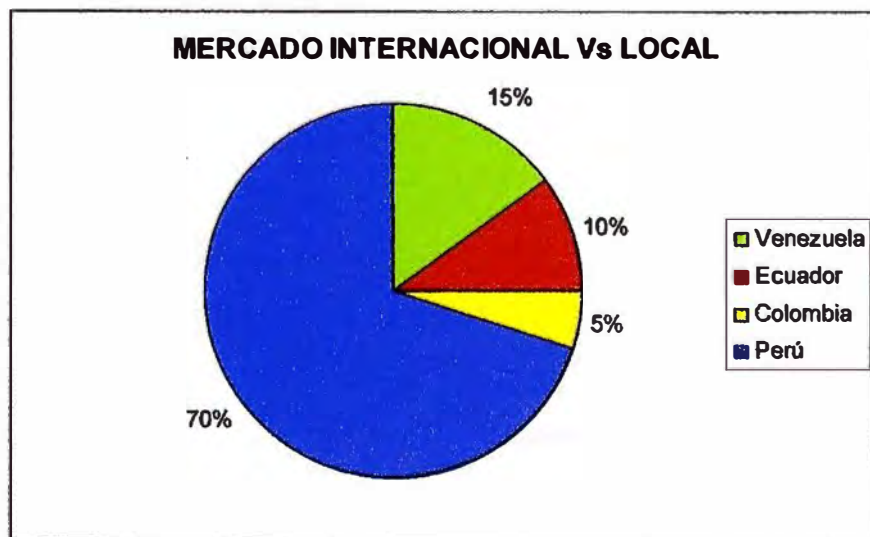


Figura II-4  
MERCADO INTERNACIONAL Vs. LOCAL

Países	Venezuela	Ecuador	Colombia	Perú
% Ventas	15	10	5	70



### **III. RELACION PROFESIONAL – EMPLEADOR**

#### **3.1 Condiciones de la relación laboral.**

Estable (en planilla).

#### **3.2 Documentos probatorios**

Copia de: Boleta de pago: abril del 2000

Boleta de pago: mayo del 2007

## **IV TRABAJO PROFESIONAL DESARROLLADO**

### **4.1 Cargo desempeñado: Jefe del área de tintorería.**

### **4.2 Tiempo de prestación de servicios: 6 años**

Marzo del 2000 a mayo del 2006

Otros:

Función: Apoyo horizontal

Reporta a: Gerencia de producción

Gerencia general

Coordina con: Gerencia de producción

Gerencia de ventas

Recursos humanos

Todas las jefaturas de área

### **4.3 Funciones asignadas al cargo**

#### **4.3.1 Funciones directivas:**

- Dirigir la producción del área de tintorería.
- Programar y/o ordenar la actualización de recetas y desarrollo de colores para los programas de producción, de acuerdo al tipo de material, esto se proyectaba de acuerdo al avance de producción que empieza en la hilandería.
- Establecer mejoras en los procesos, en muchos casos empezando desde la formulación y/o reformulación en el laboratorio y continuar con seguimiento en planta.
- Dirigir los procesos en desarrollo, hasta que estos queden estandarizados.
- Llevar el control de la producción.
- Llevar el sistema de costos (el programa estaba en visual fox pro)
- Atender los reclamos y requerimiento de los clientes.
- Aprobar el programa de trabajo y los compromisos de entrega.
- Decidir la compra de auxiliares, químicos, colorantes, etc.

- Controlar el consumo y abastecimiento de petróleo para el caldero.
- En coordinación con el jefe de mantenimiento, programar el mantenimiento de máquinas, caldero y/o de la planta en general.

#### **4.3.2 Funciones de coordinación.**

- Coordinar con gerencia de ventas los requerimientos e inquietudes de los clientes.
- Coordinar con gerencias de producción los desarrollos de producto, dependiendo de las solicitudes del área de ventas.
- Coordinar con las jefaturas de Hilandería, tejedura, logística el abastecimiento de insumos para tintorería.
- Coordinar con recursos humanos, con respecto al personal.

#### **4.3.3 Funciones con el personal.**

- Coordinar y programar la capacitación, evaluación y motivación del personal de tintorería, estas podrían ser realizadas por los supervisores, personal del laboratorio y/o recursos humanos.
- Supervisar, dirigir y controlar al personal de tintorería a través de los supervisores y/o encargados de cada sección respectiva.

## V. DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

### 5.1 Desarrollo de los Conceptos y Técnicas.

#### 5.1.1 La Materia Prima – El Algodón.

La fibra de algodón está constituida por una célula cuyo diámetro tiende a disminuir desde su base.

Vista al microscopio, en el sentido de su longitud presenta torsiones irregulares en forma de tubos achatados en toda su longitud. El corte transversal presenta forma elíptica.

#### Estructura morfológica del algodón

Figura V-1:  
CORTE LONGITUDINAL

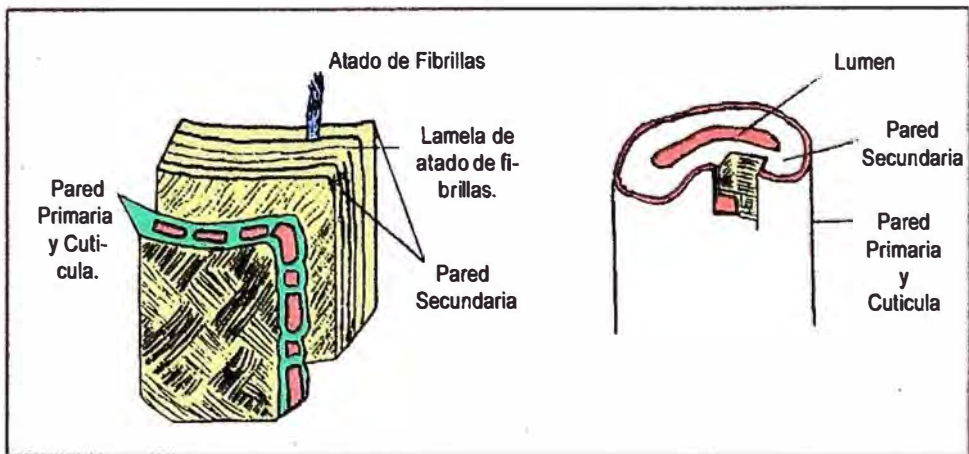
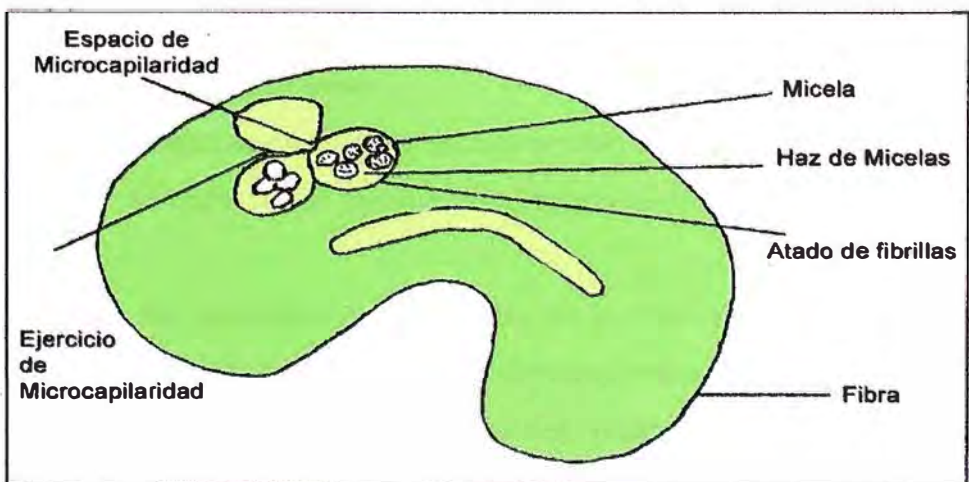


Figura V-2:  
CORTE TRANSVERSAL



A continuación se describen las partes del algodón.

### **Cutícula**

Es una película que cubre la parte exterior de la fibra, constituida por grasas, ceras y aceites, repelentes al agua, protege a la fibra de la oxidación atmosférica y la acción de la luz ultravioleta en la luz solar.

El cuerpo de la fibra está constituido por tres partes principales:

### **Pared primaria**

De 0,1 – 0,2 micras de espesor, que consiste de fibrillas celulósicas que resisten la acción de ácidos que usualmente, disuelven la celulosa. Es responsable de la tenacidad transversal.

### **Pared secundaria**

De aproximadamente 20 micras, constituida de fibrillas celulósicas responsables de la tenacidad longitudinal y de las propiedades físicas y químicas de la fibra.

### **Lumen o canal**

Diámetro variable según sean las fibras maduras o inmaduras, este canal hueco recorre la fibra en su longitud.

Desde el punto de vista del acabado, la pared primaria es sin lugar a dudas la más importante. A pesar de que su estructura básica consiste de fibrillas celulósicas, allí también están situadas las impurezas como los aceites, ceras, proteínas, pectosas y pigmentos.

Las sales minerales se encuentran en mayor proporción en el extremo interior de la pared secundaria por haber sido alimentada por la planta a través del lumen

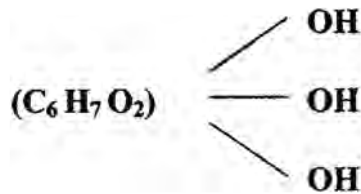
A pesar que las impurezas están situadas en la parte externa de la fibra, es sorprendente el hecho que estén ligadas tan tenazmente. La probable respuesta es que está ligada por enlaces muy fuertes, posiblemente de tipo iónico a través de cationes alcalinos multivalentes, como el Calcio y Magnesio.

### **Estructura de la Celulosa**

La sustancia fundamental del algodón, como la de otras fibras vegetales, es la celulosa. Esta le comunica a la fibra resistencia, flexibilidad, elasticidad y otras valiosas propiedades, necesarias para la obtención de los hilados, tejidos, etc. La celulosa es un compuesto molecular, pertenece a la clase de los carbohidratos, y su fórmula empírica es:



El eslabón fundamental de la celulosa está compuesto por tres Grupos Hidroxilos Activos:



El polímero de celulosa está formado por anillos de glucosa unidos por puentes de oxígeno en sus átomos de carbono 1 y 4, por la que una cadena de celulosa posee las dimensiones y características suficientes para formar puentes de hidrógeno con cadenas de celulosa contiguas.

Las partes en que las cadenas son capaces de formar puentes de hidrógeno se llaman zona cristalina y son imposibles de penetrar, mientras que las partes que están muy distantes para formar Puentes de Hidrógeno se les conoce como zonas amorfas, y es allí donde el agua puede llegar arrastrando los compuestos de acabado.

### **Propiedades Físicas del Algodón**

**Madurez:** Cuanto más madura sea la fibra, los hilos serán de mejor calidad. Vista al microscopio, la madura se observa casi circular, y la inmadura en forma de U.

**Longitud:** Es de propiedades físicas más apreciadas en la fabricación de los hilados. La longitud de la fibra puede medirse manualmente o con instrumentos de medición.



CuadroV-1:  
CLASIFICACION DEL ALGODÓN SEGÚN SU LONGITUD

<b>Fibras</b>	<b>Milímetros</b>	<b>Pulgadas</b>
Largas	30 – 50	1 11/32 – 2,00
Medias	26 – 33	1 1/32 – 1,00
Cortas	22 – 25	7/8 – 1,00
Muy cortas	Menos de 22	Menos de 7/8

**Finura:** El diámetro y longitud de la fibra están en razón inversa; cuanto más larga sea la fibra, su diámetro será menor y cuanto más corta sea la fibra su diámetro será mayor. La mayor parte de los algodones tienen una finura comprendida entre 15 y 28 micras. o 1,5 a 2,2 deniers.

**Limpieza:** Se refiere a la cantidad de impurezas que puede tener el algodón. Cuanta más impureza tenga un algodón, tanto más bajo será su valor comercial y, consecuentemente mayor desperdicio, durante el proceso de hilatura. Como impurezas más frecuentes, podemos citar: semillas, restos de cáscaras, pedazos de hojas, cápsulas, tierra y polvo.

**Color:** El color natural del algodón se debe a las materias colorantes contenidas en sus paredes celulares. Los algodones de la India tienen un color amarillento sucio; los algodones americanos son ligeramente amarillentos.

**Brillo y sedosidad:** En la clasificación del algodón, dependen en gran parte del estado de formación de la cutícula, influyendo muchísimo su grado de madurez. En general, los algodones brillantes son más suaves que los algodones mate.

**Higroscopicidad:** Es la propiedad de las fibras de absorber agua en mayor o menor cantidad. En condiciones estándares, 21°C y 65% de humedad relativa, el algodón absorbe de 7% a 5% de humedad.

**Flexibilidad:** Las fibras de algodón son muy flexibles, es decir, se doblan al menor esfuerzo, facilitando de este modo su conversión a hilos.

**Resistencia y elasticidad:** Son propiedades relacionadas entre sí. Cuando aumenta la resistencia también aumenta la elasticidad. La resistencia del algodón se puede determinar por medio de aparatos especiales, tanto en fibras individuales como sobre una masa de fibras. La humedad influye grandemente en la resistencia. Si los hilos de algodón están mojados, aumenta su resistencia hasta en un 20%.

### **Propiedades Químicas del Algodón.**

#### **Comportamiento del algodón en el agua**

El agua no perjudica al algodón, ni la temperatura de ebullición. Por el contrario, el algodón en estado húmedo aumenta su resistencia.

#### **Comportamiento del algodón en el calor**

El algodón soporta durante largo tiempo temperaturas de hasta 160°C. Por encima de esta temperatura, comienza a amarillarse, iniciándose su descomposición. A partir de los 240°C se forman gases, para luego terminar carbonizándose.

#### **Comportamiento del algodón en los ácidos**

Los ácidos según la concentración, temperatura y tiempo afectan a la fibra.

#### **Comportamiento del algodón en los álcalis**

En general, los álcalis no atacan al algodón y más bien, con tratamientos sistemáticos, se puede mejorar el aspecto de la fibra, como por ejemplo, hilos y tejidos mercerizados en Hidróxido de Sodio.

### **Variedades Comerciales del Algodón**

Las variedades comerciales o tipos de algodón que se emplean en la industria textil, se conocen por su procedencia:

**Algodones de Norteamérica:** Un tipo representativo de estos algodones es el Sea Island Georgia y sus características con las siguientes:

- Fibra larga (varía entre 35 mm. y 50 mm.).
- Fibras finas, elásticas, brillantes y sedosas.

**Algodones de Sudamérica:** Los algodones del Perú y Brasil proceden del *Gossypium Peruvians* y sus características son las siguientes:

- Color blanco, o blanco mantecoso.
- Más ásperos que finos.
- Longitud variable (llegan hasta 35 mm.)

**Algodones de La India:** Sus características son las siguientes:

- Fibra corta.
- Muy sucios.
- Color amarillento.
- Ásperos al tacto.

Estas características los identifican como algodones de baja calidad.

**Algodones de Egipto:** La más importante es el llamado “mako o junel”. Es bien cotizado en el mercado algodonero por sus excelentes propiedades.

- Color blanco mantecoso.
- Sus fibras llegan a 42 mm.
- Resistencia y sedoso.

### **Variedades peruanas de algodón.**

En el Perú tenemos las siguientes variedades:

- Pima: Se cultiva en Piura, Tumbes, Chira y Lambayeque.
- Tanguis: Se cultiva en Pacasmayo, Chimbote, Huarney, Pativilca, Palpa.
- Nazca, Cañete, Ica y Arequipa.
- Supima: Se cultiva en Piura, Tumbes, Chira y Chiclayo.
- Karnak: Se cultiva en Piura, Lambayeque y Chiclayo.
- Del Cerro: Se cultiva en Lambayeque, Chiclayo y Bagua.
- Áspero-Upland Bja-594: Se cultiva en los valles del Huallaga Central San Martín, Ucayali.

### Impurezas naturales del algodón

Los constituyentes de las impurezas de la fibra de algodón, no pueden ser fijados con exactitud ya que varían con la procedencia y las condiciones climatológicas habidas durante su cultivo.

Cuadro V-2:  
COMPOSICION DEL ALGODÓN.

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Celulosa	85,5
Agua/humedad	8
Sales minerales	1
Proteínas	5,0
Pectinas	0,7-1,2
Grasas y ceras	0,5
Pigmentos, motas	0,5-1,0

La composición y su reactividad en las soluciones acuosas es como sigue:

**Sales minerales.-** Están compuestas de sales solubles en agua, cloruros, carbonatos, fosfatos de sodio y potasio, sales insolubles de calcio y magnesio. Las primeras se disuelven en agua y las segundas requieren agentes complejantes para su eliminación. El % de sales minerales, evaluadas como % de cenizas, varía considerablemente entre los algodones.

Cuadro V-3:  
PORCENTAJE DE CENIZAS

<b>Procedencia algodón</b>	<b>% de cenizas</b>
Sea Island	1,25
Perú	1,68
Egipto	1,78
Bengala	3,98
Dhollerah	6,22

En algunos casos, en el algodón se encuentran partículas de óxido de hierro proveniente de las máquinas recolectoras y desmotadoras. Estos compuestos son muy perjudiciales en el blanqueo por lo que deben eliminarse o formar complejos estables que eviten la formación de oxixelulosas.

**Proteínas.-** Como los aminoácidos y otros compuestos nitrogenados. Por maceración en agua se eliminan entre un 8-30%; los tratamientos alcalinos las convierten en aminoácidos solubles en agua. Si no se eliminan convenientemente, se favorece la aparición de bacterias y mohos en los artículos acabados.

**Pectinas.-** Son polisacáridos de composición no bien definida. Las más conocidas son la pectosa  $(C_6H_5O_{10})_n$  y la pectina,  $C_{32}H_4O_{28}$ . La primera se convierte en pectina por la acción de la NaOH. Las pectinas se solubilizan en agua por la acción de la NaOH en forma de pectinatos.

**Ceras.-** Son la causa principal de la hidrofobicidad de la fibra. Se encuentra localizada en la capa externa del algodón (capa primaria), siendo mayor su porcentaje cuanto más fina es la fibra. Su eliminación es el principal objetivo del proceso de descruado, ya que su presencia dificulta la penetración de las soluciones acuosas que contienen los colorantes y los aprestos.

## 5.2 Procesos Previos al Teñido – Preparación del Algodón

La calidad del producto teñido depende de su tratamiento previo. Los géneros preparados para teñido y estampación deberán tener una afinidad alta y uniforme para los colorantes.

Los materiales textiles que van a ser teñidos o estampados deben tener las siguientes propiedades:

- Absorción alta y uniforme.
- Completamente libre de cascara de celulosa
- Un grado adecuado de blancura que permita el teñido de matices claros libre de imperfecciones.

El método de tratamiento previo depende de la claridad del algodón y del matiz a ser teñido.

### **5.2.1 El Descrudado del Algodón**

El descrudado tiene por finalidad la eliminación de las impurezas naturales de la fibra tales como: grasas, ceras naturales, pectinas, cascarilla etc. Así como las impurezas adicionadas como aceites, parafina, etc.

El descrudado puede hacerse como un simple proceso o como un proceso combinado con otros como el descolado y/o blanqueado químico. Además de ceras y grasas, también deberán eliminarse o removerse otras impurezas o constituyentes no celulósicos, tales como las materias nitrogenadas, pectatos, etc. a parte de ello, todas las semillas del algodón que aun permanecen en la fibra a pesar del desmotado, podrán ser hinchados, rotos o desmenuzados para ser eliminados luego en los procesos siguientes. Se emplea los siguientes productos:

Detergente/humectante.....1.5 gr./lt

Soda cáustica 50° Be' ..... ..4 gr/lt a un pH aproximado de 12

Temperatura..... 98°C

Tiempo..... 60 minutos en promedio

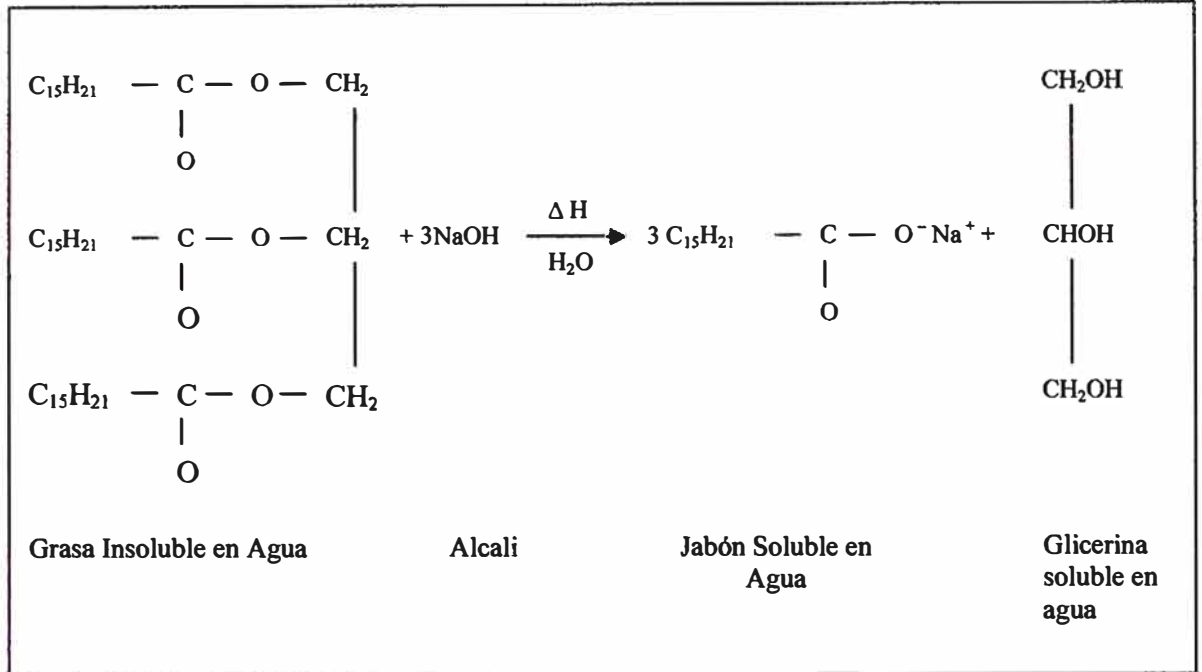
Si el proceso se lleva a cabo a temperaturas mayores a 100°C, el tiempo de proceso se reduce a 20 min. En promedio.

### **Saponificación con álcali**

Las grasas resultan de la combinación entre un ácido orgánico de alto peso molecular (ácidos grasos) con la glicerina, las ceras de la combinación de dos alcoholes orgánicos de alto peso molecular. Al ser tratados con un álcali sobre su temperatura de derretimiento, la combinación se rompe en productos mas simples y mas fáciles de emulsionar en agua. Esta ruptura (hidrólisis), ha sido conocida desde mucho tiempo atrás al extremo que aún se le conoce con el nombre en latín de saponificación que significa fabricar jabones.

A continuación se muestra la ecuación respectiva de este proceso.

Ecuación V-1  
SAPONIFICACION DE LOS ACIDOS GRASOS

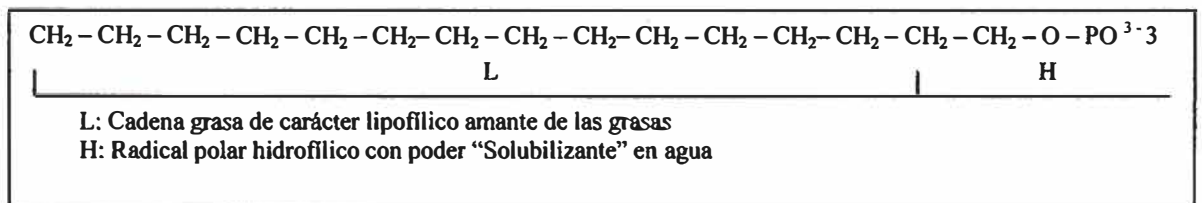


### Emulsificación Con Un Detergente

Los detergentes son productos tensoactivos que poseen en su constitución molecular una parte amante de las grasas, una cadena parafínica de carácter lipofílico (L) y otra con afinidad por el agua, un radical polar hidrofílico (H).

La antagónica conformación del detergente le permite compatibilizar dos sistemas insolubles el uno y el otro la parte lipofílica se adhiere a la grasa o cera y su radical polar le permite mantenerse soluble en agua. De esta manera se logra emulsionar la cera del algodón, residuos de grasas y otras impurezas.

Ecuación V-2  
RADICALES LIPOFÍLICO E HIDROFILO



Un descrudado por muy eficiente que sea no deja un blanco perfecto.

### **Solubilización Con Un Solvente.**

Los solventes actúan por reemplazo de las fuerzas de cohesión intramoleculares. Todo compuesto de igual o similar constitución química posee fuerzas de atracción entre sus moléculas para mantener su energía interna al mínimo. Para el, iguales o mayores, para provocar la ruptura de las fuerzas de cohesión internas, (Parámetro de Solubilidad). Usualmente se utilizaban dos mecanismos de remoción a la vez: el de saponificación y el de emulsificación; ambos económicos y de tecnología bien aceptadas. Aunque el mecanismo de solubilización por solventes conjuntamente con el de emulsificación han comenzado a ganar terreno en los últimos años.

Una solución de descrudado está compuesta de los siguientes productos:

Álcalis .....soda cáustica u otros  
 Detergente/Humectante.....preferiblemente biodegradable  
 Agente secuestrante específico.....según el ion a secuestrar

#### **Álcali:**

La soda cáustica es el álcali que permite la eliminación de las proteínas, pectinas y ceras del algodón. Cuando la solución de soda cáustica se pone en contacto con el algodón, parte del álcali es absorbido por la fibra debido a la débil acidez de los grupos hidroxilo de la celulosa. Más de la mitad de la soda cáustica empleada en el descrudado se combina con la celulosa o las impurezas que acompañan al algodón. Para un descrudado satisfactorio es necesario que la concentración de soda cáustica en la solución no sea inferior a 4 g/l dando un pH de 12.

#### **Detergentes y Humectantes:**

Las características generales que deben cumplir estos productos son:

- Poder detergente para la eliminación de las materias hidrófobas facilitando su emulsificación o dispersión en la solución detergente.
- Rápido poder humectante.



- Mínima cantidad de espuma.
- Estabilidad de NaOH.
- Biodegradabilidad, lo que nos ha llevado a la sustitución de los tensoactivos a base de nonilfenol etoxilado por los alcoholes lineales o ramificados etoxilados.

### **Secuestran tes:**

Su utilización se justifica por la presencia en la fibra de iones alcalinotérreos, hierro, cobre y manganeso que pueden interferir en el descrudado formando precipitados insolubles que disminuyen la hidrofiliidad y pueden producir defectos en el blanqueado y la tintura.

Un secuestrante es un compuesto químico que tiene la propiedad de formar compuestos complejos solubles con los iones metálicos, manteniéndolos en la solución independientemente de la presencia de otras sustancias que, de otra manera provocarían la precipitación del ion metálico.

El poder secuestrante es medido por la fuerza y estabilidad del complejo formado. La capacidad secuestrante para un determinado ion metálico está definida como la máxima concentración del ion metálico que puede ser complejoado por unidad de peso de secuestrante.

El poder secuestrante y la capacidad de secuestrante depende de:

- La estructura del secuestrante.
- El valor del pH de la solución en la cual tenga que actuar como complejante.

### **Tipos de Secuestrante:**

- Ácidos polifosfónicos.
- Ácidos aminocarboxílicos.
- Poli fosfatos.
- Ácidos hidroxicarboxilico.
- Ácidos carboxílicos poliméricos.

## Efectos del Descrudado y su Control

Los principales efectos del descrudado sobre la fibra de algodón son:

- Pérdida de peso.
- Pérdida de longitud.
- Aumento de la hidrofiliidad.
- Aumento del grado del blanco.
- Aumento de la resistencia.
- Poca alteración del GP de la celulosa

Estas variaciones dependen del proceso de descrudado, del tipo de algodón, y de si esta en forma de hilado o tejido.

### Pérdida de Peso

El efecto de las diferentes condiciones del descrudado sobre la variación del peso, ha sido mostrado por varios investigadores sobre varios tipos de algodón. Algunos resultados se muestran en el cuadro.

Cuadro V-4:  
DESCRUDADO CON SODA CAUSTICA

% pérdida de peso			
Tratamiento	Americano	Egipcio	Indio
10 g/l NaOH, 125°C 2h	6,6	7,8	8,1
10 g/l NaOH, 125°C 4h	6,7	7,9	8,2
10 g/l NaOH, 125°C 12h	7,1	8,3	9,0

Del resultado se deduce que gran parte de las impurezas no celulósicas del algodón se eliminan con el descrudado a 125°C. La pérdida de peso aumenta poco al aumentar la concentración de sosa cáustica y el tiempo de tratamiento. La pérdida de peso produce algunas modificaciones en el material textil tratado originando una contracción del orden del 2,5% y un aumento de su resistencia.

**Hidrofilidad**

La consecuencia de una buena hidrofiliidad es uno de los objetivos principales del descrudado y está bastante relacionada con la eliminación de las ceras, dejando un residual del 0,20-0,25%. Para determinar la hidrofiliidad suelen emplearse diferentes métodos. Uno de los métodos es a base de un colorante directo, por ejemplo azul turquesa solar GLL-160%, con el que se prepara una solución que contenga 5 g/l; una tira de tejido de unos 2 cm. Se pone en contacto en uno de sus extremos con la superficie de la solución y se mide la altura alcanzada por la solución coloreada al cabo de 5 min. La altura alcanzada depende de la estructura del tejido y de su hidrofiliidad, situándose entre los 50-60 mm. Para los tejidos bien descrudados.

**Blancura**

La eliminación parcial de los elementos coloreados y de la suciedad durante el descrudado, produce un aumento del blanco del algodón, de 6-8 unidades (medido con un espectrofotómetro Elrepho R46). Este aumento de blancura no es suficiente para obtener un buen blanco.

**Grado de Polimerización**

Durante el descrudado, la celulosa experimenta una ligera disminución del GP, del orden de unas 100 unidades.

**Descrudado de artículos coloreados.**

Se designan a aquellos tejidos compuestos por hilos teñidos y otros en crudo o en blanco. La tintura de los hilos teñidos y/o blanqueados que constituyen estos artículos, debe efectuarse con colorantes sólidos al descrudado alcalino (indantrenos, naftoles, sulfurosos y reactivos). En cualquier tipo de tratamiento es necesario comprobar previamente en el laboratorio la solidez del color al procedimiento de descrudado que se pretenda efectuar, de lo contrario se pueden dar resultados desfavorables e inclusive comprometer la calidad del producto.

## 5.2.2 El Blanqueo del Algodón.

Para eliminar o destruir la pigmentación natural del algodón que le confiere una coloración crema que opacaría los matices brillantes y disminuiría el grado de blancura, se procede a realizar un blanqueo.

Los agentes blanqueadores para la celulosa; pueden ser:

- Agentes blanqueadores oxidantes.
- Agentes blanqueadores reductores.

Muy poco o casi nada se usan los agentes blanqueantes reductores, por que con estos reduce a medias los pigmentos y con el oxígeno del aire vuelve a oxidarse.

Los agentes blanqueantes oxidantes que por lo general se utiliza son:

### 5.2.2.1 Clorito de Sodio – Blanqueo con clorito de Sodio

Se realiza a un pH ácido.

Produce menor daño a la celulosa a menos que se utilice en altos porcentajes.

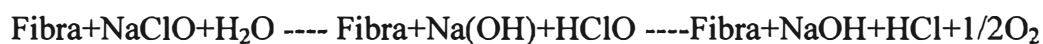
En la actualidad, no se usa.

### 5.2.2.2 Hipoclorito de Sodio – Blanqueo con hipoclorito de Sodio.

El hipoclorito calcico ha sido desplazado por el de sodio debido a que las soluciones de este son mucho mas fáciles de obtener y no producen precipitados de sales calcicas sobre la fibra, evitándose así la dificultad que se presenta en la homogenidad de la tintura.

Las soluciones de hipoclorito de sodio empleadas están constituidas por el NaClO y algunas sales tampones para regular la descomposición del hipoclorito.

La reacción blanqueante de este compuesto puede definirse como:



Una de sus desventajas es la pérdida en el contenido de cloro activo, el cual disminuye debido al transporte, la exposición a la luz, al movimiento, al polvo, etc.

A pesar de que la lejía de soda cáustica contenida en el producto da lugar a una cierta estabilización, no siempre se puede evitar la presencia de ciertas sustancias que proviene del mismo producto y que produce una disminución en el contenido de cloro activo

Otra desventaja es la descomposición de ciertos productos orgánicos clorados, durante el almacenamiento.

Los géneros blanqueados con hipoclorito tienen por eso la tendencia a amarillear.

Es barato.

Se realiza por agotamiento.

Es un proceso muy largo, de varias etapas, mucho consumo de agua.

Tiene riesgo de dañar químicamente a la celulosa si no se controlan los factores: concentración del agente blanqueante, la temperatura, pH y el tiempo.

Hoy en día este método ya casi no se utiliza.

### **5.2.2.3 Peróxido de Hidrógeno – Blanqueo con Peróxido de Hidrógeno.**

Una primera ventaja del blanqueo con peróxido de hidrógeno, es el amplio rango de condiciones en las cuales este agente, puede ser utilizado para el blanqueo de las fibras celulósicas, no obstante es importante un minucioso control para un correcto proceso.

Pese a los considerables progresos que se han logrado para la optimización del proceso de blanqueo, el mecanismo para esto es la naturaleza heterogénea del proceso y la falta total de conocimiento sobre la materia coloreada natural de la fibra que se pretende eliminar. Aquí una receta de planta:

Detergente/humectante.....	2 gr. /lt.
Soda cáustica 50Be.....	4 gr./lt.
Estabilizador de peroxido de hidrogeno.....	1 gr. /lt.
Agua oxigenada al 50%.....	3 a 6 cc../lt.
Temperatura.....	98°C
Tiempo.....	45 min. a 1 hora

Si el requerimiento del tejido es de color blanco óptico se le adicionara al proceso un blanqueador óptico.

### Descomposición del peróxido de hidrógeno

La descomposición del peróxido de hidrógeno es compleja, dado que es acelerada catalíticamente por las partículas más pequeñas de sustancias muy diferentes que se encuentran en estado de disolución, tales como polvo, suciedad y muy especialmente algunos iones de metales pesados de diferente valencia, como:  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , etc.

Dos reacciones son importantes. La disociación y la formación de oxígeno.

El peróxido de hidrógeno puede considerarse como un ácido débil que se disocia según la reacción

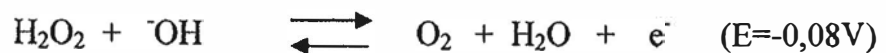


con una constante de acidez  $K_a = 2,5 \cdot 10^{-12}$ . En presencia de los álcalis la velocidad de descomposición se acelera, lo que se utiliza para "activar" las soluciones de blanqueo

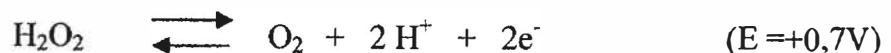


El ión peróxido  $\text{HO}_2^-$  puede actuar como oxidante o reductor, según el medio:

Como oxidante:



Como reductor:



La formación de oxígeno se efectúa según la reacción



Este tipo de reacción no es deseable y se duda de que pueda contribuir al proceso de blanqueo.

El ión  $\text{HO}_2^-$  puede actuar de tres maneras diferentes:

- Posee acción blanqueante sobre los pigmentos, si bien no se conocen las reacciones existentes.
- Formando oxígeno molecular



La formación de  $\text{O}_2$  no es deseable, y ello implica una pérdida del poder blanqueante de la solución del peróxido de hidrógeno.

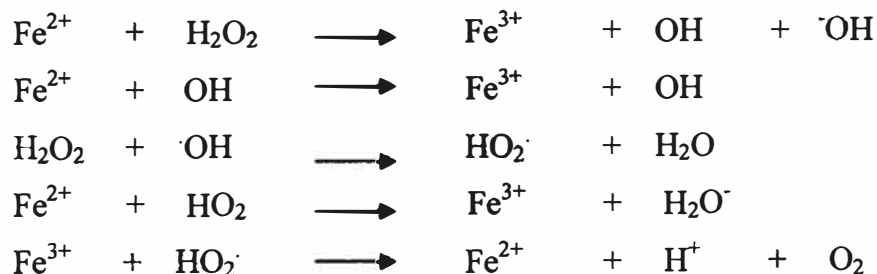
- Oxidando la celulosa por la formación de oxígeno atómico, lo cual no es deseable y hay que minimizarlo mediante la utilización de los "estabilizadores", bien de tipo inorgánico u orgánico, tal como veremos más adelante.

### **Descomposición en presencia de metales.**

La descomposición del peróxido de hidrógeno en presencia de metales o de iones metálicos, es un hecho bien conocido. Entre los metales el aluminio es el que menos descompone el peróxido de hidrógeno y por ello, los depósitos para el almacenamiento de sus soluciones son fabricados con este material; el cobre y sobre todo el hierro, en forma oxidada, son los que producen una mayor descomposición que puede llegar al 95% al cabo de 2 h, en presencia de silicato sódico y a  $80^\circ\text{C}$ . Estos dos metales son los que con más frecuencia se encuentran en la práctica.

La presencia de hierro y cobre en los textiles ocurre con una cierta frecuencia. El hierro puede provenir de las recolectoras desmotadoras del algodón, del suministro del agua, del contacto con partes oxidadas de las máquinas, de las conducciones de agua, etc. El cobre suele provenir, en menor proporción que el hierro, de los cojinetes de las máquinas, de las conducciones de vapor, etc.

La reacción de descomposición de  $\text{H}_2\text{O}_2$  por la presencia de los iones metálicos o de los metales que actúan como catalizadores, ha sido estudiada en detalle y comporta las etapas que se indican, en el caso del ión ferroso.



Este tipo de reacción de oxidación-reducción produce radicales que atacan a la celulosa y desprende oxígeno que disminuye la capacidad de blanqueo de la solución. Como el  $\text{Fe}^{2+}$  se regenera en el mismo sitio inicial, el ataque a la celulosa en la zona donde se encuentra el ión ferroso es muy intenso y puede dar lugar a la desaparición de ésta formando agujeros.

La catálisis de la reacción también se produce con el ión férrico ya que es reducido a ferroso por el ión peroxilo. Similares reacciones se producen con los iones del cobre y otros metales.

En el caso de los metales, hierro y cobre, se produce una reacción similar a la indicada, actuando el metal como catalizador.

Ambos tipos de reacciones son fuertemente exotérmicas e instantáneas, liberando una gran cantidad de calor. Sin embargo, hay una diferencia fundamental entre el ataque por el ión metálico y el metal. En el caso del metal, al estar éste atrapado por la contextura del textil, el calor liberado queda totalmente utilizado en la zona de contacto, lo cual produce la perforación de la materia; ningún secuestrante puede bloquear esta reacción. En este caso, un tratamiento con ácido sulfúrico o clorhídrico diluido antes del blanqueo con peróxido de hidrógeno, evita una pérdida de resistencia elevada. Por el contrario, en la forma iónica, la movilidad de los iones hace que el calor liberado sea absorbido por el líquido circundante; en este caso, la acción de los secuestrantes-estabilizadores es eficaz.



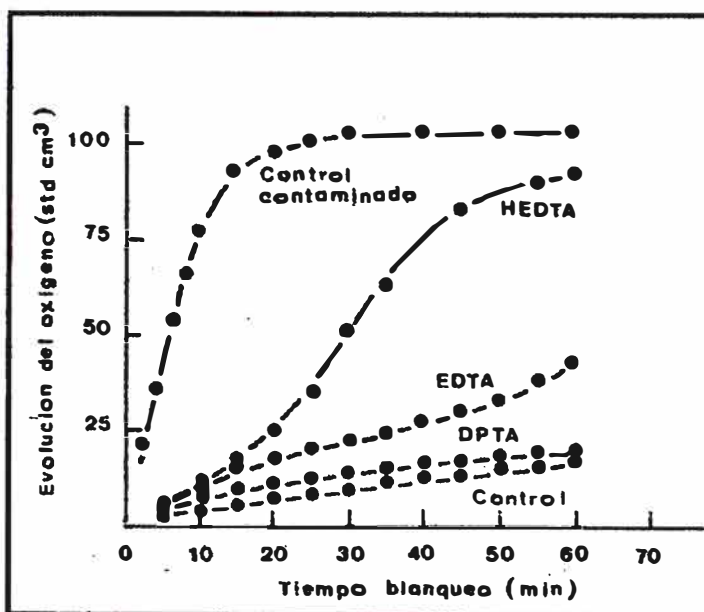
### Estabilización de las soluciones de $H_2O_2$

Las soluciones comerciales de peróxido de hidrógeno son estables durante largos períodos. Así, por ejemplo, una solución de una riqueza del 35% en  $H_2O_2$  sólo pierde un 4% durante un año a la temperatura de  $20^\circ C$ .

Sin embargo, cuando el peróxido de hidrógeno se emplea en los procesos de blanqueo la estabilidad de las soluciones comerciales no es suficiente, bien por que se requieren pH elevados, lo cual aumenta la descomposición, o por la influencia del polvo, suciedad y pequeñas trazas de metales, que provocan una descomposición acelerada del  $H_2O_2$ , no deseable por su ataque a la celulosa y por el bajo rendimiento del blanqueo obtenido. Por ello, es necesario adicionar unos compuestos denominados "estabilizadores" estos productos secuestran los iones de metales pesados y evitan la desintegración catalítica de peróxido de hidrogeno.

En la figura (V-3) se muestra la evolución del oxígeno de las soluciones de  $H_2O_2$  conteniendo agentes secuestrantes, en presencia de un tejido contaminado con óxido cuproso.

Figura V-4:  
ESTABILIZACION DEL  $H_2O_2$



Los estabilizadores pueden ser inorgánicos u orgánicos.

Su forma de actuar no es bien conocida, si bien entre sus mecanismos de acción entra en consideración el efecto secuestrante de los iones metálicos, tal como hemos indicado anteriormente. Generalmente, los diferentes estabilizadores presentan su máxima eficacia a determinados valores de pH, lo cual debe tenerse en cuenta al seleccionarlos. Así, los fosfatos no son eficientes a  $\text{pH} > 10$ , los gluconatos producen la máxima estabilidad a pH 11-12.

Entre las condiciones más importantes que se exigen a un estabilizador para el blanqueo del algodón con peróxido de hidrógeno, podemos indicar las siguientes:

- Grado de blanco (Elrepho). . . . . => 80.
- Grado de polimerización (GP). . . . . => 2,000
- Factor de degradación (Eisenhut). . . . . < 0,4
- Estabilidad a la NaOH. . . . . 10<sup>º</sup> Bé mínimo
- Efecto secuestrante optimo para. . . . .  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$
- Biodegradabilidad. . . . . > 90%

Como estabilizadores inorgánicos tenemos los fosfatos, el bórax, los silicatos y las zeolitas. Entre ellos, el de efecto estabilizante superior para el blanqueo de las fibras celulósicas es el silicato sódico en presencia de sales de calcio o magnesio, que produzcan una dureza entre 2<sup>º</sup>-5<sup>º</sup> H.F. Las razones para este comportamiento no están suficientemente clarificadas y se ha sugerido que el verdadero agente estabilizante son los silicatos de calcio o magnesio que se forman en la solución. El mejor efecto de blanqueo se obtiene cuando la relación  $\text{Na}_2\text{O} : \text{SiO}_2$  se encuentra entre 1,3:1 y 1:1,6, la cual debe calcularse según el tipo de silicato sódico empleado y las cantidades de NaOH y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  empleadas en la formulación de blanqueo.

La importancia de una buena estabilización empleando silicato sódico se puede mostrar en la Tabla V-5. Los fosfatos, dada su limitada estabilidad a  $\text{pH} > 10$ , no suelen emplearse como estabilizadores en el blanqueo de las fibras que requieran un pH más elevado. Presentan un campo interesante de

aplicación en el blanqueo de las fibras proteicas. Por otra parte, su efecto eutroficante en las aguas empieza a limitar su aplicación en las preparaciones de blanqueo.

Cuadro V-5:  
EFECTO DE ESTABILIZACION DE LA SOLUCION DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Solucion	Estabilización Correcta	Estabilización Incorrecta	Inestable
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Vol	0,5	0,5	0,5
Na <sub>2</sub> SiO <sub>2</sub> , g/l	7,0	-	-
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , g/l	1,7	1,7	1,7
NaOH, g/l	0,5	-	-
CuSO <sub>4</sub> , g/l	-	-	0,1
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , después de 2h, vol.	0,21	0,05	-
Fluidez fibra blanqueada (1)	3,5	4,3	8,5
Reflectancia	95,0	93,1	84,5

Debido a que el silicato sódico produce un tacto algo áspero en los tejidos blanqueados y deposición de incrustaciones en las máquinas, se han introducido, más recientemente, los **estabilizadores orgánicos** y actúan como secuestrantes de los iones metálicos, regulando la velocidad de descomposición del peróxido de hidrógeno para obtener elevados grados de blanco, poca degradación de la celulosa y un tacto agradable en la materia textil. Entre los más utilizados tenemos los gluconatos, los derivados amino policarboxílicos y los compuestos fosfónicos; cada una de ellos, produce su máximo efecto en determinadas condiciones de pH y temperatura, por lo que deben consultarse las especificaciones técnicas a fin de su correcto uso.

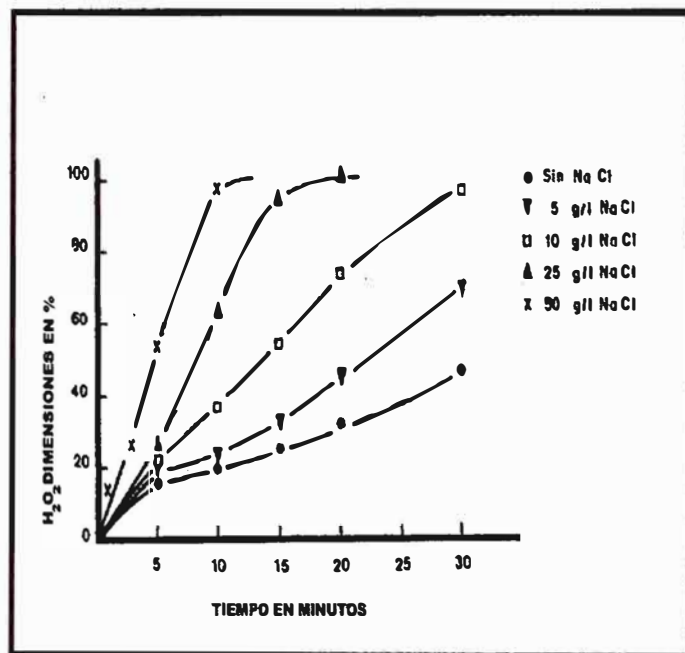
#### **Acción de las sales inorgánicas.**

Se ha estudiado la influencia que tiene la presencia del cloruro sódico contenido en la solución de blanqueo, sobre la descomposición del peróxido de hidrógeno y su efecto sobre el blanqueo del algodón, en presencia de diferentes estabilizadores. En las experiencias efectuadas en el blanqueo del algodón se ha podido constatar que la presencia de cantidades crecientes de

NaCl aumentan la descomposición del peróxido de hidrógeno, en presencia de un estabilizador de tipo fosfonato, y contaminado con 5 mg/l de  $\text{Fe}^{3+}$ .

La descomposición es inferior en presencia de silicato sódico (20%), a 95°C durante 45 min., no existiendo diferencia entre 0 y 10 g/l de NaCl en la solución. Para esta concentración, el efecto blanqueante entre diferentes estabilizadores es, de mayor a menor: fosfonato, silicato, ácido polihidroxicarboxílico.

Figura V-5:  
DESCOMPOSICION DEL  $\text{H}_2\text{O}_2$   
EN FUNSION DEL TIEMPO A pH 12, 95°C



Así mismo, en las mismas condiciones anteriores, el G.P. de la celulosa es:

Inicial. ....	2.000
Silicato sódico. ....	1.700
Acido polihidroxicarboxílico. ....	900
Fosfonato. ....	700

En términos generales, puede indicarse que la influencia de la presencia de cantidades superiores a 10 g/l de cloruro sódico en la soluciones de blanqueo con  $\text{H}_2\text{O}_2$ , sobre el efecto blanqueante y el ataque a la celulosa, dependen bastante del tipo de estabilizador utilizado.

### **Reactividad de las soluciones de $H_2O_2$ con la celulosa.**

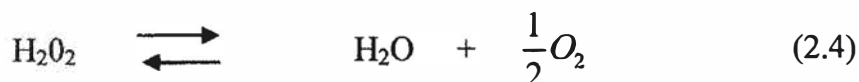
El peróxido de hidrógeno es un reactivo para la celulosa mas debil que el hipoclorito, ya que con éste las condiciones de blanqueo se efectúan a 25-30°C mientras que con el peróxido de hidrógeno se pueden alcanzar temperaturas de 100-110°C, sin apreciable degradación de la celulosa.

Dado la complejidad de las reacciones de descomposición del peróxido de hidrógeno y la heterogeneidad de la misma con la celulosa, es difícil indicar de forma específica el tipo de ataque producido, ya que éste varía según las condiciones experimentales. Por ello, las conclusiones que se pueden deducir de determinados experimentos, no pueden generalizarse y su extrapolación debe de efectuarse con ciertas reservas. Que se conozca, no existen estudios que permitan identificar los tipos de oxixelulosas producidos en función del tipo de pretratamiento efectuado, pH de la solución, temperatura, etc. Solamente se puede dar una indicación de lo que sucede al tratar el álcali celulosa con soluciones de peróxido de hidrógeno, habiéndose observado la aparición de grupos carboxilo y carbonilo, en proporción uno a tres, respectivamente, por molécula de celulosa, por lo que cabe esperar que en los procesos de blanqueo industriales se produzcan ambos.

Teniendo en cuenta ciertos parámetros de índole tecnológica, se pueden indicar las siguientes conclusiones:

- La presencia de algodón crudo acelera la descomposición del peróxido de hidrógeno, la cual aumenta al disminuir la relación de baño (2-5/1) y alcanza su valor máximo (40-30 %) alrededor de las 2 horas.
- Cuando se efectúa el blanqueo sobre el algodón blanqueado, también se acelera la descomposición del peróxido de hidrógeno, en grado superior al algodón en crudo. También aumenta la descomposición al disminuir la relación de baño y al aumentar el tiempo de blanqueo.
- La alteración del algodón ocurre cuando se emplean severas condiciones de tratamiento, tanto a pH ácidos como alcalinos, mostrando el grado de blanco y la resistencia del algodón unos valores óptimos, en el lado alcalino, entre pH 10-12.

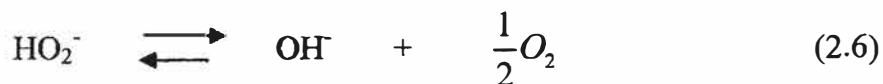
El procedimiento de blanqueo con agua oxigenada permite obtener un blanco muy bueno en un tiempo corto con una destrucción notable de las cáscaras y de las impurezas. Se debe hacer notar la buena absorción de los líquidos y el tacto agradable de los géneros así blanqueados.



La velocidad de descomposición del peróxido crece fuertemente con el aumento del pH, y hacia un medio ácido es a la inversa, el peróxido se estabiliza. El peróxido se disocia en medio acuoso en la primera etapa como:



Y este ión  $\text{HO}_2^-$ , por su estructura asimétrica y sobre todo por su distribución de carga desigual, es muy inestable, mucho más inestable que el mismo  $\text{H}_2\text{O}_2$ , se disocia especialmente en presencia de sustancias oxidables como:



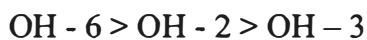
Si sumamos las ecuaciones (2.5) y (2.6) resulta nuevamente la igualdad (2.4), la ventaja de la explicación es la dependencia de pH. Si adicionamos álcali a la solución de peróxido entonces la reacción de equilibrio de la igualdad (2.5) se desplaza hacia donde se consumen iones  $\text{OH}^-$ , es decir hacia la derecha, de este modo se eleva la concentración de los iones  $\text{HO}_2^-$  fácilmente disociables. Cuanto más álcali agregamos, más alta es la concentración de iones  $\text{HO}_2^-$  y mayor es la velocidad de disociación, pero se puede decir también que por adición de álcali se forma la sal primaria del peróxido, la que naturalmente como sal de álcali está fuertemente disociada.



Por adición de ácido, la reacción procede a la inversa, la ecuación de equilibrio se desplazaría hacia la izquierda, allí donde está el peróxido más estable.

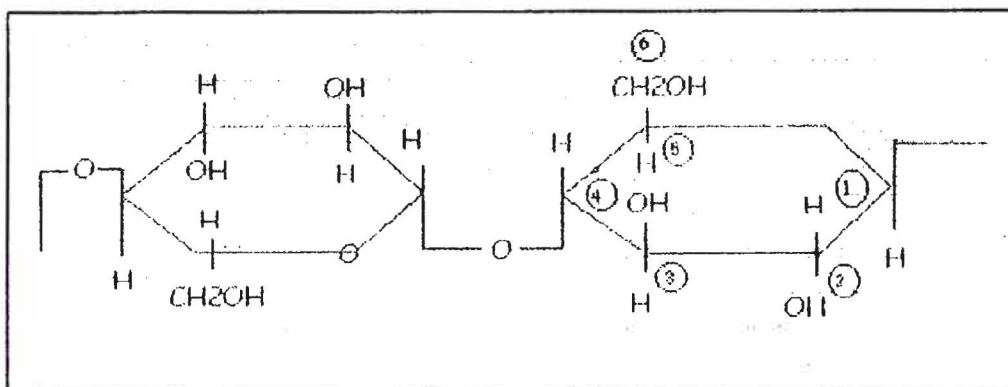
### 5.3 Tintura del Algodón con Colorantes Reactivos.

Como se puede apreciar en la figura V-6, en cada unidad de d-glucosa hay 3 grupos OH disponibles; uno primario el del carbono 6, y dos secundarios, los de los carbonos 2 y 3.



La reacción con el colorante ocurre predominantemente en el grupo OH primario y luego en los OH de los carbonos 2 y 3.

Figura V-6:  
ESTRUCTURA DE LA CELULOSA



Cuando Ratee y Stephen descubrieron los colorantes dicloro triazínicos, causó sorpresa encontrar que una proporción considerable del colorante escapaba a la hidrólisis y se unía a la celulosa, después que investigadores anteriores habían supuesto que la tintura reactiva era impracticable, a menos que el agua fuese rigurosamente excluida del sistema de reacción, debido a la gran probabilidad del colorante a ser hidrolizado.

Obviamente, esto habría pasado si el colorante fuera muy altamente reactivo; la hidrólisis habría tenido lugar antes de que el colorante hubiese tenido tiempo de penetrar a la fibra y reaccionar con ésta. Por otro lado, si el colorante fuera de muy baja reactividad, emplearía mucho tiempo en combinarse con la celulosa, como para ser empleado en condiciones de la práctica. La reactividad de un colorante es entonces de vital importancia en cualquier estudio detallado de la tintura reactiva.

Las solideces húmedas que se obtienen con un determinado colorante reactivo están limitadas por la estabilidad de la unión colorante fibra, que a su vez está regulada por el tipo de sistema reactivo empleado y por las influencias activantes presentes en la molécula de colorante.

### **La absorción del hidróxido de sodio por la celulosa**

Mucho tiempo antes del descubrimiento de Ratee y Stephen se sabían que la celulosa es capaz de absorber NaOH de una solución acuosa; pero aunque se había realizado muchos trabajos durante los 100 años anteriores como tentativa para explicar el mecanismo de mercerización, no se habían obtenido conclusiones definidas.

Una sugerencia fue, sin embargo, que el mecanismo de la adsorción es iónico, actuando la celulosa como un ácido débil que es neutralizado por los iones oxidrilo para formar CELULOSATO DE SODIO DISOCIADO. Esta sugerencia fue de particular interés porque las determinaciones preliminares sugirieron la idea de que la tintura con los colorantes reactivos involucra grupos oxhidrilos ionizados en la celulosa.

### **5.4 Definición de los Colorantes Reactivo.**

Los colorantes reactivos deben su nombre al hecho de que en presencia de álcali entran en reacción química con la celulosa, uniéndose fuertemente a ésta, se produce así una unión covalente.

Hasta la introducción en el mercado de los colorantes reactivos, existían dos modos principales en los que un colorante podía ser fijado a la fibra.

- Por absorción física.
- Por retención mecánica

El teñido con colorantes directos ejemplariza el primer tipo; la coloración en masa de fibras sintéticas durante su fabricación, el segundo.

El teñido con colorantes tina, azoicos y azufre es una mezcla secuencial de los dos respectivamente.



### 5.4.1 Propiedades de los Colorantes Reactivos.

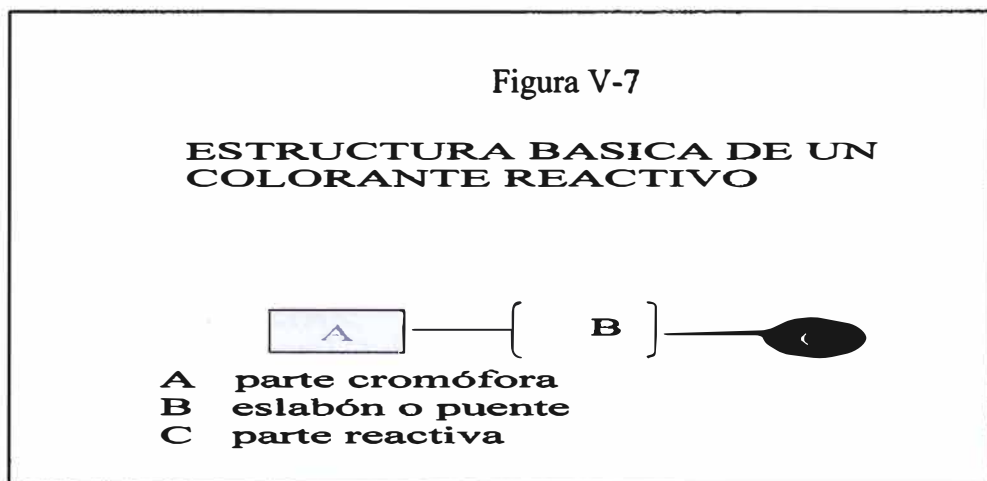
- Son solubles, contienen un grupo reactivo capaz de combinarse químicamente con la celulosa.
- Alta solidez a los procesos húmedos, gracias al enlace covalente colorante-fibra que se forma; algunos poseen baja solidez al cloro.
- Se obtienen colores brillantes, debido a la banda de absorción angosta característica en la estructura molecular de estos colorantes.
- Se hidrolizan fácilmente.

### 5.4.2 Estructura básica de un colorante reactivo.

Generalmente se compone de dos elementos fundamentales:

- Parte cromófora.
- Parte reactiva

Estos dos elementos pueden estar directamente ligados uno a otro, o unidos entre ellos por un eslabón o puente, como se puede apreciar en la figura V-7.



### 5.4.3 Constitución química y propiedades.

El cromóforo determina principalmente el matiz del colorante y es a la vez responsable de otras propiedades del colorante.

La parte reactiva es responsable en primer lugar del tipo y velocidad de reacción entre la fibra celulósica y el colorante. Este es la característica fundamental que ofrecen los colorantes reactivos con respecto a otros tipos de colorantes para fibras celulósicas, en el resto de las familias de colorantes es la molécula en su totalidad la responsable de las diferentes propiedades tintóreas. Los diferentes matices de la gama de colorantes reactivos se consiguen con la presencia de diversos grupos cromóforos:

Amarillos	Monoazoicos.
Pardos	Mono y diazoicos
Anaranjados	Diazoicos
Rojos	Mono y diazoicos
Violetas	Monoazoicos premetalizados con cobre
Azules	Antraquinónicos, diazoicos, monoazoicos y diazoicos con cobre
Turquesas	Complejos de ftalocianina con Cobre y Níquel
Verdes	Combinaciones intermoleculares de amarillo y azul
Negros	Complejos 1:2 de Cromo y Cobalto de monoazoicos y diazoicos.

En la parte cromófora aparecen, además los grupos solubilizantes ( $\text{SO}_3\text{Na}$ ), que le confiere solubilidad en medio acuoso, y los sustituyentes que le confieren sustentividad a las fibras celulósicas.

**Dependiente del cromóforo:**

- Solubilidad.
- Sustentividad.
- Propiedades de difusión.
- Lavabilidad.
- Corrosibilidad.
- Solidez al sudor, al blanqueo con peróxido, luz, luz en húmedo, cloro.
- Estabilidad a los aprestos permanentes.

**Dependiente de la parte reactiva:**

- Reactividad.
- Estabilidad de unión:
  - A. Alcalina (hidrólisis alcalina)
    - Solidez al lavado
    - Solidez al sudor
    - Solidez al blanqueo con peróxido
  - B. Ácida (hidrólisis ácida)
    - Solidez al sudor
    - Solidez al suavizado
    - Estabilidad a los aprestos permanentes.

**5.4.4 Tipos de Colorantes Reactivos.**

Investigaciones posteriores han dado lugar al descubrimiento de nuevos grupos reactivos capaces de fijarse a la celulosa, tal como puede verse en la Tabla V-6, donde se indica el grupo reactivo y la familia comercial de algunas de las gamas de colorantes para celulosa.

A pesar del gran número de grupos reactivos distintos, desde el punto de vista de su reacción con la celulosa se pueden clasificar en dos tipos:

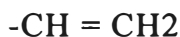
- Colorantes reactivos que reaccionan con la celulosa por un mecanismo de adición nucleofílica, formando éteres de celulosa..
- Colorantes reactivos que reaccionan con la celulosa por un mecanismo de sustitución nucleofílica, formando ésteres de celulosa.

A continuación, detallamos el mecanismo de reacción de ambos tipos de colorantes reactivos con la celulosa. y sus ventajas respectivas.

**5.4.4.1 Mecanismo de Adición Nucleofílica**

Poseen como parte reactiva sistemas alifáticos que tienen una propiedad especial.

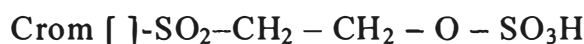
En presencia de álcali poseen una llamada doble unión activada.



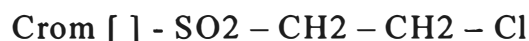
Representa la verdadera parte reactiva.

### Grupos más representativos

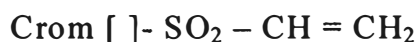
- Sulfato etil sulfonas



- Cloro etil sulfonas



Que en presencia de álcali generan las vinilsulfonas



Crom [ ] es la parte cromófora + eslabón puente.

Esta estructura  $-\text{SO}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$  es la vinilsulfona no saturada con la doble unión  $-\text{CH} = \text{CH}_2$ . Los colorantes de este tipo se denominan vinilsulfónicos.

En una doble unión como la descrita, existen electrones de libre movimiento. El grupo  $\text{SO}_2 -$  vecino ejerce una acción atractiva sobre estos electrones, que van a producir una densidad de carga negativa en exceso sobre el átomo de carbono vecino (Carbono 1). El otro átomo de carbono de la doble unión (Carbono 2), queda deficiente de electrones y por lo tanto con una carga positiva en exceso.



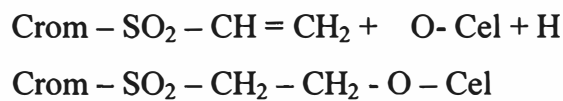
El enlace doble del núcleo reactivo no está presente como tal en el colorante mismo, pero es formado posteriormente durante la fijación del colorante en una reacción catalizada por álcali.

Este grupo así polarizado es la llamada doble unión activada.

Los colorantes de este tipo reaccionan en medio alcalino con la celulosa, ya que en dicho medio ésta se ioniza produciendo un anión:

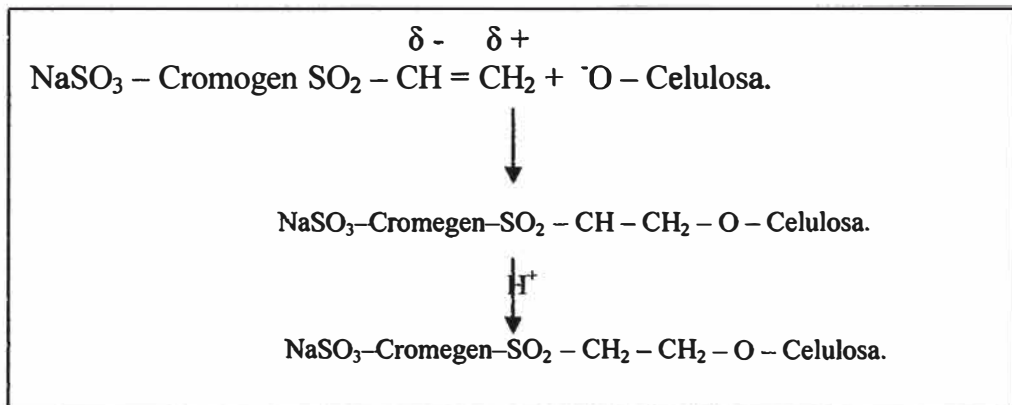


La fibra, con una carga neta negativa será entonces “nucleofílica”, es decir necesita una carga positiva para alcanzar un estado de electronegatividad. Por lo tanto, la reacción con un colorante vinilsulfónico se produce sobre el lado positivo de la doble unión activada, de acuerdo al siguiente esquema de reacción:

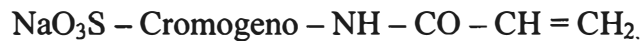


Este tipo de colorantes queda unido a la fibra mediante una unión de tipo éter (representado en el esquema como - O -)

Esquemáticamente lo podemos representar como sigue:



Dos son los prototipos principales de esta clase de colorantes: los basados en vinil sulfon y los basados en acrilamida:



Colorantes de núcleo reactivo de archilamida son base de los colorantes Primazin. Ambos tipos son comercializados como productos que poseen un doble enlace potencial, el que solo se forma bajo condiciones alcalinas.

Así los colorantes remazol se comercializan como ésteres del ácido sulfúrico y del compuesto B - hidroxietilsulfon.

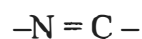
### Ventajas de Los Colorantes VinilSulfon.

- Colorante hidrolizado tiene sustentividad baja, resultando un lavado más facil.
- Reactividad media.
- Enlace con la celulosa es estable en medio acido.
- Grupo reactivo más barato.
- Sensibles en medio alcalino.
- Buena igualación.

#### 5.4.4.2 Mecanismo de Sustitución Nucleofílica.

Un gran numero de colorantes de este tipo llevan grupos reactivos, que se basan en núcleos heterociclicos de nitrogeno.

El principio general de constitución es la presencia de un anillo heterocíclico que acuse por lo menos una vez la siguiente estructura:

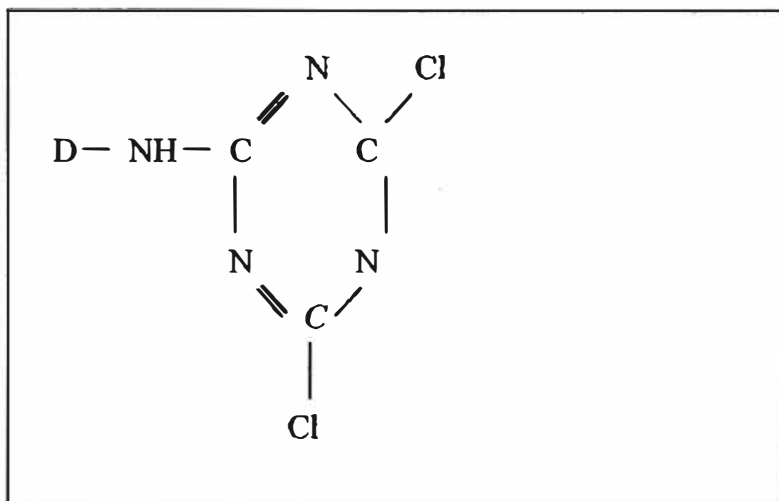


X

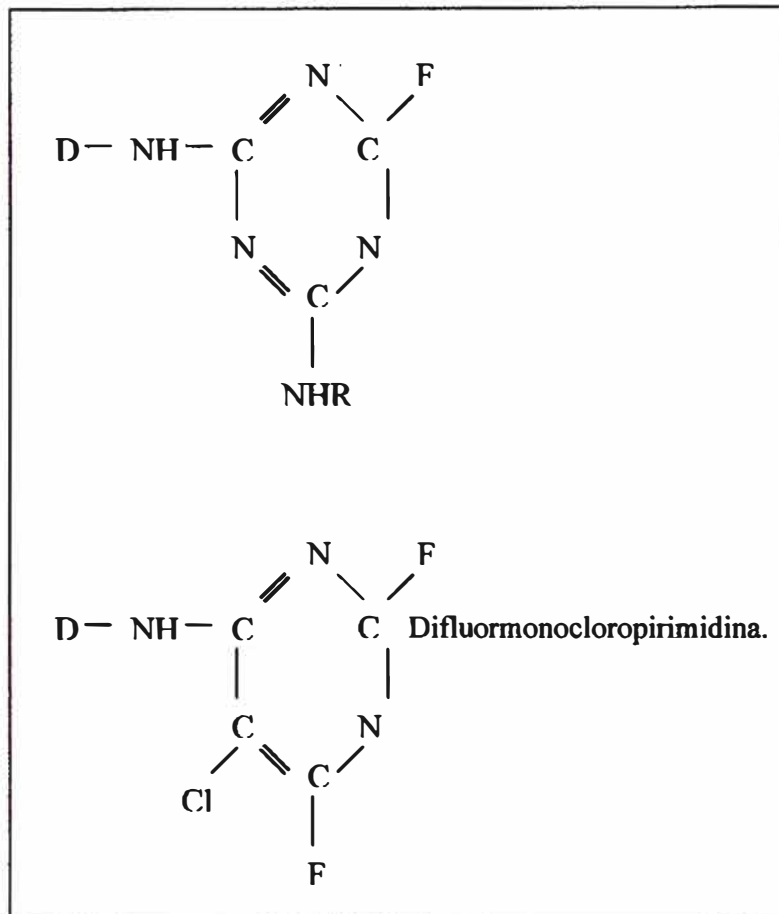
Donde X es el grupo de sustitución.

Las estructuras características de estos colorantes son las que se dan a continuación:

DICLOROTRIAZINA



## MONOFLUORTRIAZINA



Tomemos el ejemplo del anillo de triazina. En dicho anillo se encuentra un determinado número de electrones de libre movimiento. Estos electrones no están uniformemente distribuidos sobre los distintos componentes del anillo, sino que tienen preferencia por el átomo de nitrógeno, razón por la cual queda en los átomos de carbono una carencia de carga negativa, es decir se positivizan.

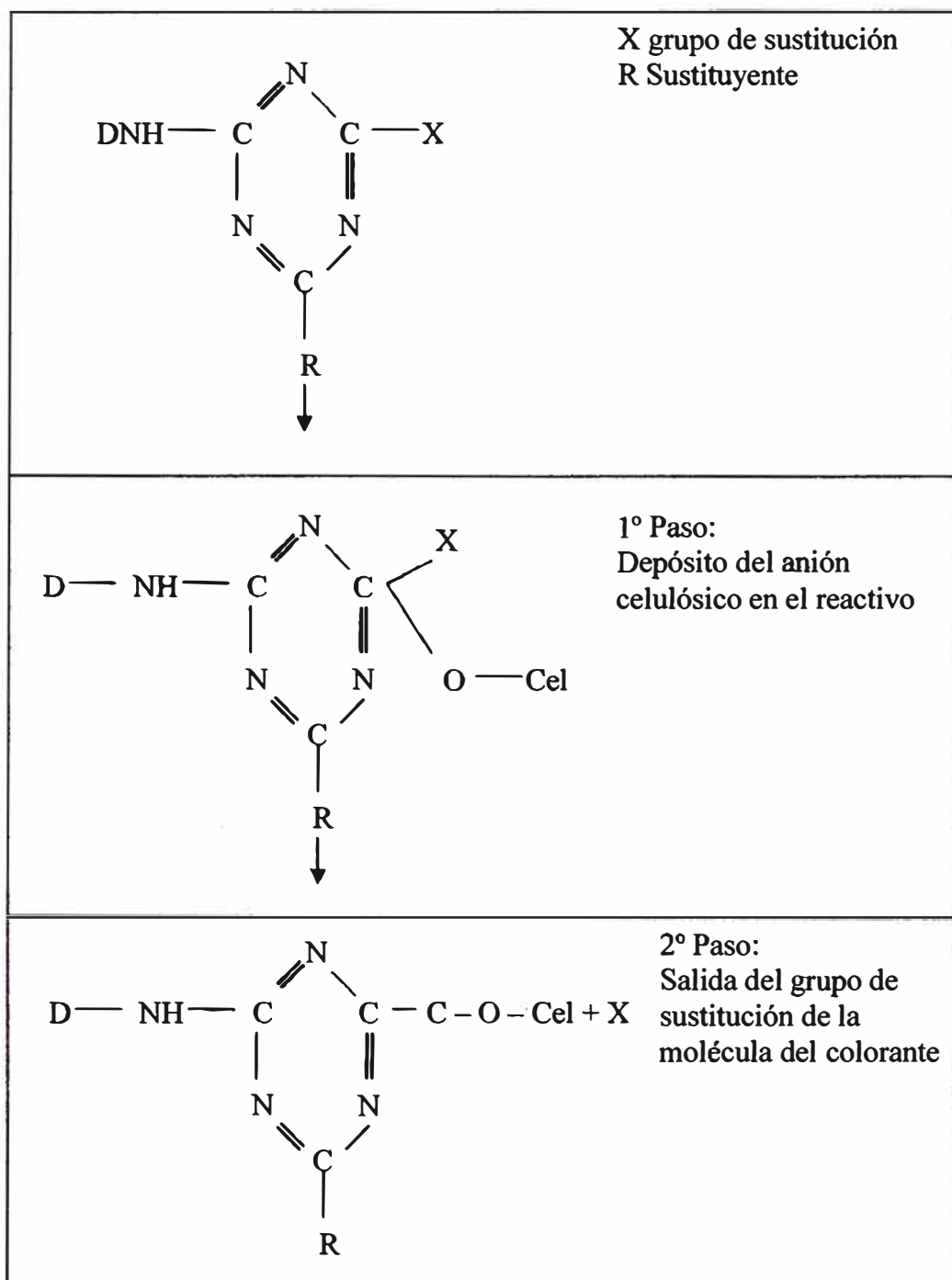
Cuanto más positivo sea el carácter de estos átomos de carbono tanta más afinidad tendrá por ellos el anión celulósico (Cel - O), es decir que aumenta la reactividad del colorante con la fibra.

Esta “positivización” de los átomos de carbono, depende de los siguientes factores de constitución:

- Del número de átomos de nitrógeno que atraen electrones y de su posición en el heterociclo.

- Del agregado de sustituyentes apropiados a los átomos de carbono.
- Del carácter electronegativo del grupo de sustitución

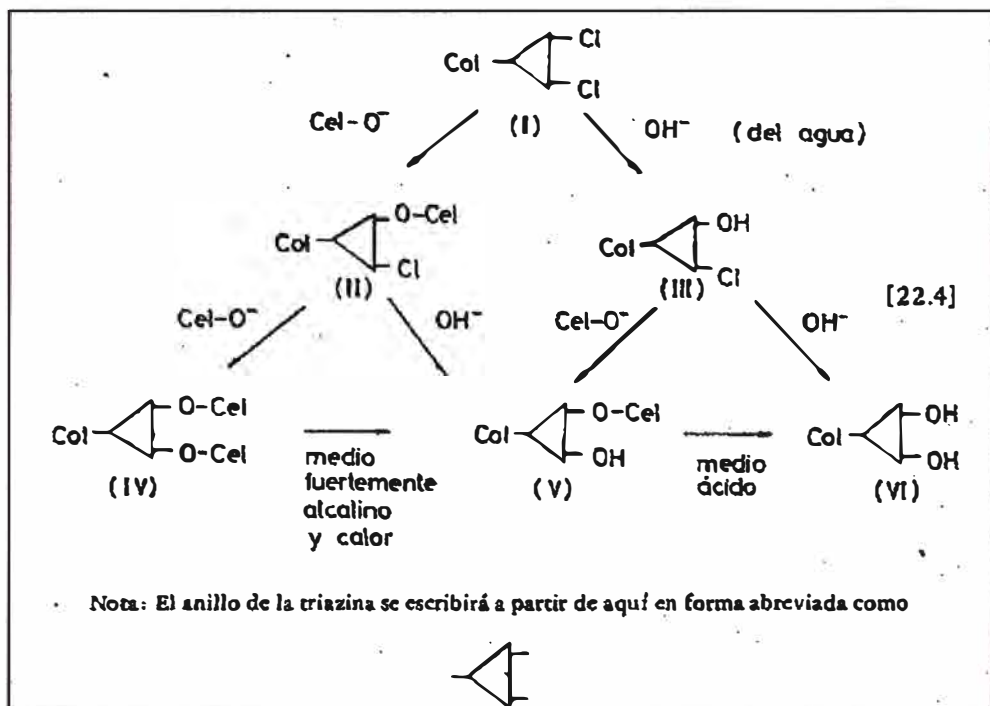
Entonces las monoclorotriazinas son más reactivas que las tricloropirimidinas las monofluortriazinas más reactivas que las monoclorotriazinas; las monoclorotriazinas alcoholiladas más reactivas que las otras monoclorotriazinas y las diclorotriazinas más reactivas que las monoclorotriazinas. En este caso el Mecanismo de reacción con la celulosa es:





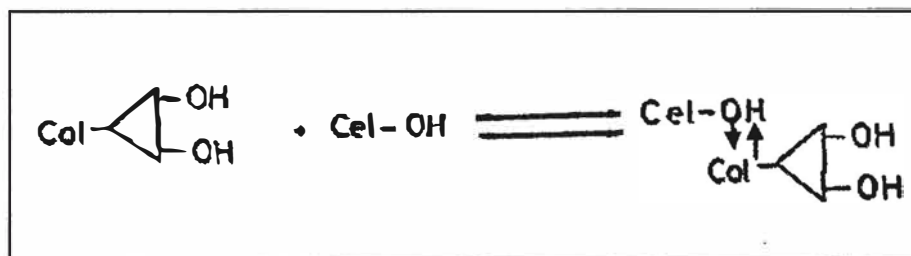
No debe olvidarse que la celulosa y el colorante reactivo se encuentran en contacto con el agua, la cual también es capaz de reaccionar con el grupo reactivo del colorante, dando lugar al denominado colorante hidrolizado, en el cual el átomo o grupo reaccionante ha sido transformado en OH; este colorante hidrolizado ha perdido su capacidad de formar enlace covalente con la celulosa siendo, sin embargo, absorbido como un colorante directo de mayor o menor afinidad, y por ello con solidez al lavado muy inferiores a las del colorante fijado covalentemente.

Ecuación V-3:  
POSIBLES REACCIONES DEL COLORANTE CON LA FIBRA  
Y CON EL AGUA



En la tintura el colorante fijado se halla en las tres formas posibles que aparecen en (Ecuaciones V-12), II, IV, y V, si bien sus propiedades relativas dependen del método y las condiciones de tintura ya que la reacción del segundo átomo de cloro precisa mayor alcalinidad y temperaturas más elevadas que el primero, comportándose como un colorante monoclorotriazínico.

El compuesto VI es el compuesto hidrolizado que puede fijarse a la celulosa por valencias residuales.



En los compuestos monoclorados las reacciones posibles son semejantes a las señaladas para los compuestos III, V y VI, en donde el grupo  $-OH$  en los dos primeros y uno de los grupos  $OH$  en el tercero están substituidos por un radical  $-R$ . Análogas reacciones se producen en los colorantes que forman éteres de celulosa, los cuales pueden también hidrolizarse.

Debido a las reacciones señaladas, que tienen lugar con grupos hidroxilos ionizados de la celulosa, se necesita un medio alcalino para producir en la extensión necesaria dicha ionización con pH entre 8 y 11; en estas condiciones, la solución contiene también mayor cantidad de iones  $-OH$  que pueden hidrolizar el colorante, por lo que en los procesos de tintura se debe trabajar en aquellas condiciones que disminuyan al mínimo posible la hidrólisis del colorante.

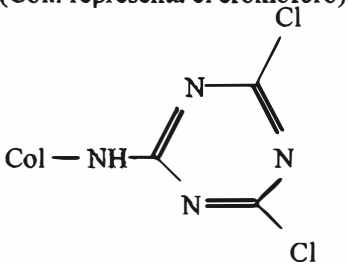
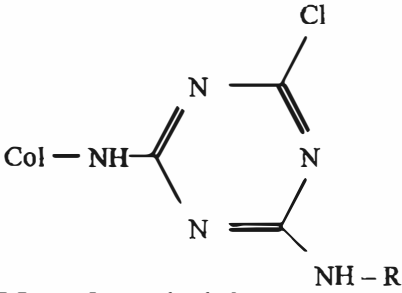
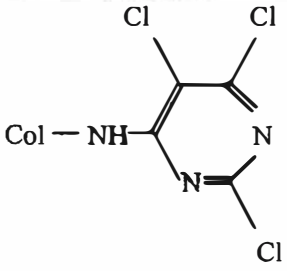
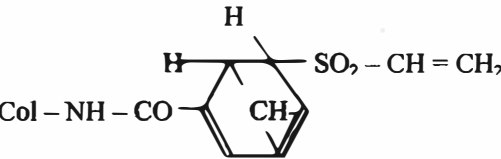
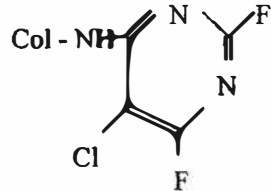
El grupo de sustitución  $X$  (Cl. o F) reacciona con el excedente de álcali del baño de tintura para formar la sal sódica correspondiente (ClNa o FNa).

#### **Ventajas de los Colorantes MonoCloroTriazina.**

- Por su sustentividad elevada tiene mejor índice de agotamiento fijación.
- Reactividad más lenta.
- Enlace con celulosa es estable en medio alcalino.
- Sensibles al medio ácido.
- Más económico que otros colorantes.
- La mayoría de colorantes reactivos son de este tipo.

**Tabla V-6:**

**GRUPOS REACTIVOS Y NOMBRES COMERCIALES DE LOS COLORANTES REACTIVOS PARA FIBRAS CELULOSICAS**

<b>Grupo reactivo</b>	<b>Año Aparición</b>	<b>Nombre Comercial</b>
<p>(Col.: representa el cromóforo)</p> 	1956	Procion M (I.C.I.)
<b>Diclorotriazinicos</b>		
	1957	Cibacron (CIBA) Procion H (I.C.I.)
<b>Monoclorotriazinicos</b>		
<p><b>Col. - SO<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - SO<sub>3</sub>H</b></p> <p><b>Vinilsulfónicos</b></p>	1958	Remazol (Hoechst)
	1960	Drimaren (Sandoz) Reactor (Geigy)
<b>Tricloronirimidínicos</b>		
<p><b>Col. - SO<sub>2</sub> - NH - CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub> - OSO<sub>3</sub>H</b></p> <p><b>Vinilsulfonamídicos</b></p>	1960	Levafix (Bayer)
	1967	Solidazol N (C.F.M.)
<b>Vinilsulfónicos</b>		
	1971	Drimaren R (Sandoz)
<b>Monocloro difluor pirimidínicos</b>		

En realidad cada grupo reactivo tiene sus características particulares que se hacen notar en casos específicos, cuando se requiere solidez especiales para un uso determinado.

#### **5.4.5 Solidez de la Unión Química colorante – Fibra.**

##### **5.4.5.1 Causas de una hidrólisis ácida**

- Neutralización insuficiente después del mercerizado.
- Uso de un catalizador extremadamente ácido durante el acabado.
- Aplicación de agentes suavizantes bajo condiciones anormales ácidas.
- Sudor ácido.
- Liberación de sustancias ácidas durante el almacenamiento (procede del material acompañante, por ejemplo PVC del empaque, bajo influencia del calor de la luz).
- Enjuague insuficiente en caso de que se trate con agua débilmente ácida o agua desmineralizada.

##### **5.4.5.2 Causas de una hidrólisis alcalina**

- Condiciones de fijación inadecuada (tiempo de fijación prolongado condiciones de pH y/o temperaturas demasiado elevadas).
- Lavado a temperatura superior a 70°C antes de la eliminación total del álcali.
- Mercerizado posterior del artículo ya teñido.
- Lavado repetido con detergentes tradicionales a temperaturas superiores a 60°C.

##### **5.4.5.3 Otras alteraciones**

Después de un lavado conteniendo perborato o bicarbonato, también se puede producir una alteración de la unión química. Un fenómeno similar puede

observarse en presencia de cloro, aun en concentraciones bajas, alrededor de 0.6 a 10 p.p.m.

#### 5.4.6 Desarrollos en colorantes reactivos.

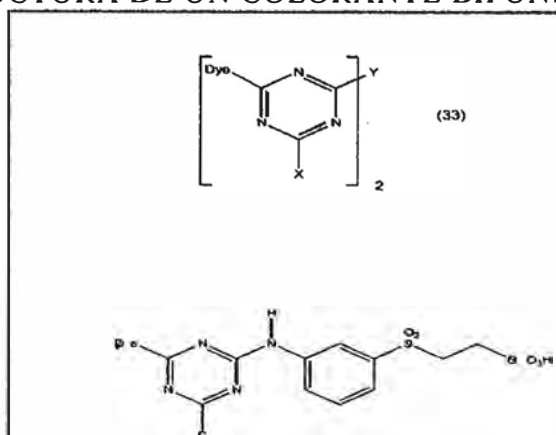
Sobre las pasadas cuatro décadas en el uso de colorantes reactivos, un enorme esfuerzo de investigación fue dedicado a esta área por las compañías líderes de fabricación de colorantes. Las fuerzas impulsoras en la investigación de colorantes reactivos y desarrollo se debieron a:

- La necesidad de productos con la mayor economía.
- Mejor desempeño de entorno.
- Mejoramiento de las propiedades técnicas.
- Un proceso de fabricación de colorantes más eficiente.
- Ciclos de teñido más cortos.
- Incremento en el porcentaje de la producción del colorante al “hacerlo bien la primera vez”.
- El uso de colorantes estables más eficientes y
- El uso de cromóforos más fuertes.

##### 5.4.6.1 Bifuncionales (Vinilsulfón + MonoCloroTriazina)

El colorante tiene dos grupos reactivos, el monoclorotriazina y el vinilsulfon, por tanto tiene la ventaja de ambos grupos. La idea básica en estos colorantes es el uso de ambos sistemas reactivos generales en la misma molécula del colorante.

#### ESTRUCTURA DE UN COLORANTE BIFUNSIONAL



### Ventajas de Colorantes bifuncionales MonoCloroTriazina/VinilSulfón .

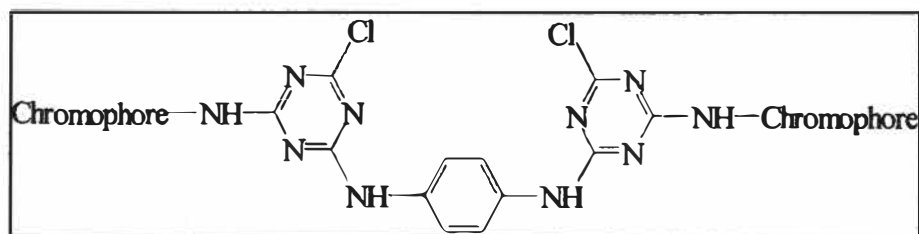
- Mejor efecto sinérgico.
- El rango de temperatura de la tintura se amplía y la reproducibilidad de las tinturas por agotamiento mejorada al poseer el colorante dos núcleos reactivos de diferente reactividad.
- La reproducibilidad en tinturas a la continua, semicontinua y estampados es mejorada debido a la mejor estabilidad en alcali del colorante.
- El grado de agotamiento y fijación del colorante aumenta gracias a la sustantividad que confiere el radical monoclorotriazinico.
- El enlace colorante-fibra es estable en medio ácido y alcalino mayor estabilidad al cloro y perborato.

#### 5.4.6.2. Bireactivos (Monoclorotriazina + Monoclorotriazina -(calientes))

Son colorantes con 2 grupos reactivos MCT, con el propósito de aumentar la fijación.

Los grupos reactivos son de baja reactividad mejorando su difusión, igualación y lavabilidad.

#### ESTRUCTURA DE UN COLORANTE BIREACTIVO



#### 5.4.6.3 Polireactivos

Tiene más grupos reactivos de fijación eficientes (selectiva).

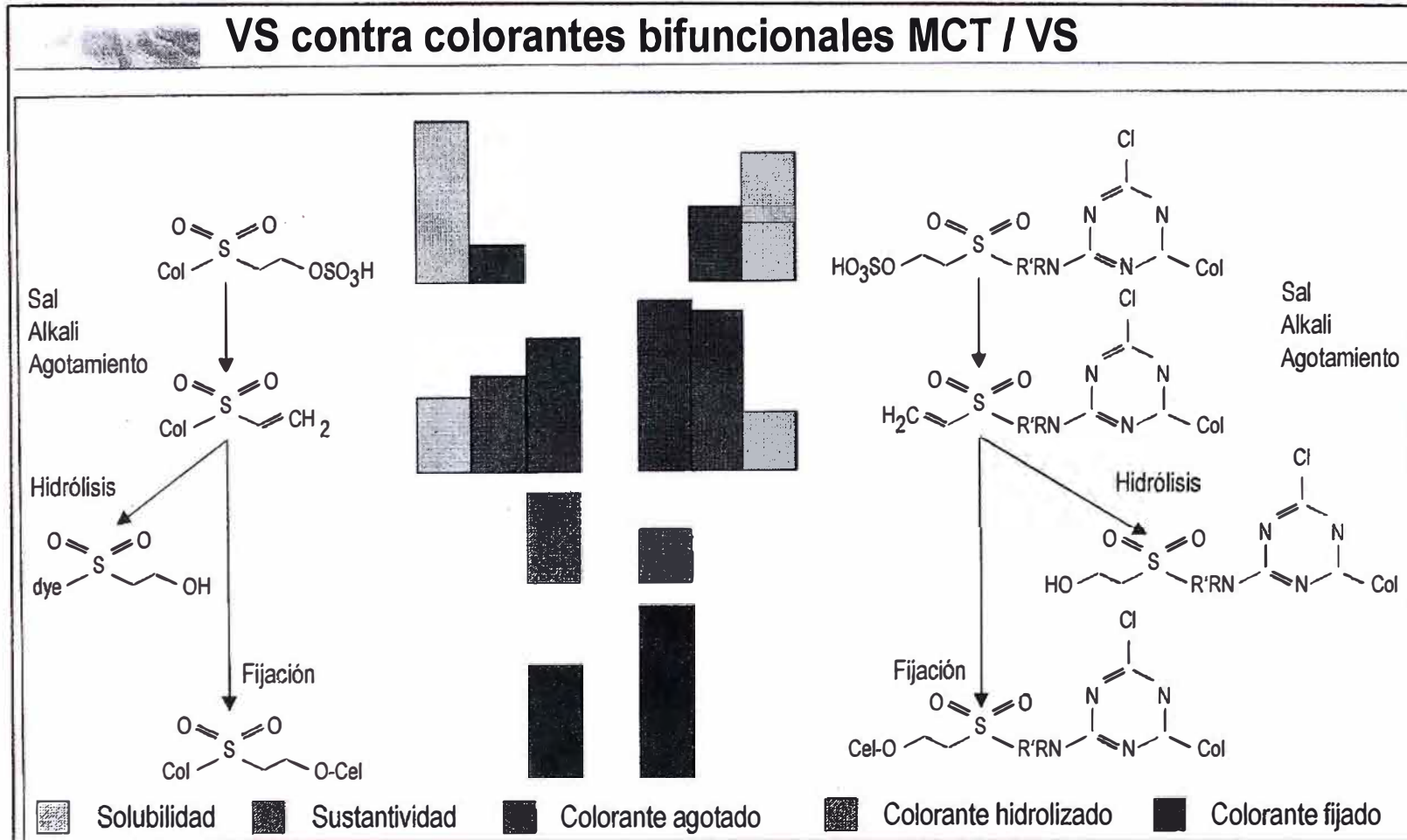
Si tiene un grupo reactivo, la fijación será de 60%.

Si tiene 2 grupos reactivos, la fijación será de 84%.

Si tiene 3 grupos reactivos, la fijación será de 93.6%.

Si tiene 4 grupos reactivos, la fijación será de 97.44%.

FIGURA V-8:



**FIGURA V-9:  
CARACTERISTICAS QUE LE CORRESPONDES A LOS GRUPOS  
REACTIVOS**

High ← Reactivity → Low	Acid Hydrolysis	Alkaline Hydrolysis	Perborate Washing
DCT	●	■	■
FCP	■	■	▲
DCCh	●	■	▲
MFT	●	■	■
2xMFT	●	■	■
MFT+VS	▲	▲	■
MCT+VS			
VS 2 x VS	■	●	■
MCT	●	■	■
2x MCT	●	■	■
MCT md.	▲	■	■
TCP	■	■	▲

■ = good    ▲ = mediocre    ● = poor

- |      |                        |
|------|------------------------|
| DCT  | Diclorotriazina        |
| FCP  | Difluorcloropirimidina |
| DCCh | Dicloroquinoxahina     |
| MFT  | Monofluortriazina      |
| MCT  | Monoclorotriazina      |
| TCP  | Tricloropirimidina     |



#### 5.4.7 Etapas del Teñido

Independientemente del grupo reactivo, la tintura de algodón con colorantes reactivos puede decirse que pasa por tres etapas:

**Primera Etapa.**- El colorante es adsorbido en la superficie antes de penetrar en el cuerpo de la fibra. En este momento existe un estado de equilibrio dentro de las moléculas de colorante en la fibra y en el baño de tintura.

En esta etapa debe hablarse principalmente de la sustantividad y debe ser considerada como un estado temporal, dependiendo de varios parámetros como: afinidad, concentración del colorante, concentración del electrolito, temperatura, pH, relación de baño, característica de la fibra.

En condiciones neutras los procesos que ocurren son casi enteramente físicos, por que las concentraciones de iones oxhidrilo y celulosato son extremadamente bajas.

**Segunda Etapa.** - Esta es la más importante, se encuentra en todos los procesos de aplicación, bajo numerosas condiciones de temperatura y pH. Aquí se da la reacción entre el colorante y la fibra. Pero simultáneamente con esta reacción se puede observar reacciones competitivas que conducen a la inactividad de los grupos reactivos, efecto que se trató anteriormente conocido como hidrólisis.

Cuando se adiciona el álcali al baño de tintura, el colorante adsorbido reacciona con la celulosa a una velocidad sustancial, a causa del aumento de concentraciones de iones celulosato

La función del álcali es producir los iones celulosatos capaces de reaccionar con dicho carbono, sin álcali no hay reacción posible.

La REACCION iniciada en esta forma resulta en la formación de un compuesto colorante – celulosa, que ya no puede abandonar la superficie de la fibra, de tal manera que la desorción que ocurría en medio neutro se ve frenada sustancialmente.

Los parámetros que influyen en la cinética del proceso de fijación son las condiciones de aplicación: Temperatura, pH, tiempo, la intensidad del matiz y las características del colorante reactivo.

**Tercera Etapa.**- Se debe eliminar el colorante hidrolizado, se trata de la operación de jabonado. La eliminación completa del colorante no fijado por medio de un proceso de enjuague y jabonado es determinante en lo que respecta a las solidez de la tintura.

Etapas:

- Enjuague para eliminar del baño de tintura los restos de álcali, electrolito y colorante hidrolizado.
- Neutralizado ( a pH 7).
- Jabonado para difundir en el baño los restos de álcali y colorantes hidrolizados que están adheridos a la fibra.
- Eventualmente jabonar por segunda vez. Los restos de colorante hidrolizado que aun permanecen en el baño y/o en la fibra se deben eliminar lo máximo posible.

Parámetros que influyen:

- La afinidad del colorante por la celulosa.
- Contenido de electrolito: A mayor contenido de electrolito en el baño de jabonado se obtienen peores resultados.
- pH: El mejor resultado en el jabonado se obtiene a pH entre 6.5 y 7.5.
- Temperatura: Una temperatura elevada en el jabonado mejora la solubilidad del colorante hidrolizado pues favorece su desagregación. Además, la afinidad por la fibra celulósica del colorante hidrolizado se minimiza al aumentar la temperatura del baño de jabonado.
- Relación de baño: A mayor relación de baño, mejor eliminación del colorante hidrolizado.
- La dureza cálcica merman el resultado del baño de jabonado.

### 5.4.8 Parámetros de control

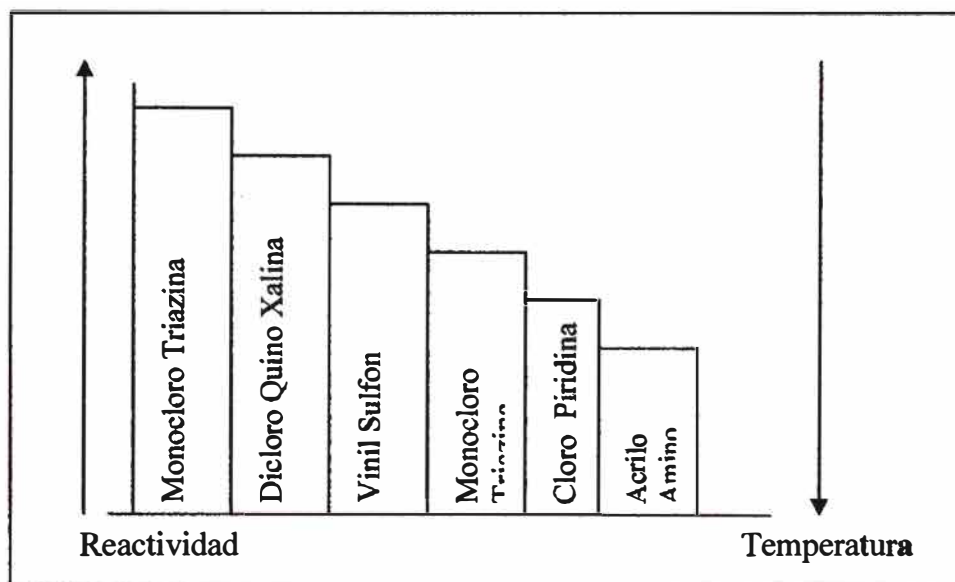
#### Efecto de la Temperatura

El agotamiento del colorante al momento del equilibrio, aumenta cuando menor es la temperatura. En la práctica, éste efecto no siempre es así, ya que la velocidad del teñido disminuye al hacerlo la temperatura.

Los colorantes de bajo peso molecular, poseen una alta velocidad de difusión dentro de la fibra, de tal manera que un equilibrio puede ser obtenido rápidamente aún a temperatura ambiente y en tiempos tan cortos como 30 minutos. Sin embargo, la velocidad de difusión del colorante y la velocidad de reacción aumentan con la temperatura.

Estas consideraciones poseen influencias en las técnicas de aplicación. En licores de teñido neutro, el colorante reactivo se comporta como un colorante directo; al agregar el álcali, la reacción comienza a tomar lugar, por supuesto ayudada por la temperatura óptima para cada núcleo reactivo. Los diferentes núcleos reactivos conocidos comercialmente poseen diferentes reactividades promedios y por consiguiente, diferentes temperaturas de aplicación.

Figura V-10:  
REACTIVIDAD RELATIVA PROMEDIOS DE LOS DIFERENTES GRUPOS  
REACTIVOS COMERCIALES



La eficiencia del proceso depende de seleccionar las condiciones en las que la reacción con la fibra toma lugar al máximo.

Con telas pesadas o hilados retorcidos, es necesario una temperatura más elevada para permitir una penetración uniforme del colorante, Por lo tanto se deben seleccionar colorantes con estas características para este caso.

En general, en todo proceso de teñido su agotamiento y fijación se lleva a cabo a la temperatura óptima del núcleo reactivo, para garantizar la completa fijación del colorante y ayudar en la velocidad del teñido, asegurando de esta manera la máxima fijación del colorante en al fibra.

### **Efecto del electrolito**

La mayoría de los colorantes reactivos deben su solubilidad en agua a la presencia de grupos sulfónicos en su molécula. En licores de teñido neutros (licor previo a la adición del álcalis) los colorantes reactivos poseen afinidades hacia la celulosa comparables a aquellas de los colorantes directos de pobre afinidad, y por consiguiente agotan mejor en presencia de electrolito. Se requieren concentraciones mayores de electrolito en los alrededores de 30 gramos por litro.

El agotamiento de los colorantes reactivos es esencialmente controlado por adiciones de electrolito, ya que el control por temperatura aumenta también la velocidad de reacción del colorante.

Se requiere que la mayor parte de colorante reaccione con la fibra y no con el agua, esto se logra por un agotamiento paulatino controlado por las adiciones de electrolito y una activación posterior del núcleo reactivo mediante la temperatura una vez que el colorante se encuentra en la fibra.

### **Efecto de la relación de baño**

Se ha mencionado que los colorantes reactivos poseen afinidades comparables solo a aquellas de los colorantes directos de muy baja afinidad, la razón principal para la selección de cromógenos de baja afinidad por la celulosa en la fabricación de colorantes reactivos es el comportamiento del colorante hidrolizado. Si se usan estructuras que poseen alta afinidad, siempre habrá

parte del colorante hidrolizado que posee una afinidad comparable al colorante original difícil de extraer durante el lavado; pero debido a su afinidad capaz de manchar prendas que se laven junto con ella durante el lavado doméstico. Al poseer baja afinidad por la celulosa el colorante hidrolizado permanece en el baño del teñido y es más fácilmente eliminado durante el lavado. Por otro lado, durante el teñido, los colorantes de mayor afinidad proveen los mejores procedimientos tintóreos, especialmente en tinturas de relación alta de licor. En el teñido por método continuo, los colorantes de baja afinidad poseen ventajas al disminuir el efecto cola y teñidos dispares. Los fabricantes de colorantes, han tratado de solucionar este problema produciendo dos gamas de colorantes reactivos, una de poca afinidad y alta reactividad para procesos continuos y otra de relativamente mayor afinidad para hacerlas más económicas y recomendadas para métodos de agotamiento.

### **Efectos del pH y Tiempo de Teñido**

El teñido con colorantes reactivos toma lugar en dos etapas: primeramente, la adsorción del colorante por la fibra de una manera análoga al de los colorantes directos; seguido de la reacción del colorante absorbido por la fibra. La reacción sólo toma lugar en medio alcalino cuando los grupos oxhidrilos de la celulosa son convertidos en agentes nucleofílicos celulosatos capaces de reaccionar con el colorante.

El efecto del álcali es doble, el incremento del pH del medio aumenta la velocidad de reacción; pero el excederse de 11, disminuye considerablemente el poder de agotamiento del colorante y con este una menor eficiencia de fijación.

**El pH óptimo es un compromiso entre el valor más bajo posible para obtener una completa fijación en un tiempo apropiado de teñido.** De esto se hace uso en la práctica para evitar la hidrólisis del colorante en solución al usar álcalis más débiles, y prolongar el tiempo de reacción a una temperatura constante.

## **5.5 DESARROLLO DEL TEMA.**

### **5.5.1 Tecnología del Proceso de Producción en la Tintura de Tejidos de Punto de Algodón con Colorantes Reactivos..**

El alcance de este informe se restringe a examinar los colorantes reactivos disponibles, y a la discusión de los parámetros, los cuales son muy importantes en el desarrollo de una gama de colorantes reactivos adecuados para celulosa.

Los problemas más graves que surgen cuándo se aplican colorantes reactivos al algodón, particularmente al tejido de punto, son:

- Reproducibilidad del color.
- Degradación del teñido, particularmente en colores ternarios o tricromías. Mala solidez.
- Efecto sinergetico, particularmente en maquinarias de baja relación de baño.
- En el teñido de la celulosa con colorantes reactivos, hay que considerar la compatibilidad de los colorantes en una combinación binaria o terciaria para garantizar una buena reproducibilidad del matiz del laboratorio a planta o de lote a lote. usado. Por ejemplo, para una tricromía, es importante que los tres colorantes demuestren las siguientes propiedades:
  - Semejante perfil de SERF.
  - Sin efectos de bloqueo (cuando un colorante inhibe el agotamiento de otro).
  - Similar sensibilidad (baja) a cambios en las variables de procesamiento, tales como, concentración de electrolitos, concentración de álcali, relación de baño y la duración del proceso.

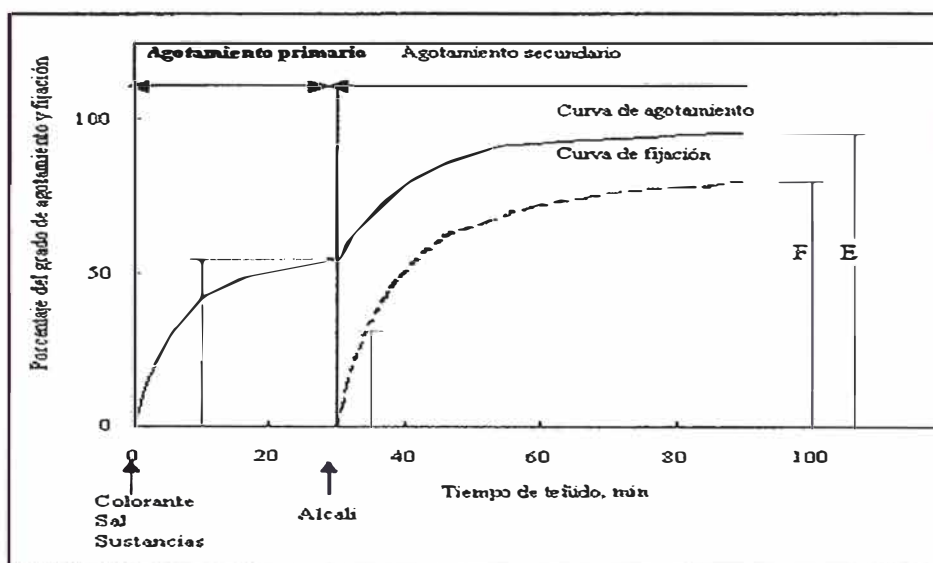
Si todas estas propiedades se logran, las oportunidades de obtener una buena reproducibilidad del matiz de laboratorio a planta, y entre lote y lote, dan como resultado altos niveles de “hacerlo bien la primera vez”, y por lo tanto la producción aumentará satisfactoriamente.

## 5.5.2 Caracterización de la Materia Prima y los colorantes

### 5.5.2.1 Los colorantes

El más importante diagnóstico en el desempeño de la aplicación de un colorante reactivo es su perfil SERF “Sustantividad-Agotamiento-reactividad-Fijación”. Cuando se usa en unión con la información de las propiedades de migración del colorante, el tintorero es capaz de predecir cuáles son los parámetros necesarios para dar una atención especial durante el proceso de aplicación. Considere un perfil típico de SERF para un colorante reactivo.

Figura V-11:  
PERFIL SERF DE LOS COLORANTES REACTIVOS



- **Substantividad (S):** Es el porcentaje de absorción del colorante por la fibra, después de un tiempo promedio de 30 minutos, en la ausencia de álcali y en la presencia de electrolitos. Esto consiste solo en colorantes físicamente conectados a la fibra.
- **Agotamiento (E):** El porcentaje de absorción del colorante en la fibra al final de la etapa de fijación. Esto incluye el colorante químicamente fijado en la fibra y físicamente unido a la fibra.
- **Fijación (F):** El porcentaje de colorante químicamente unido a la fibra al final de la etapa de fijación.

- **Reactividad (R):** El porcentaje de fijación que ocurre durante los primeros cinco minutos después de la adición de álcali (F5/F).

Generalmente los colorantes de alta substantividad se ‘absorben’ rápidamente causando baja igualación, ya que ellos actúan recíprocamente muy fuerte con la fibra, éstos pueden presentar dificultad al lavado.

A diferencia que con los colorantes de baja substantividad, estos son absorbidos débilmente por la fibra y se muestra una baja eficiencia en la fijación, pero se lavan fácilmente. Este nivel de equilibrio será influenciado por factores tales como concentración de electrolitos, temperatura y relación de baño.

El índice de migración (MI) es una medida de la habilidad del colorante de emigrar durante el proceso de teñido, antes de la fijación. Un alto índice de migración se asocia con un buen nivel de propiedades.

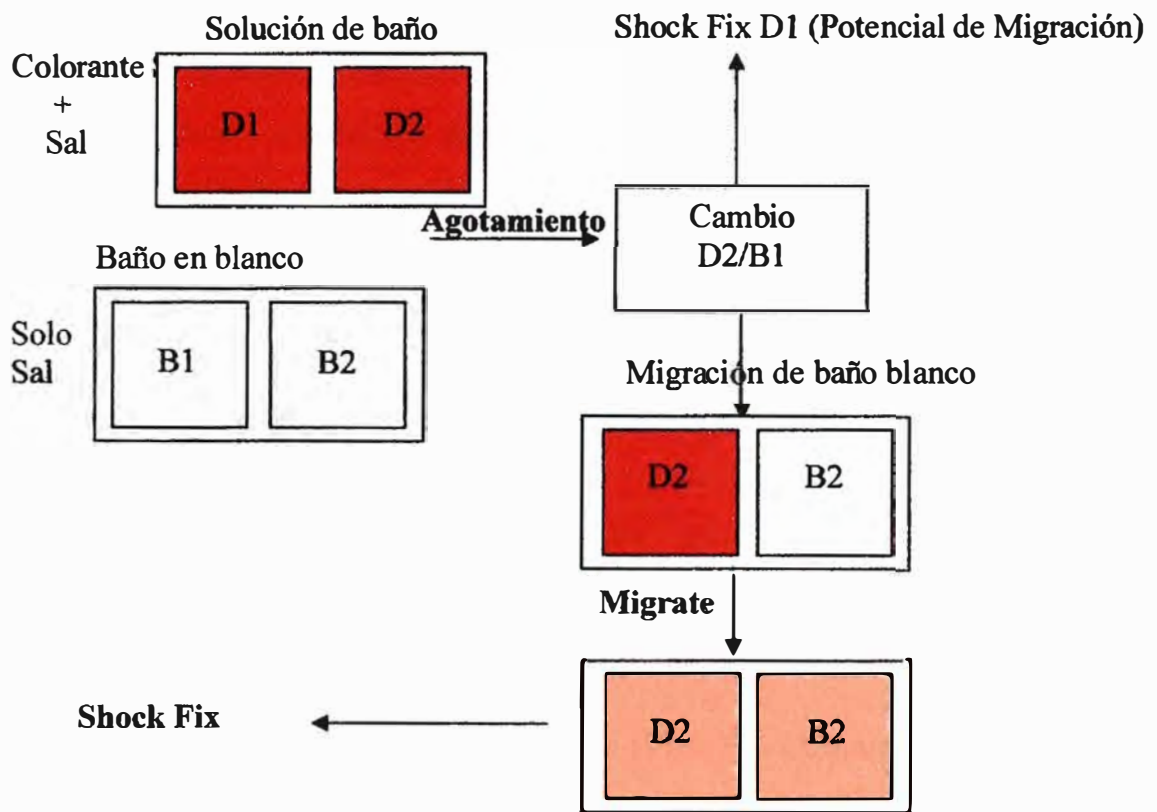
Para demostrar este concepto, es apropiado hacer una descripción breve del método para cuantificar este índice.

La Máquina de teñido se puso a 80°C con dos tubos A y B. El tubo A (solución de baño) contiene colorante, sal y dos pedazos de tela marcada D1 y D2 (testigos). El tubo B (baño en blanco) contiene sólo la misma cantidad de sal y dos pedazos de tela marcada B1 y B2. Los dos tubos fueron puestos a 80°C a un agotamiento permitido de 30 minutos, después del cual la muestra D2 de la solución de baño fue cambiada por la muestra B1 del baño en blanco. El proceso fue continuado por 15 minutos a 80°C (para permitir que la migración ocurra en el baño en blanco) antes de agregar el álcali. Se continuó el teñido por 60 minutos más a 80°C para realizar la fijación. Posteriormente, los modelos fueron removidos, lavados y secados. El grado de migración durante el proceso de teñido puede ser valorado cuantitativamente por la diferencia del matiz de las muestras B2 y D2. Si un colorante exhibe propiedades de migración perfecta, entonces el color de las muestras B2 y D2 serán idénticos. Gráficamente, este proceso puede ser representado como sigue en la Figura V-12.



Figura V-12:  
MEDIDA DEL INDICE DE MIGRACION

Diagrama de Flujo:



Los factores MI son definidos por la Ecuación 3.1:

$$MI \quad (\%) = \frac{\text{Rendimiento del color en tela B2}}{\text{Rendimiento del color en tela D2}} \times 100 \quad (3.1)$$

Collishaw describe otros parámetros importantes, tal como el nivel de teñido del factor (LDF por sus iniciales en ingles), que es usado para valorar la compatibilidad de los colorantes.

Antes de la fijación, un alto MI es asociado con un buen nivel de propiedades al teñir y el factor del nivel de teñido (LDF) es definido por la Ecuación 3.2.

$$\text{LDF (\%)} = \frac{S}{E} \times \text{MI} \quad (3.2)$$

Los recientes desarrollos en procesos de teñidos de agotamiento se han encaminado en cierto modo a reducir la relación de baño, y ayudar a conservar agua, energía y aumento de la productividad. Si los colorantes en una tricromía no son compatibles, ellos responderán diferente a cambios menores en las condiciones del proceso, que a menudo se encuentran en el fabricante, y fallan en dar una adecuada reproducibilidad del matiz. Sin embargo, si todo colorante dentro de cierta gama tienen un perfil muy semejante en el teñido, entonces el alcance para tal error es más reducido y esto en cambio, encamina a una mayor productividad del fabricante sin necesidad de gastar el capital.

#### **5.5.2.2 La Materia prima – El Algodón (Visto en el Capítulo V – 5.1)**

#### **5.5.3 Descripción General del Proceso.**

Se enfocará la descripción desde cuatro variables importantes en el proceso de tintura con colorantes reactivos, buscando la posibilidad de la mejora del mismo.

##### **5.5.3.1 Fibra**

En ocasiones cuando la calidad del algodón lo permite se hacen teñidos en simultaneo, previa selección de colorantes, este proceso se dirige para colores claros o pasteles con colorantes directos, consiguiendo con esto acortar tiempos de producción. Por el desabastecimiento de algodón, constantemente se cambian los lotes de algodón, y por ello es difícil mantener la regularidad en el tono entre pedidos o lotes, de los diferentes matices.

### **5.5.3.2 Colorante**

La selección del tipo de colorante a usarse depende del tipo de material a teñirse. Con materiales de hilos muy retorcidos, de construcción muy densa o de mucho peso, se requiere de colorante con buena penetración y por consiguiente de baja reactividad para poder ser teñidos a mayor temperatura.

Se trabajaba con colorantes vinilsulfonas con resultados no eficientes, que alcanzan un rendimiento del 65-70 % del colorante.

### **5.5.3.3 Proceso**

El método consiste en trabajar el material en un baño neutro a la temperatura óptima para dicho colorante por espacio de 10 a 20 minutos. Es común la adición de un agente secuestrante iónico del tipo fosfato, ya que agentes más eficientes pueden también secuestrar el metal que contienen muchos de estos colorantes.

Por su baja afinidad es necesario el empleo de un electrolito de concentraciones de 30 a 80 g/l para asegurar un teñido económico. A continuación, se agrega al baño de teñido el álcali, usualmente carbonato de sodio, soda cáustica ó mezclas de ambos, para continuar el teñido por 60 a 90 minutos hasta lograr la fijación del colorante en la fibra.

Al final del teñido, aún en las mejores condiciones, la fibra posee colorante hidrolizado que necesita eliminarse para no afectar la solidez al lavado del teñido. Esto se logra con un lavado a ebullición con un secuestrante - dispersante durante unos 10 – 20 min, dependiendo de la intensidad del matiz, seguidos de un enfriamiento y un enjuague.

### **5.5.3.4 Maquinaria**

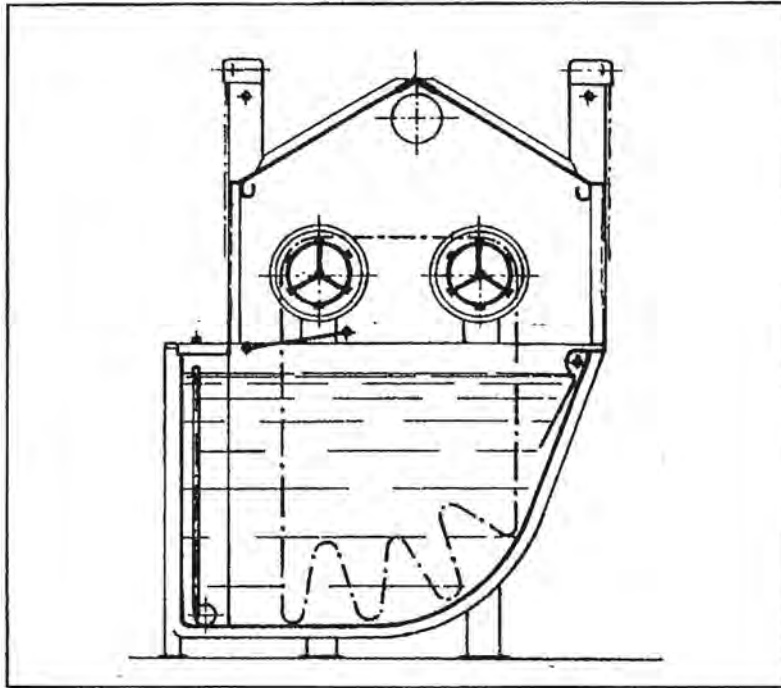
Los colorantes reactivos, como se ha podido constatar en párrafos anteriores, poseen poca afinidad por la celulosa, por lo que la maquinaria de baja relación de baño es recomendable.

En nuestro caso no ocurre así, ya que parte de la producción de reactivos se trabaja en Barcas.

### Barca de Torniquete.

La disposición esquemática fundamental de un torniquete puede apreciarse en la Fig. V-13, donde se observan los elementos fundamentales constituidos por:

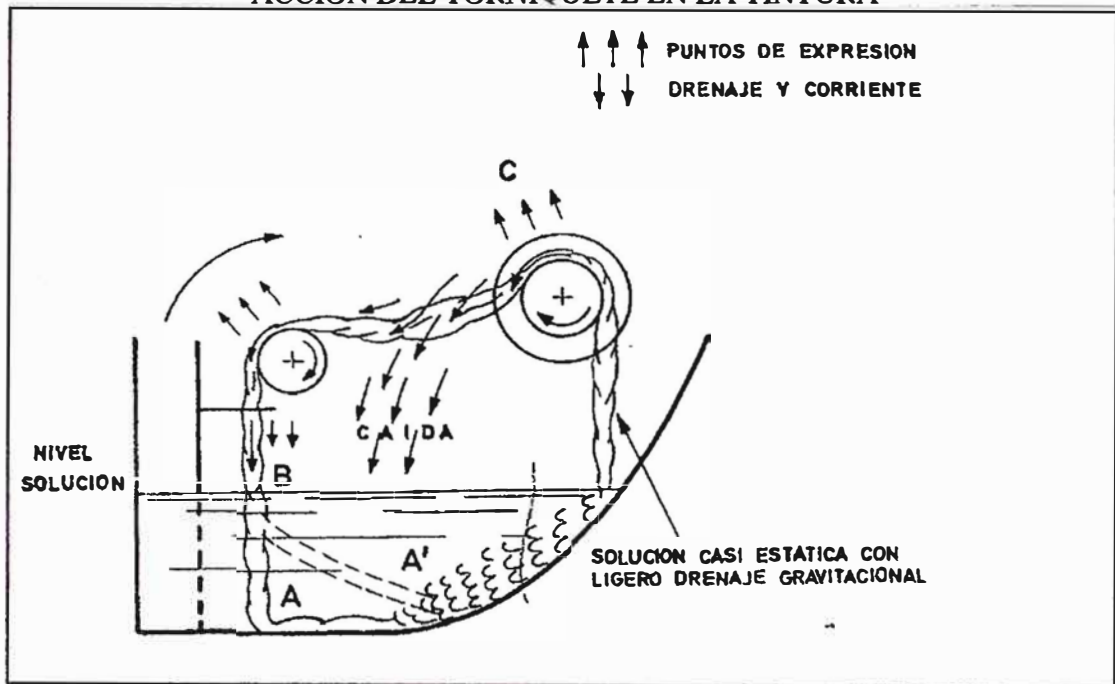
Fig.V-13:  
BARCA DE TORNIQUETE



- Una cuba de sección trapezoidal A. con uno de sus lados curvados, dividida en dos compartimentos, separados por un panel agujereado; en el compartimento de mayor dimensión se aloja el tejido convenientemente plegado, mientras que en el compartimento de menor dimensión se alojan los suministros de agua y vapor.
- Un elemento motriz, B, denominado devanadera, situada en la parte superior del torniquete y cuya forma puede ser elíptica o circular, dotada de movimiento de giro con el cual efectúa la traslación del tejido desde la cubeta o recipiente inferior.
- Unos barros, C, que efectúan la separación de las cuerdas de los tejidos y evitan que estas se entrecrucen al ser arrastradas por la devanadera.

- Un rodillo, D, cuya misión es la de actuar de acompañador del tejido en la trayectoria que éste hace desde la barca hasta la devanadera.
- Cubierta metálica o de madera provista de vidrio para tapar la parte superior del torniquete y evitar una evaporación considerable.
- Bomba de circulación que permite uniformizar la concentración del colorante y la temperatura en todo el volumen de la solución

Fig. V-14:  
ACCION DEL TORNIQUETE EN LA TINTURA



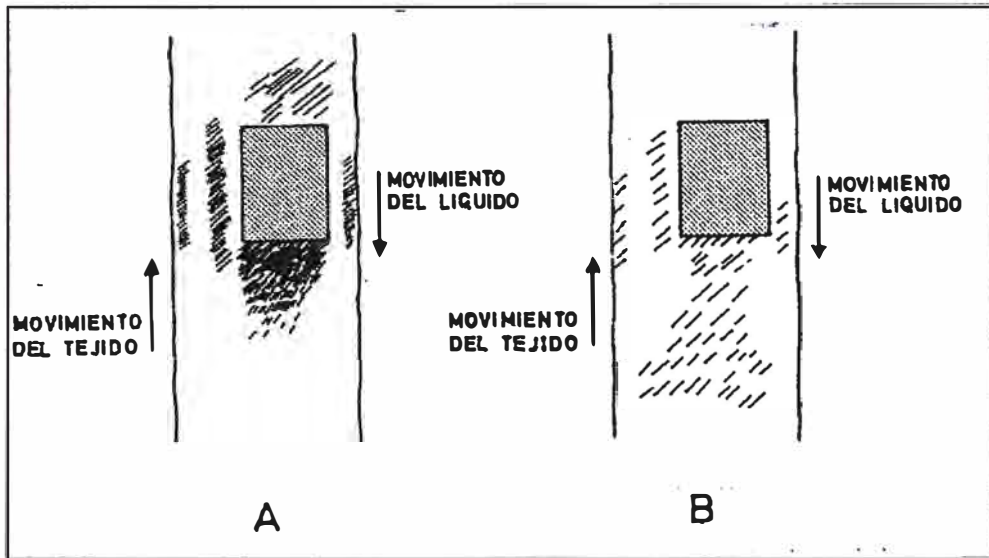
### Movimiento de la solución y del tejido en un molinete

Experiencias efectuadas por M. R. Fax, han demostrado que al aumentar la velocidad de paso del tejido se incrementa la transferencia del colorante desde las zonas más teñidas a las menos teñidas, existiendo unas condiciones óptimas de transferencia para cada tipo de colorante.

Así, por ejemplo, para los colorantes directos de la clase A o los colorantes reactivos no fijados sobre las fibras celulósicas, al variar la velocidad de movimiento del tejido de los 20 mt. a los 60 mt. por minuto, se obtiene una

migración del colorante en la forma como puede apreciarse en la Fig. V.15, A y B. que se muestra a continuación.

Fig. V-15 A y B:  
MIGRACION DEL COLORANTE SOBRE UN TEJIDO A DIFERENTES  
VELOCIDADES DE MOVIMIENTO.



Migración del colorante sobre un tejido a diferentes velocidades de movimiento.

Por estudios efectuados con modelos hidráulicos, se ha llegado a la conclusión que todo lo que sea incrementar la turbulencia del líquido sobre el tejido tiende a favorecer a la igualación; por lo tanto, debe de prestarse atención al diseño de las paredes de la cuba del torniquete, del separador o delantal y a la instalación de bombas, que permitan efectuar una circulación más enérgica de la solución en la cubeta del torniquete sin que se produzcan entrelazamientos entre las cuerdas de los tejidos.

Otro aspecto que influye sobre la igualación en la tintura con los torniquetes es la irregularidad de la temperatura existente en la solución contenida en la cubeta, y la diferencia de temperatura que tiene el tejido cuando está contenido en la cubeta y cuando se encuentra en la parte superior de la máquina.

También cabe mencionar que estas dificultades se centuan cuando el material a teñir es mas pesado o denso.

### Tintura en Jet

Bajo esta denominación se conoce una máquina empleada en los tratamientos en húmedo de los tejidos en cuerda, muy utilizada en tintura desde 1967, que tiñe mediante el principio de agotamiento y con circulación simultánea en equicorriente, de la solución tintórea y el tejido.

En general, el tejido es arrastrado por la solución tintórea que impulsada por una bomba a través de una tobera crea un flujo de líquido que impregna y arrastra al tejido en su movimiento, produciendo el desplazamiento de éste en la máquina.

El Jet fue inicialmente concebido para resolver los inconvenientes que se presentaban en la tintura de los tejidos de poliéster empleando torniquetes de alta temperatura (A.T.) y desde su lanzamiento al mercado en 1967 por Gaston County, ha conocido una gran expansión y evolución para irse adaptando a las diferentes exigencias planteadas por las estructuras de los tejidos, reducciones en el consumo de agua y acortamiento de los ciclos de tintura.

Dado el carácter de esta publicación, nos limitaremos a presentar cuatro esquemas básicos de los que podríamos considerar los cuatro grandes grupos de estas máquinas desde un punto de vista hidrodinámico.

Figura V-16:  
MAQUINA DIRECTA JET PURO

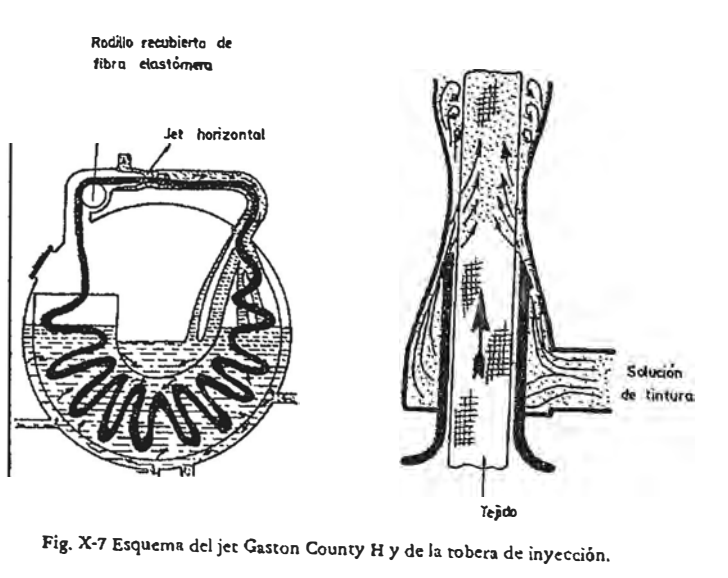
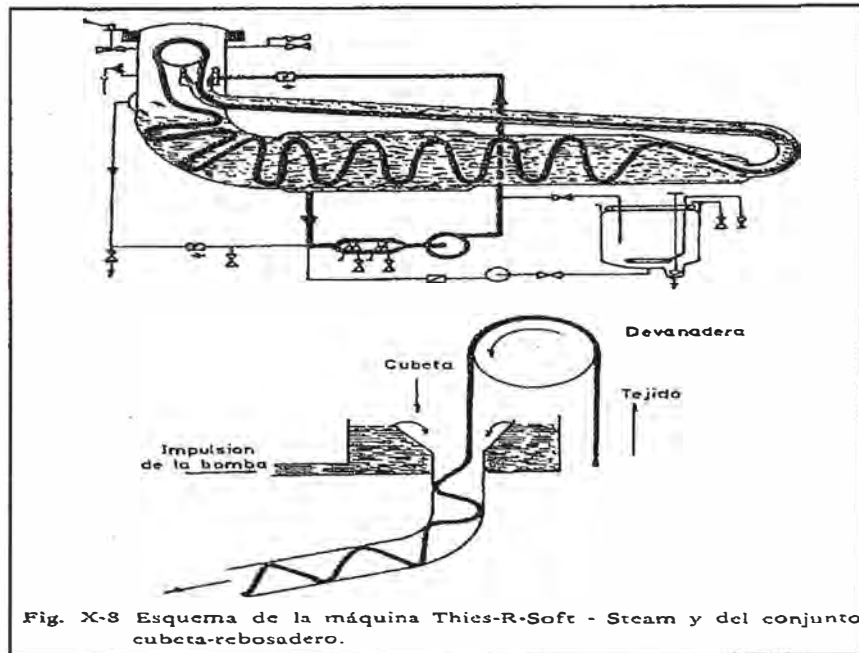


Figura V-17:  
MAQUINA LLENA DE FLUJO PROGRESIVO.



### Overflow

Es una máquina para el tratamiento del tejido en cuerda, con baño y material textil en movimiento, y con estructura y relación de baño muy parecidas al de una jet. La diferencia sustancial con la jet radica en que el deslizamiento del tejido está dado por el aspa motorizada y también en parte por el flujo del baño. La tobera del jet esta basado por el principio de Venturi (transporte de tejido a través de torniquetes por medios hidráulicos).

La cuerda del tejido ingresa por un tubo de desplazamiento.

### Maquinas tipo Airflow (Piratiningas)

Máquina de teñido de tejido en tubular tipo AIRFLOW construida con acero inoxidable, diseño cilíndrico para evitar deformaciones por presión, cuenta con triple fondo para reducir el consumo de agua y mejora la  $RB = 1/8$

Trabaja con 2 cuerdas de tejido (150 Kg cada uno) movidas por tres molinetes de acero inoxidable, controlados por un variador de ciclaje que a su vez mueve un motor reductor de GHP, permitiendo el ajuste exacto de velocidad dependiendo del tejido.



La cuerda es inflada por un dispositivo automático formando un balón de aire estrangulado por dos ejes del sistema de tracción.

Cuenta con una bomba de circulación de baño construido de acero inoxidable y movida por un motor de 12 HP haciendo fluir el baño a través de un intercambiador de calor, terminado en cuatro duchas permitiendo una mayor homogeneidad, luego para a través de dos filtros que van capturando todas las impurezas y/o residuos de algodón.

La temperatura de la máquina es controlada por un termómetro electrónico el cual dirige unas válvulas neumáticas de alta presión que son comandadas por válvulas celenoidales obteniendo el control absoluto del calentamiento o enfriamiento del baño a través del intercambiador del calor, el mismo que cuenta con una purga automática de condensado, optimizando su funcionamiento.

Asimismo cuenta con nivel automático de llenado de agua lo que evita desperdicios y además nos da un control exacto de la concentración del baño, cuenta también con control mínimo para proteger la bomba de circulación, de no trabajar en el vacío la descarga se hace a través de una válvula neumática de 6" ahorrándose tiempo, la carga se hace a través de una válvula neumática de 4" controlada por el nivel automático, y por último este tipo de válvula puede ser comandadas por cualquier tipo de programador, ya que los sistemas son compatibles con estos.

Las ventajas de esta máquina son:

- Muy buena igualación del teñido
- Mínima R/B.
- buena penetración del colorante sobre la tela.
- Menor maltrato del tejido.
- Las telas gruesas no se quiebran por lo tanto se necesita mínima cantidad de antiquitebre para el teñido.

Las desventajas son:

- Formación de espuma, por lo tanto se requiere antiespumantes.

## **5.5.4 Química del Proceso**

### **5.5.4.1 Mecanismo de la tintura reactiva**

El reconocimiento de que la adsorción de hidróxido de sodio por la celulosa está asociada con la neutralización y la formación de celulosato de sodio disociado, hace posible establecer un esquema simple de la reacción entre colorantes reactivos y la celulosa.

Cuando un colorante reactivo es aplicado en solución acuosa, se difunde dentro de la celulosa y es parcialmente absorbido en la interfase celulosa-agua en el interior de la fibra. Se establece entonces un equilibrio con el colorante que se difunde hacia y desde la fibra a iguales velocidades y que se adsorbe y desorbe de la superficie fibrosa también a velocidades iguales. Como los colorantes reactivos poseen habitualmente baja sustantividad, el agotamiento en baños neutros es generalmente bajo, especialmente cuando se aplican en baños largos.

En condiciones neutras los procesos que ocurren son casi enteramente físicos, porque las concentraciones de iones oxidrilo y celulosato son extremadamente bajas. Cuando se añade álcali al baño de tintura, sin embargo, el colorante adsorbido reacciona con la celulosa a una velocidad sustancial, a causa del aumento de concentraciones de iones celulosato. Como hemos visto, estos últimos se comportan como reactivos nucleofílicos y van a atacar un átomo de carbono del colorante, deficiente de electrones (electrofílico), mediante una reacción de sustitución nucleofílica. La función del álcali es producir los iones celulosatos capaces de reaccionar con dicho carbono; sin álcali no hay reacción posible.

La reacción iniciada en esta forma resulta en la formación de un compuesto colorante-celulosa (en lo sucesivo indicado como D- O- Cel ), que ya no puede abandonar la superficie de la fibra, de tal manera que la desorción que ocurría en medio neutro se ve frenada sustancialmente. La velocidad a la cual las moléculas de colorante llegan a la superficie de la celulosa desde la solución en el interior de la fibra, sin embargo, no se ve afectada; de tal manera que ocurrirá tanto una adsorción, como reacción y fijación adicionales.

Esto a su vez, reduce la concentración del colorante dentro de la fibra y permite la entrada de más colorante desde el baño de tintura, de tal manera que el agotamiento aumenta cuando se agrega el álcali.

El esquema del proceso de una tintura con colorantes reactivos sobre la celulosa, según Vickerstaff, está indicado en la siguiente figura, donde se designa D-X el colorante monohalotriazínico, siendo X cloro o flúor.

Figura N° V-18:  
ESQUEMA DEL PROCESO DE UNA TINTURA REACTIVA

X - Cl, F	Baño de tintura	Fibra	
	Colorante en solución en el baño de tintura	Colorante en Solución en el agua dentro de la fibra	Colorante absorbido sobre celulosa
Etapa de tintura neutra	D - X	D X	D   X
Etapa alcalina intermedia	D - X  D - OH	D - X  D - CH	D   X ↓ D   O ↓ D   OH
Etapa final en la que todo el colorante	D - OH	D - CH	D   OH  + D   O

### 5.5.5 Identificación de los problemas involucrados en el Proceso

Se hace necesario el planteamiento de las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las peores **amenazas** para una producción libre de fallas?

¿Cómo usar mejor nuestros recursos y administrarlos más efectivamente?

¿Cómo nos aseguramos que hemos tomado decisiones correctas?

¿Cómo nos aseguramos de obtener los mayores **beneficios** (valor)?

En esta etapa se hará referencia a lo que consideramos los 6 principios básicos de la tintura de fibras celulósicas con colorantes reactivos:

#### 5.5.5.1 Algodón

El nivel de impurezas metálicas presentes en el algodón es importante y lo más preocupante es que estos niveles están en crecimiento.

La demanda para obtener mayor productividad por Ha de algodón presiona para un uso creciente de agentes químicos para mejorar los cultivos.

Cuadro V-7:  
NIVEL DE CONTAMINACION DEL ALGODÓN POR COSECHA

Región de cultivo	Año	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn
Brasil Paraná Conchal	1985	2711	1119	313	6	30
Paraná Conchal	1987	1688	736	82	3	12
Paraná	1985	1197	922	132	4	17
Paraná	1987	1677	762	205	1	13
Sao Paulo	1985	944	863	72	1	13
Sao Paulo	1987	590	565	39	1	13
Colombia	1983	540	334	12	1	1
Colombia	1988	1100	808	252	0	10
USSR	1986	1320	567	112	3	6
USSR	1987	1734	987	123	2	6
USSR	1989	1888	1055	187	3	36
Sudan	1988	791	617	89	0	9
Sudan	1987	947	912	300	0	10

Agentes defoliantes de malezas, junto con fertilizantes y pesticidas para combatir plagas son una fuente de iones metálicos pesados

Requerimientos crecientes de cosechas record y cultivos “forzados”.

Geología de los suelos de cultivo.

Constitución de los suelos.

Condiciones climáticas durante el período de maduración (fuertes lluvias, por ejemplo pueden causar salpicaduras de las tierras a los tallos y cortezas, que como hemos visto son susceptibles a la adsorción de metales).

Técnicas de cultivos. Uso creciente de productos químicos.

Técnicas de cosechas. Cosechas mecánicas que incluyen tallos y cortezas.

#### **Evaluación del nivel de contaminación:**

Se toma un trozo de tela, se hace hervir en agua destilada, se enfría la solución hasta la temperatura ambiente y se mide el grado de dureza de la misma por una simple titulación. Merck provee un equipo muy sencillo para medir la dureza por el método de la gota “drop test”.

Este método es aplicado tanto a la tela cruda como a la tela preparada.

Esta información será muy valiosa para conocer la calidad y la uniformidad de los procesos de preparación y compuestos químicos a usar.

#### **5.5.5.2 Químicos**

- El análisis de la pureza y concentración de los químicos, así como la uniformidad en su presentación.
- La compatibilidad entre ellos.
- Biodegradabilidad.
- Hoja técnica

#### **5.5.5.3 Proceso**

- Problemas en la tintura, particularmente en tricromías.
- Reproducibilidad del color.
- Facilidad de jabonado, especialmente en máquinas de baja relación de baño.
- Incompatibilidad de los colorantes.
- Metodo adecuado para teñir sustratos difíciles.

- Curva de teñido adecuado para matices difíciles como: turquezas, verde y azulinos brillante.
- Influencia de la sal en la aplicación de tinturas con reactivos.

#### **5.5.5.4 Maquinaria.**

Desventajas de teñir en Barcas

- Elevadas relaciones de baño, por lo que el consumo de productos químicos, colorantes, agua y energía son elevados.
- Irregularidad del tono en los rollos teñidos de una misma partida.
- Baja reproducibilidad del color entre partida y partida.
- Problemas de quebradura y pilling.

#### **5.5.5.5 Personal**

- La compatibilidad entre ellos.
- Hacer una buena selección.
- Control de su producción libre de fallas.
- Capacitación constante.
- Control de asistencia y puntualidad.

#### **5.5.5.6 El agua**

Las impurezas del agua se pueden considerar:

- pH: El mejor resultado en el jabonado se obtiene a pH entre 6.5 y 7.5.
- Color y Turbidez: El color en el agua se debe principalmente a la presencia de partículas coloidales o dispersas de materia orgánica de composición desconocida, conjuntamente con hierro o manganeso coloidal.
- Dureza: Esta se produce por la presencia de sales cálcicas y magnésicas.

Se pueden considerar varios tipos de dureza:

- Dureza Total (DT).-Contenido Total de iones de Ca y Mg.
- Dureza cálcica total (DTCa).-Contenido total de iones Ca.
- Dureza de Carbonatos.-Conocida también como temporal (DTe), y que evalúa el contenido de bicarbonatos y carbonatos de Ca y Mg.

- Dureza no Carbonatada.- Conocida como permanente y que evalúa el contenido de cloruros, nitratos y sulfatos de Ca y Mg. Es igual a la diferencia entre (DT) y (DTe).
- La dureza se mide en “grados”, siendo su equivalencia:  

$$1 \text{ p.p.m CO}_3\text{Ca} = 0,1 \text{ G.F.} = 0,056 \text{ G.A.} = 0.07 \text{ G.I.}$$
- La presencia de sales cálcicas y magnésicas en el descrudado o lavado de las materias textiles puede producir la formación de compuestos insolubles que precipitan sobre las fibras de forma irregular, modificando adversamente su tacto y produciendo irregularidades en su absorción del colorante durante la tintura.
- Hierro y Manganeso: se encuentran en forma de bicarbonatos, sulfatos ferrosos o manganosos o combinados con la materia orgánica; también se presentan en el caso del hierro, como consecuencia de la corrosión de tuberías y contenedores.
- Alcalinidad: proviene de los hidróxidos, bicarbonatos o carbonatos de metales alcalinos o alcalino térreos que contienen el agua.
- Salinidad: Esta comprende al total de los aniones y cationes existentes y se determina mediante conductividad o residuo seco.

**Cuadro V-8:**  
**PARAMETROS DEL AGUA PARA TINTORERIA**

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
Dureza	0-3 °H.F.
Materias en suspensión (MES)	Menor a 5mg/l
pH	Cercano a 7
Residuo seco	Menor a 100mg/l
Materias reductoras	Indetectables
Hierro	Menor a 0,3mg/l
Manganeso	Menor a 0,01mg/l
Cobre	Menor a 0,01mg/l
DBO <sub>5</sub>	Cercano a 0

La dureza total no debe ser superior a los 5°HF

La calidad del agua requerida para las calderas depende de su presión de trabajo. Para calderas de baja presión basta la eliminación de la dureza; a presiones más elevadas, se requiere de una eliminación total de sólidos, desaireación y control adecuado del pH.

### **La “amenaza escondida del Bicarbonato”**

El Bicarbonato puede causar:

- pH: El mejor resultado en el jabonado se obtiene a pH entre 6.5 y 7.5.
- Mala igualación.
- Pérdida de colorante.
- Baja reproducibilidad de tonos.

La cantidad de Bicarbonato en el agua industrial ablandada puede variar:

- Según la dureza del agua entrante, que a su vez varía estacionalmente por el clima.
- Durante cada ciclo de intercambio iónico en la columna, antes de la regeneración.
- De un turno a otro durante el día.
- De un día a otro.
- De forma impredecible.

### **Origen del Bicarbonato en el baño**

La mayoría de tratamientos para ablandar el agua se basan en una columna de intercambio iónico. Esta consiste en una serie de capas de resinas de zeolita que absorben los iones de metales pesados y alcalino-térreos. El intercambio iónico remueve solamente los cationes, más no el anión bicarbonato que es potencialmente peligroso para la tintura con colorantes reactivos. El sistema funciona casi como una serie de cedazos moleculares (Figura V-29)



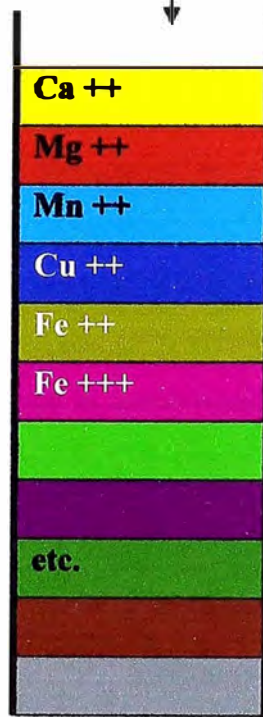
Figura V-19:  
COLUMNA DE INTERCAMBIO IONICO

Serie de resinas de zeolita

Absorbe metales pesados y alcalino-térreos, por ej.  $\text{Ca}^{++}$ ;  $\text{Mg}^{++}$ ;  $\text{Fe}^{++}$ ;  $\text{Fe}^{+++}$ ;  $\text{Mn}^{++}$ , que son reemplazados por iones de Sodio ( $\text{Na}^{+}$ )

Agua dura

Bicarbonato de Ca  
Bicarbonato de Mg  
 $\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$  etc.



$\text{Na}^{++}$   $\text{Na}^{++}$   $\text{Na}^{++}$   
Agua blanda  
Bicarbonatode sodio



### 5.5.6 El Laboratorio de Tintorería.

Esta área tiene la responsabilidad del desarrollo de colores y la selección adecuada de los colorantes que cumplan con las exigencias de calidad solicitados por cada cliente.

Otro aporte fundamental es el control de calidad de colorantes, químicos y auxiliares. Conjuntamente con planta se realiza la evaluación de nuevos procesos y la factibilidad de su ejecución.

#### 5.5.6.1 Percepción del color

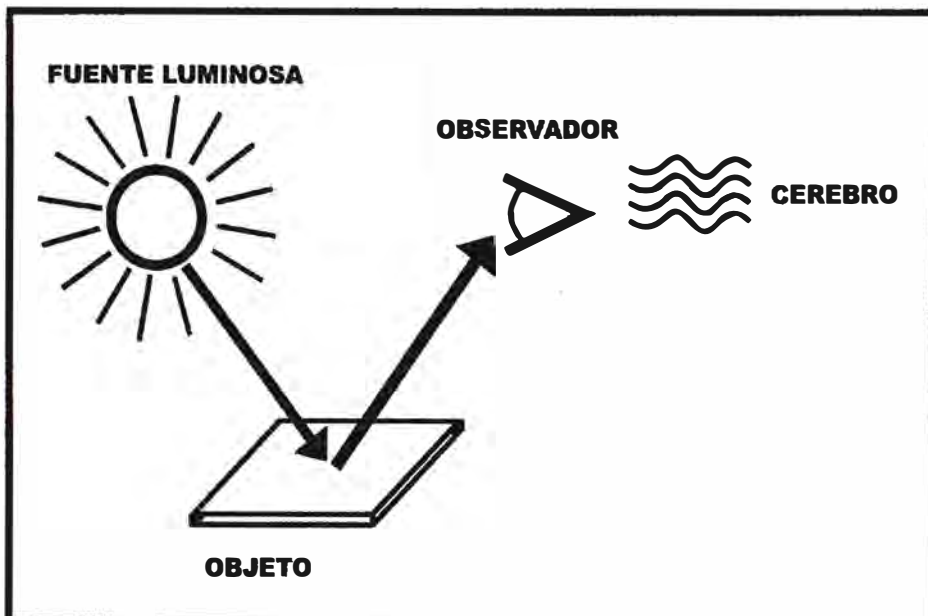
Los elementos básicos de la percepción del color son:

- Luz
- Objeto
- Receptor (en el cerebro)

Si falla cualquiera de estos tres elementos, no existe lo que llamamos la percepción del color.

Un receptor de colores es capaz de detectar la energía de luz que ha sido reflejada de un objeto y tomar una decisión acerca de lo que fue recibido. Una persona que ve el color esta usando la combinación del ojo y cerebro como receptor. El ojo detecta la luz reflejada y el cerebro interpreta lo que ha sido recibido.

Figura N° V-21:  
PERCEPCION DEL COLOR



Al incidir la luz con Energía  $E(\lambda)$  sobre una muestra de reflectancia  $R(\lambda)$  esta reenvía para cada longitud de onda la fracción  $R$  de la energía incidente  $E$ . Por consiguiente, en el ojo humano (observador) penetra la energía lumínica  $R(\lambda) * E(\lambda)$ , la cual es remitida por la muestra (objeto).

Los centros excitativos (receptores) de la retina sensible a la luz, convierten esta energía lumínica en señales nerviosas que provocan en el cerebro la sensación de color.

Siempre que queramos medir la formación del color, es decir cambiarlos a número, tendremos que incluir numéricamente los 3 elementos coparticipantes en el proceso de la visión.

Con los fotómetros espectrales que tienen las instalaciones modernas de colorimetría se miden solo las propiedades físicas del objeto, toda la información sobre las distintas fuentes luminosas y la sensibilidad del ojo humano frente a la luz de diferentes longitudes de onda ( $\lambda$ ) están memorizadas en los diversos programas de computadoras.

### **La luz**

Con el vocablo luz se designa la parte de la radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo humano.

Se trata del campo o la región de longitud de onda de 400 a 700 nm.

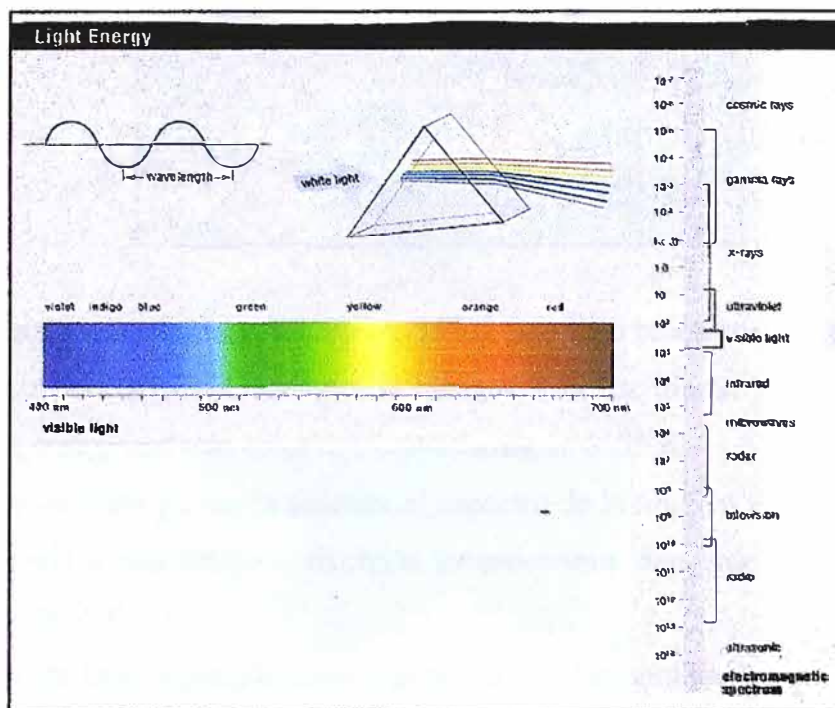
Al extremo de onda corta del espectro visible siguen las radiaciones ultravioletas y Rontgen, y al de onda larga, los rayos térmicos infrarrojos y las todavía más largas ondas de radio.

Las principales fuentes luminosas que encontramos en la vida diaria son: el sol, las lámparas eléctricas incandescentes y las lámparas fluorescentes; emiten una mezcla de luces monocromáticas de diversa longitud de onda más o menos blanca.

Ya en 1720 Newton demostró que la luz policromáticas podía descomponerse en luces individuales de distintas longitud de onda por medio de un espectrofotómetro.

Comúnmente se denomina luz o iluminante, pero debemos aclarar que un iluminante es luz definida por una curva de distribución de energía espectral que puede o no ser realizable como fuente, cuando un iluminante estándar puede ser hecha en forma física se vuelve fuente estándar es decir puede ser encendida o apagada.

Figura N° V-22:  
ESPECTRO VISIBLE

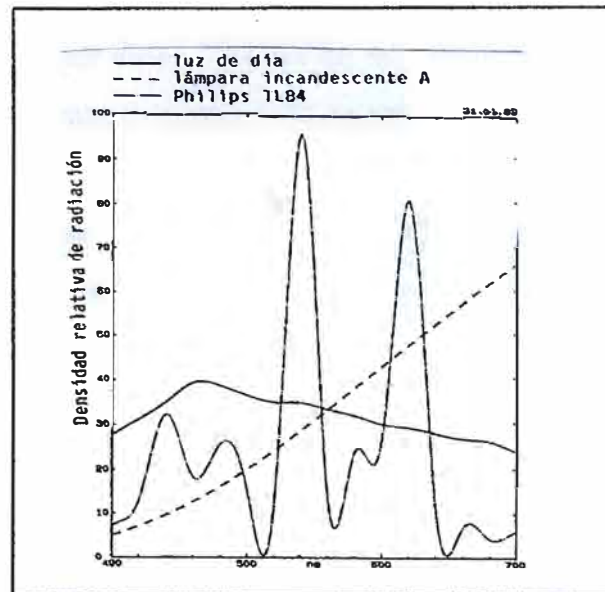


### Tipos de Iluminantes

Se clasifican de acuerdo a su temperatura. Para los cálculos en colorimetría se ha llegado a un acuerdo de carácter internacional y estos tipos de iluminantes han sido estandarizados por la Comisión Internacional de la Iluminación CIE (Comisión Internationale de L'Éclairage), con sede en París.

- Luz de día (D65) 6500 K
- Luz de fluorescente (CWF) 4200 K
- Luz Incandescente (A) 2854 K
- Luz Fluorescente Philips (TL84) 4000 K

Figura V-23:  
ESQUEMA DE TRES TIPOS DE ILUMINANTES



La curva de un solo trazo representa la luz tipo D65 recomendada por la CIE como luz de día media. La letra D designa a la luz diurna y el número 65 indica la temperatura de color correspondiente de 6500 K.

La curva de línea punteada muestra el espectro de la luz tipo A de la CIE que corresponde a una lámpara eléctrica incandescente con una temperatura de color de 2856 K.

La curva de línea punteada corta representa una lámpara fluorescente, se trata de la distribución de la energía espectral de la lámpara fluorescente Philips TL84 en una temperatura de color de 4000 K.

TL84 es por consiguiente una fuente luminosa caliente o de matiz rojo. Se exige en la industria textil una buena concordancia con las Philips TL84 principalmente por parte de Mark & Spencer, porque todos los locales de venta de esta firma están iluminados con dichas lámparas fluorescentes.

### Espectro visible

A las radiaciones electromagnéticas con longitud de onda iguales se les denomina Monocromáticas y a aquellas con longitud de onda diferentes Policromáticas.

Muchos de los objetos utilizados como fuente de luz emiten luz blanca o muy cerca de ella, que no es sino la suma de todas las longitudes de onda como quedó demostrado por Isaac Newton en su prisma de dispersión de la luz blanca. La vista humana distingue siete regiones en el espectro visible:

Cuadro V-9:  
LONGITUD DE ONDA DEL ESPECTRO VISIBLE

<b>Longitud de onda</b>	<b>Color absorbido</b>	<b>Color percibido</b>
400-430 nm	Violeta	Amarillo – Verdoso
430-460 nm	Azul	Amarillo
460-500 nm	Azul Verde	Rojo
500-570 nm	Verde	Púrpura
570-590 nm	Amarillo	Azul
590-610 nm	Naranja	Verde Azulado
610-700 nm	Rojo	Azul Verdoso

### **Objeto**

Cuando la luz llega a un objeto teñido se observan los siguientes fenómenos:

Una pequeña parte (inferior al 2%) se refleja en la superficie a causa de la diferencia de densidad óptica entre materia y aire.

La mayor parte de luz irrumpe en la capa más exterior y se difunde por las fibras; es decir, se refleja en todas las direcciones del espacio; es decir es rechazada y, por lo tanto, sale nuevamente de la capa material.

Sí las fibras no están teñidas, la luz saliente tiene prácticamente el mismo color que la entrante. En la iluminación con una fuente luminosa blanca (por ejemplo la luz día), los materiales no teñidos son, en la mayoría de los casos, más o menos blancos. Cuando, por el contrario, las fibras están teñidas, una parte de la luz entrante es absorbida por la molécula del colorante y transformada en calor. Por cuanto cada colorante absorbe luz sólo en una determinada región de longitud de onda, la composición de la luz reflejada o

saliente depende de la clase y la concentración del colorante utilizado. A menos cantidad de colorante, menos luz absorbida y consecuentemente, mucha más reflejada. En tal caso, se habla de una tintura clara. Con cantidades de colorantes más grandes, más luz es absorbida, menos reflejada y como resultado el objeto se ve más oscuro.

Por lo tanto, cuando la luz llega a un objeto esta puede ser:

- **Absorbida:** Si la muestra u objeto es negro, el 100 % de la luz es absorbida.
- **Reflejada:** Si la muestra es blanca, el 100% de la luz es reflejada.
- **Transmitida:** Si las muestras son plásticas translúcidas, muestras líquidas o semitranslúcidas (tintas). Si es que el rayo de luz incidente atraviesa el cuerpo sin sufrir modificación alguna se le llama transmisión, y al cuerpo que lo permite transparente.

En la colorimetría se puede ignorar este fenómeno en las fibras textiles, pero se pueden utilizar para los agotamientos de las tinturas.

A partir de ahora denominaremos "objeto" al material textil, que absorbe una parte de luz blanca incidente y refleja el resto. El poder de reflexión de un objeto depende de: la composición de las fibras, sus formas geométricas y dimensiones, densidad de fibra, grosor de la muestra y lisura de su superficie. Una muestra opaca es aquella que su poder de reflexión debe ser de una magnitud tal que no halla salida de luz en la parte posterior.

### **5.5.6.2 Receptor**

El ojo humano es un órgano capaz de recibir la energía en la forma de radiación y transformarla en energía nerviosa, la que es finalmente percibida como silueta y color por el cerebro.

La luz que entra en nuestros ojos a través de la pupila es puesta en forma de haces, por el cristalino y produce en la retina una imagen del objeto observado.

En la retina existe un elevado número de células visibles sensibles a la luz que se clasifican en:

- **Bastones:** Elementos receptores especiales de la retina, que actúan cuando el ojo es sometido a la oscuridad (visión nocturna); es decir para la percepción del claro/oscuro en condiciones de escasa luminosidad, son aproximadamente 120 millones y poseen la misma sensibilidad espectral.
- **Conos:** Actúan en el caso de fuerte iluminación. Existen 3 clases de conos con diferente sensibilidad espectral.

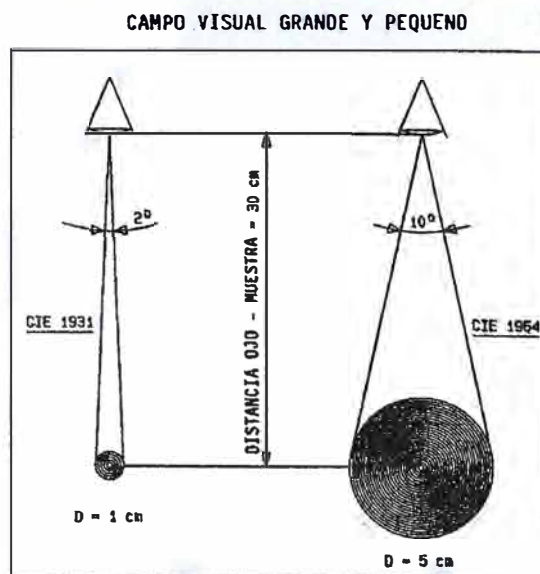
Un máximo de sensibilidad se halla en la zona de onda corta (Azul), media (Verde Amarillo) y larga (Rojo) de la región espectral visible.

Para poder definir un color necesitamos incluir numéricamente la sensibilidad espectral de los 3 tipos de conos, los cuales han sido estandarizados por la CIE en forma de:

Observador patrón de 2° (1931)

Observador patrón de 10° (1964) el cual ahora se incorporan en la mayoría de los programas de colorimetría.

Figura V-24:  
CAMPO VISUAL GRANDE Y PEQUEÑO



A una distancia de 30 cms. entre el ojo y la muestra, corresponde a una superficie circular de 1 ó 5 cms. de diámetro respectivamente.



La diferencia entre ambas definiciones de observador patrón se manifiesta en el mayor campo visual de  $10^\circ$ , el cual corresponde mejor a las condiciones de la práctica con muestras de tinturas.

Ambos conos y bastones segregan un pigmento que se descompone al entrar en contacto con la luz visible. Se supone que la reacción de descomposición o el producto de reacción es el agente responsable por la señal nerviosa interpretada como claro, oscuro o color por el cerebro.

### 5.5.6.3 Color

Al mirar a nuestro alrededor vemos luces y objetos, los que cambian a medida que enfocamos nuestra visión a nuevos estímulos. La impresión global es interpretada por el cerebro como una imagen de las cosas que hemos observado y el color que posee dicho objeto. Esta experiencia se puede desdoblar en 2: La silueta del objeto y algo muy especial en nuestro caso, el **color** bajo condiciones especiales se le puede ordenar al cerebro que se olvide de la silueta y se concentre en el color. Así el color puede ser definido como una experiencia visual, ajena a la silueta y a la memoria. Todo esto hace necesaria una especificación exacta y perenne del color.

#### **Especificaciones del color.**

Especificar un color significa describirlo de acuerdo a sus características por las que se le percibe. Un color puede no tener color como el blanco, las tonalidades de grises y el negro, llamándose les ACROMATICOS, o puede poseer color por lo que recibe el nombre de CROMATICO.

Los colores cromáticos necesitan de 3 parámetros para su descripción:

- **Matiz o Color (H).** - Es el parámetro usado para describir genéricamente el color como lo percibimos: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, violeta, etc. Se le abrevia con la letra H por ser traducido de la palabra inglesa "hue".
- **Valor o Intensidad (V).** - Distingue dentro del mismo matiz a la tonalidad clara de la oscura. Por ejemplo, de un rojo a un rojo bandera.

- **Croma o saturación (C).**- Permite evaluar la pureza del matiz ó en otras palabras el contenido de gris en el matiz. A medida que la saturación aumenta el contenido de gris disminuye. Este parámetro permite diferenciar un rojo bandera y un rojo ladrillo.

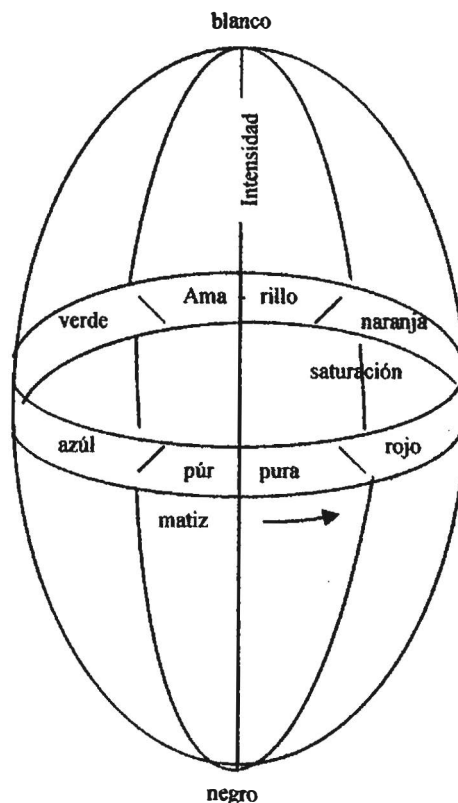
### El árbol de color.

Basándonos en los tres parámetros para la descripción del color y para su mayor visualización, se ha construido un sólido tridimensional.

La intensidad está representada por el eje vertical de manera que todos los planos horizontales poseen la misma intensidad; los colores acromáticos se encuentran en el centro de este eje comenzando con el blanco y terminando con el negro luego de atravesar la gama de los grises.

El grado de saturación está dado por la distancia del radio del eje vertical, a mayor saturación mayor distancia del radio.

Figura V-25:  
ARBOL DE COLOR



Los diferentes matices están distribuidos en las diferentes direcciones de los radios del eje vertical, siguiendo la distribución de los colores del espectro.

**Sistema de especificación del color: Sistema C.I.E.**

En el ojo, al adaptarse a la claridad (por ejemplo la luz de día), los conos se encargan de transmitir al cerebro las impresiones visuales. Hay 3 clases de conos con diferencias relativamente amplias de sensibilidad espectral, pues un máximo de sensibilidad se halla en las zonas:

De onda corta	Azul
De onda media	Verde Amarillo
De onda larga	Rojo

De la región espectral visible. Para poder calcular cotas de color necesitamos incluir numéricamente la sensibilidad espectral de los tres tipos de conos. Con aparatos especiales para mezclar los colores del espectro, como por ejemplo los construidos por Guild y Wright. Se llevaron a cabo pruebas con un elevado número de personas y en 1931 condujeron a lo que la C.I.E. normalizó como observador patrón en colorimetría. Como estímulos de referencia primarios se utilizaron 3 colores espectrales:

Rojo	700.0 nm
Verde	546.1 nm
Azul	435.8 nm

Las personas de prueba tenían que mezclar paso a paso todos los colores del espectro, variando la intensidad de cada uno de los tres estímulos de referencia, con las intensidades requeridas por los diversos colores espectrales podemos deducir la sensibilidad espectral del ojo. El resultado de este ensayo dio lugar a las curvas de sensibilidad con las que se puede describir el comportamiento del ojo humano expuesto a una luz de diferente longitud de onda.

En los valores triestímulos se encuentran contenidas la fuente luminosa y la sensibilidad ocular, es decir las curvas de los coeficientes de distribución CIE están contenidos en el índice del color. Por lo tanto, se debe hacer constar

siempre y con todo rigor para qué condiciones se han calculado los valores triestímulos. Por ejemplo

Luz patrón D65 y observador patrón 10° (D65/10)

Luz patrón A y observador patrón 2° (A/2)

De no indicarse se sobrentiende que se trata de D65/10. En la mayoría de las instalaciones calorimétricas ya se encuentran los programas correspondientes a la luz D65/10, lámparas eléctricas incandescentes A/10 y lámparas fluorescentes TL84/10.

Los valores triestímulos caracterizan inequívocamente una determinada impresión del color de acuerdo con las condiciones dadas (fuente luminosa, curvas de los coeficientes de distribución) es decir cada color puede describirse mediante las coordenadas X, Y y Z. Estas letras representan los ejes de un sistema de coordenadas en ángulo recto (llamado también sistema tridimensional ó espacial), donde a cada color le corresponde un punto.

Así, todos los colores posibles constituyen un espacio de color; aunque la determinación de los valores triestímulos representan el primer paso de cada cálculo en colorimetría, el espacio XYZ desempeña un papel subordinado, porque las diferencias de color en él que el ojo siente o experimenta como de igual magnitud según el punto de color se acompaña de muy diversas diferencias de coordenadas.

Los valores triestímulos son pues así los índices propios de una coloración ó tintura, en lo que concierne a la sensación de color recibida por el ojo, y en ellos están considerados la clase de luz utilizada o la composición espectral, la curva de reflectancia, como una característica física del colorante y además las propiedades visuales.

### **Coordenadas de Cromaticidad. Triángulo CIE**

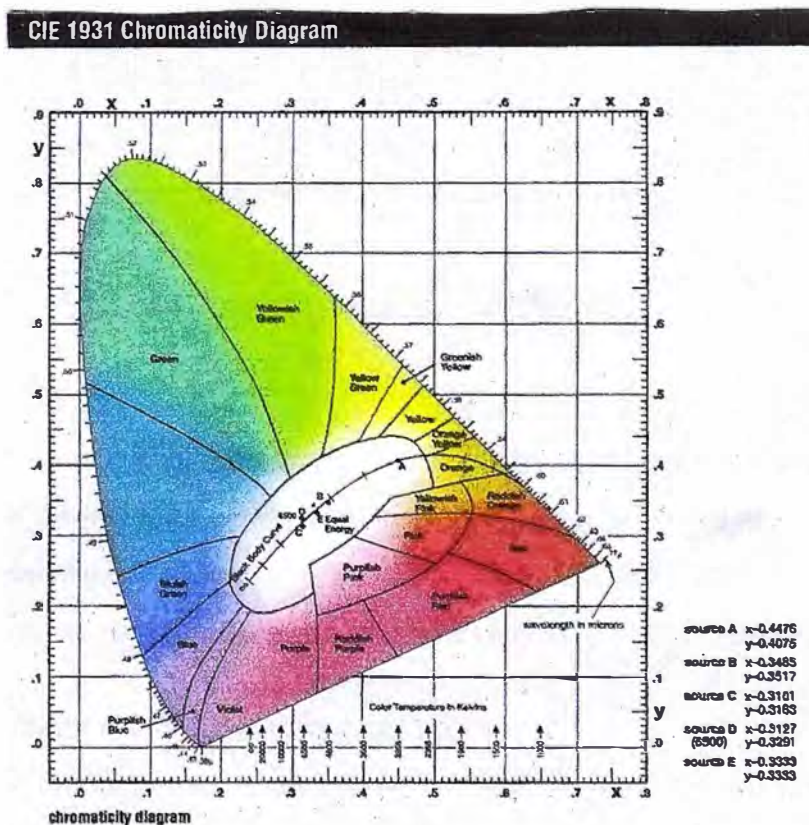
Hemos visto como se pueden calcular los valores triestímulos X, Y, Z; Ahora bien, para que un color, bajo una determinada fuente luminosa, pueda ser unívocamente descrito, tenemos que aprender todavía a interpretar convenientemente esas cifras y a establecer la relación respecto de las

magnitudes sentidas: matiz, pureza y claridad. Para obtener una representación gráfica, hay que realizar transformaciones matemáticas más o menos complicadas. La más vieja (y, en parte, aún hoy día la más usada) forma de representación es por medio del **diagrama de cromaticidad CIE**, designado con frecuencia **triángulo CIE**. Como coordenadas de color, las medias de las sensaciones de color de las partes amarillo/ azul y verde /rojo se calculan como sigue:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad (\text{coordenada del amarillo/azul})$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (\text{coordenada del rojo/verde})$$

Figura V-26:  
TRIANGULO CIE



En la figura V-26 se muestra el triángulo CIE con el lugar de las radiaciones monocromáticas como demarcación y los colores neutros en el centro para la

luz patrón D65/10°. Las coordenadas  $x$  e  $y$  se llaman también **coordenadas de cromaticidad**.

Los colores más saturados se encuentran en el contorno del cono, a esta línea que es por partes recta y por partes curva, se le llama también periferia espectral por comenzar con los 400 nm y terminar en los 700, albergando todos los colores del espectro. La línea recta que une el comienzo con el final se le conoce como línea púrpura, por causar el estímulo púrpura en el observador cuando el estímulo azul de 400 nm se mezcla con el estímulo rojo de los 700 nm.

Las coordenadas de cromaticidad para las diversas fuentes luminosas, es decir, los puntos neutros correspondientes, pueden calcularse a partir de los valores triestímulos de las fuentes luminosas.

Ejemplos:

* Luz de día (D65/ 10°)	$x = 0.3138,$ $y = 0.3310$
* Luz de lámpara eléctrica incandes. (A/10°)	$x = 0.4512$ $y = 0.4059$
* Luz de lámpara fluorescente (TL84/100)	$x=0.3738$ $y = 0.3750$

En el triángulo CIE solo el **tipo de color** es visible. Bajo tipo de color se entiende las partes de pureza y matiz de una sensación de color.

Para caracterizar plenamente un color, debe indicarse también su claridad como tercera coordenada, que se define a través del índice del color  $Y$ .

#### 5.5.6.4 Sistemas de Color Sensométricos

En 1976, se acordó un sistema dentro de la CIE donde se asignaba a las tres coordenadas con las letras  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , y por lo tanto, para este sistema se utiliza la abreviatura CIELAB ó CIELAB 76. Para caracterizar las coordenadas CIELAB se decidió designarlas con el índice\* .Por consiguiente la designación correcta es  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .

La figura (V-27) muestra el principio de un espacio de color sensométrico con las coordenadas en ángulo recto, blanco/ negro, rojo / verde y amarillo/ azul., las cuales se calculan como sigue:

<b>Coordenada</b>	<b>CIELAB 76</b>
Blanco/ negro (eje de claridad)	$L^* = 116. Y' - 16$
Rojo/ verde	$a^* = 500. (X' - Y')$
Amarillo/ Azul	$b^* = 200. (Y' - Z')$

Donde:

$$X' = X / X_w$$

$$Y' = Y / Y_w$$

$$Z' = Z / Z_w$$

X,Y y Z son los valores triestímulos de la tintura medida, y  $X_w, Y_w$  y  $Z_w$  representan los valores cromáticos del plano blanco ideal bajo la correspondiente fuente de luz patrón Luz día D65/10°.  $L^*$  es el punto de claridad sobre el que se encuentran todos los matices neutros de gris, de blanco a negro.

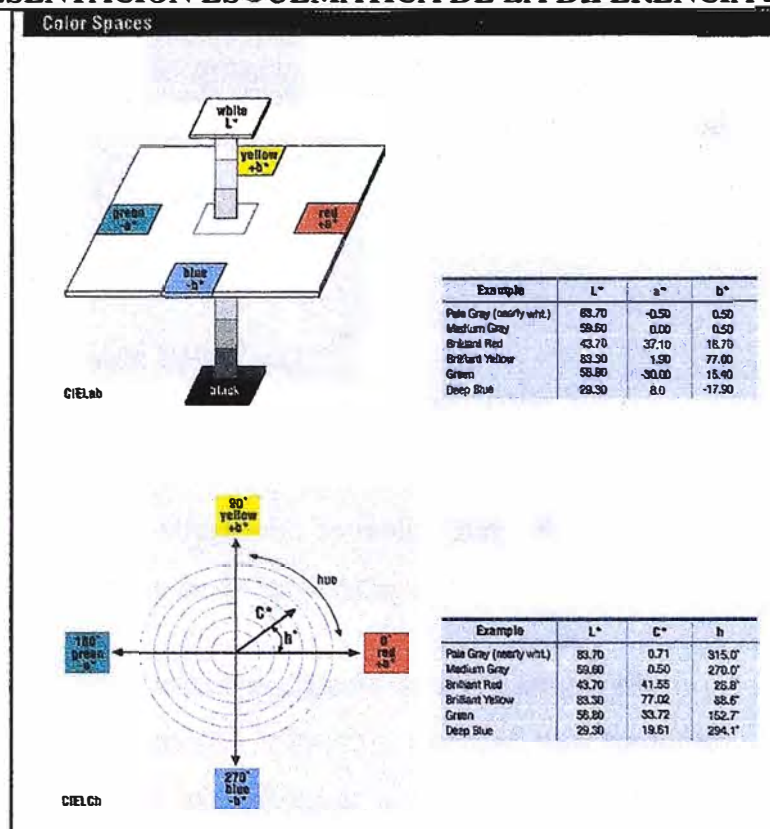
La claridad de un color es también una dimensión de color, y por lo tanto fácilmente compresible. Para un negro ideal, la claridad  $L^*$  sería 0 y para un blanco ideal,  $L^*$  valdría 100.

Por el contrario, es algo menos evidente en las partes rojo/verde( $a^*$ ) y amarillo/azul ( $b^*$ ), por lo que se ha creído conveniente calcular de ahí las dimensiones matiz y pureza.

En la figura es manifiesto que como medida de matiz puede utilizarse el ángulo de matiz  $h$  en grados y, como medida de pureza, la distancia  $C^*$  al eje gris o neutro.

Matemáticamente visto, se trata de calcular con las coordenadas cartesianas  $a^*$ ,  $b^*$  las coordenadas polares  $C^*$ ,  $h$ . La abreviatura  $C^*$  proviene de la expresión inglesa Chroma y la  $h$  de Blue.

Figura V-27:  
REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA DIFERENCIA DE COLOR



Las coordenadas de color pueden emplearse, por ejemplo para la clasificación y normalizaciones de los artículos de color, la cual facilita una comunicación más precisa a la hora de usar conceptos solamente verbales como amarillo, limo, rojo frambuesa, azul cielo, castaño, etc.

### 5.5.6.5 Diferencia de Color

#### Cálculo general de la diferencia de color

De todo lo expuesto hasta ahora, se concluye como sobre la base de la curva de remisión de una muestra de color, se pueden calcular cotas de color sensométricos para diversas fuentes luminosas y por ende, hacer corresponder a cada color un punto en un espacio de color. Sin embargo, en la mayoría de los casos problemáticos que surgen en la práctica, lo que primeramente interesa no son las coordenadas de color de una muestra sino la diferencia de color entre diversas muestras.



Con la ayuda de las coordenadas de color de dos muestras, pueden, por supuesto, calcularse exactamente las diferencias de color. Como primera medida, se calcula la distancia espacial entre dos puntos de color, la cual se denomina diferencia de color total y se designa con la abreviatura  $DE^*$ , de acuerdo con la CIE:

La diferencia de color total puede posteriormente subdividirse en tres partes a saber:

- La del matiz  $DH^*$ ,
- La de la pureza  $DC^*$  y
- La de la claridad  $DL^*$ .

El cálculo de estas diferencias se realiza normalmente mediante el programa del ordenador integrado de las instalaciones colorimétricas.

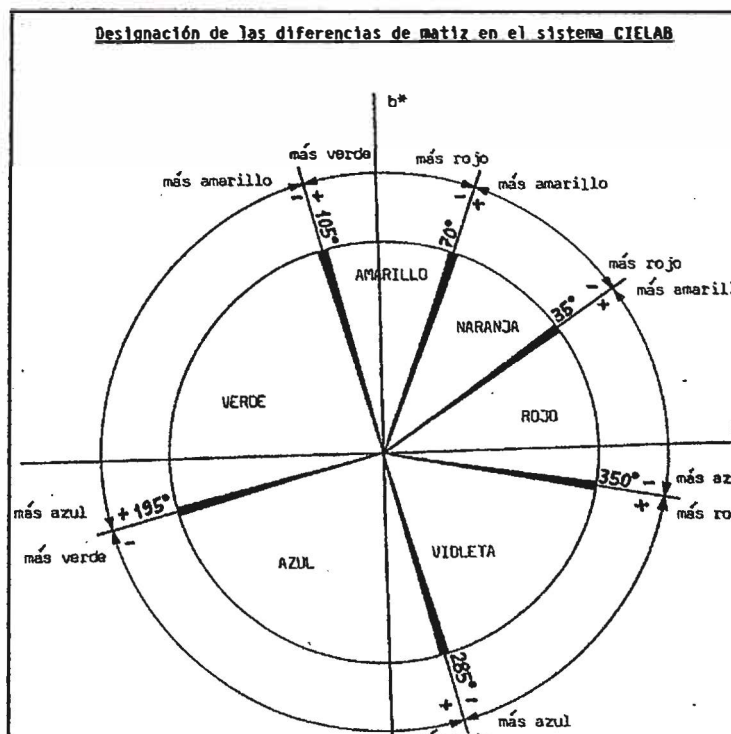
$DE^*$ : Distancia en el espacio de color, ningún prefijo.

$DH^*$ : Más amarillo, más rojo, más azul, más verde.

El prefijo tiene para los diferentes matices un significado diferente, hay que saber además de que matiz se trata.

Esta información está contenida en el ángulo de matiz  $h^\circ$ .

Figura V-28:  
DESIGNACION DE LAS DIFERENCIAS DE MATIZ EN EL SISTEMA CIELAB



Esta información está contenida en el ángulo de matiz  $h^0$  Podemos tener una explicación del prefijo de las diferencias:

DC* > O:	la muestra es más brillante que el patrón.
DC* < O:	la muestra es más sucia que el patrón.
DL* > O:	la muestra es más clara que el patrón
DL* < O:	la muestra es más oscura que el patrón.

Sobre el fundamento de juicios visuales, se ha construido un círculo de color el cual se ha dividido en 6 segmentos. La figura muestra tales segmentos y las correspondientes designaciones de las diferencias de matiz.

### **5.5.7 Normas Técnicas de Solidez.**

La solidez es la resistencia que presenta el tejido teñido a variar o perder su color al ser sometida a la acción de un determinado agente, pudiendo dar lugar a la degradación del color y/o a la descarga sobre otros textiles.

#### **5.5.7.1 Tendencias de los requerimientos de solidez.**

A medida que los programas de lavado del consumidor se orientan hacia temperaturas bajas de lavado, la formulación de detergentes caseros ha dado origen a una nueva generación de detergentes más poderosos y sofisticados que contienen sistemas de blanqueo activado.

Al echar un vistazo más amplio, particularmente hacia Norte América y Japón, observamos que la solidez a los nuevos sistemas domésticos de aguas fuertemente cloradas adquiere mayor importancia.

#### **5.5.7.2 Tendencias hacia la alta solidez a la luz con sudor**

Hoy en día, las actividades al aire libre son cada vez más populares. Pero la mayoría de los colorantes reactivos sobre ropa deportiva van a ser seriamente destruidos por la luz solar y producir una degradación del color, cuando está impregnada de sudor. El problema podría venir de una acción complejante o

de ataque de metales producidos por los aminoácidos contenidos en el sudor humano, cuando es acompañado por la exposición a la luz.

**Cuadro V-10:  
SOLIDECES A LA LUZ CON SUDOR DE LOS COLORANTES REACTIVOS  
MAS CONOCIDOS**

Reactive C.I. No.	% de Colorante	Norma Técnica AATCC 16-E (Regular)	AATCC 16-E (Modified perspiration light)	
			Acid	Alkali
Yellow 176 (3RS)	3%	>4-5	4-5	4-5
Red 21 (BB)	3%	4	2	1
Red 23 (3B)	3%	>4-5	3	2-3
Red 239 (3BS)	3%	4-5	3	2-3
Red 198 (RB)	3%	3-4	2	2
Blue 221 (BRF)	3%	4-5	3-4	3-4
Blue 222 (BF)	3%	4	2	2
Black 5	6%	4	2	2
Everzol Red LF-2B	3%	5	5	4-5

(Medido por cambio de color con la escala de grises)

**Cuadro V-11:  
SOLIDECES A LA LUZ CON SUDOR DE LAS TRICOMIAS REACTIVAS MAS  
CONOCIDAS**

Reactive trichromatic ( 0.12% + 0.06% + 0.12% )	% de Colorante	Modified ISO 105 B02 & E04	
		Acid	Alkali
Yellow 176 + Red 239 + Blue 221	0.3%	3	2
Yellow 37 + Red 23 + Blue 220	0.3%	4	3
Yellow 84 + Red 120 + Blue 160	0.3%	3	2

(Medida con la escala de los azules sobre lana de referencia)

Los cuadros V-10 y V.-11, muestran solideces a la luz con sudor obtenidas en la práctica.

### **5.5.7.3 Factores que Afectan a las Solideces**

#### **El colorante**

La estructura química de un colorante es fundamental para las propiedades de solidez. Así, incluso dentro de una misma familia, los compuestos más insolubles, son mas sólidos a los tratamientos húmedos; los que están en forma más oxidada, resisten mejor a los oxidantes; los que contienen átomos de cloro, son sólidos a los tratamientos de blanqueo por hipoclorito, etc.

La forma física del colorante, o sea su estado de agregación, también tiene influencia; se admite, por ejemplo, que una tintura de una misma fibra es más sólida a la luz cuanto mayores son los agregados moleculares del colorante en su interior.

La adecuada eliminación del colorante hidrolizado que se encuentra en la superficie del tejido nos brinda una garantía de buena solidez al lavado.

La defectuosa aplicación del colorante merma sus solideces finales.

#### **La fibra**

Hay familias completas de colorantes que tienen solideces mejores sobre una determinada fibra que sobre otra.

Dentro de una misma clase de fibra observamos diferencias de solideces, según los tratamientos a que ha sido sometida y que pueden influir sobre el estado de la fibra. Por ejemplo, en el proceso de mercerizado, que pueden dar diferencias en la absorción del colorante y por ello en las solideces.

#### **El proceso de tintura**

Debemos de tener en cuenta que hay colorantes que pueden ser aplicados por diferentes métodos, por ejemplo, cuando se mezclan colorantes con distinto método principal de tintura, modificándose las condiciones de máxima afinidad, entonces la fijación será mas superficial y las solideces en general mas bajas.

### La intensidad de la tintura

La solidez es mayor cuanto menor sea la intensidad inicial de la tintura.

No se puede señalar un valor absoluto de solidez de un colorante a un determinado agente al ser esta función de la concentración del mismo, por lo que al objeto de normalizar este aspecto independientemente del poder colorístico y la concentración de cada colorante se ha definido la Intensidad Standard (I.S. 1/1) en toda la gama de colores del espectro, así como una serie de intensidades de color superiores o inferiores en las cuales se puede determinar la solidez de un determinado colorante frente a un agente concreto.

**I.S. 2/1, superior a la normal.**

**I.S. 1/3, 1/6, 1/12 y 1/25,** inferiores a la normal, excepto para azul marino y negro, en que **solo hay 2 I.S.:** la oscura y la clara.

Cuando se indica un único valor de solidez de un colorante, se sobreentiende que se refiere a la I.S. 1/1.

Si se indica más de un valor debe especificarse a que I.S. se refiere cada uno de ellos.

Cuadro V-12: Solidez a la luz natural y artificial en la lámpara de Xenón del colorante Rojo Cuprofenil (Ciba-Geigy) sobre algodón para diferentes I.S.

Cuadro V-12:  
GRADOS DE SOLIDEZ

I.S.	Solidez a la luz	
	Natural	Lámpara de Xenón
1/25	4-5	3-4
1/3	5-6	5
1/1	6	5
2/1	7	6

#### 5.5.7.4 Clases de solideces

Los distintos agentes que pueden producir alteraciones en el color de los textiles se pueden agrupar desde varios puntos de vista.

Una primera clasificación se puede establecer sobre la base de aquellos agentes que actúan normalmente durante el proceso de manufactura y de aquellos otros que actúan en la vida activa del género o sea durante el uso.

Entre los primeros podemos citar: lavado, blanqueo, mercerizado, batanado, carbonizado, etc.

Entre los segundos están: luz, lavado, agua, agua de mar, sudor, frote, planchado, etc.

En Junio de 1978, en su reunión de Ottawa, la ISO (Organización Internacional de Normalización) realizó una clasificación para archivo en ordenador. Esta clasificación ha sido realizada bajo el criterio de agrupar aquellos métodos que tienen un agente común aunque actúe en condiciones distintas en cada caso.

**Grupo A: Principios Generales.**

- A01 Principios generales para efectuar los ensayos
- A02 Escala de grises para valorar las degradaciones
- A03 Escala de grises para valorar las descargas

**Grupo B: Solidez de las tinturas a la luz y a la intemperie.**

- B01 Solidez de las tinturas a la luz; luz solar
- B02 Solidez de las tinturas a la luz; lámpara de Xenón
- B03 Solidez de las tinturas a la intemperie; exposición al aire libre
- B04 Solidez de las tinturas a la intemperie artificial; lámpara de Xenón
- B05 Método para detección y evaluación de la fototropía

**Grupo C: Solidez de las tinturas al lavado.**

- C01 Método N° 1 (Ensayo a 40°C y 30min.)
- C02 Método N° 2 (Ensayo a 50°C y 45min.)
- C03 Método N° 3 (Ensayo a 60°C y 30min.)
- C04 Método N° 4 (Ensayo a 95°C y 30min.)
- C05 Método N° 5 (Ensayo a 95°C y 4h.)

**Grupo D: Solidez de las tinturas a la limpieza en seco.**

- D01 Solidez de las tinturas a la limpieza en seco
- D02 Solidez de las tinturas a la acción de disolventes orgánicos con frotamiento

**Grupo E: Solidez de las tinturas a los agentes acuosos.**

- E01 Solidez de las tinturas al agua
- E02 Solidez de las tinturas al agua de mar
- E03 Solidez de las tinturas a la acción del agua clorada (de las piscinas)
- E04 Solidez de las tinturas a la acción del sudor
- E05 Solidez de las tinturas a los ácidos
- E06 Solidez de las tinturas a los álcalis
- E07 Solidez de las tinturas a la gota de agua
- E08 Solidez de las tinturas a la acción del agua caliente ligeramente acidulada.
- E09 Solidez de las tinturas al agua en ebullición (potting)
- E10 Solidez de las tinturas al decatizado
- E11 Solidez de las tinturas al vaporizado a presión atmosférica
- E12 Solidez de las tinturas al batanado alcalino (ensayo normal)
- E13 Solidez de las tinturas al batanado ácido (ensayo débil)
- E14 Solidez de las tinturas al batanado ácido (ensayo fuerte)

**Grupo F: Tejido testigo.**

- F01 Especificaciones sobre el tejido testigo normalizado de lana

**Grupo G: Solidez de las tinturas a los gases atmosféricos.**

- G01 Solidez de las tinturas a los óxidos de nitrógeno
- G02 Solidez de las tinturas a los gases de combustión
- G03 Solidez de las tinturas al ozono de la atmósfera

**Grupo N: Solidez de las tinturas a los agentes de blanqueo.**

- N01 Solidez de las tinturas al blanqueo con hipoclorito (ensayo normal)

- N02 Solidez de las tinturas al blanqueo con peróxido
- N03 Solidez de las tinturas al blanqueo con clorito sódico (ensayo normal)
- N04 Solidez de las tinturas al blanqueo con clorito sódico (ensayo fuerte)
- N05 Solidez de las tinturas al azufrado

**Grupo P: Solidez de las tinturas a los tratamientos térmicos.**

- P01 Solidez de las tinturas a los tratamientos térmicos
- P02 Solidez de las tinturas a la acción del vapor para el plisado

**Grupo S: Solidez de las tinturas a la acción del vulcanizado.**

- S01 Solidez de las tinturas al vulcanizado con aire caliente
- S02 Solidez de las tinturas al vulcanizado con cloruro de azufre
- S03 Solidez de las tinturas al vulcanizado con vapor saturado

**Grupo X: Solidez de las tinturas a diversos agentes.**

- X01 Solidez de las tinturas al carbonizado con cloruro de aluminio
- X02 Solidez de las tinturas al carbonizado con ácido sulfúrico
- X03 Solidez de las tinturas a la acción del clorado ácido (lana)
- X04 Solidez de las tinturas al mercerizado
- X05 Solidez de las tinturas a los disolventes orgánicos
- X06 Solidez de las tinturas al descrudado al aire libre
- X07 Solidez de las tinturas al reteñido de la lana
- X08 Solidez de las tinturas al descrudado
- X09 Solidez de las tinturas al formaldehído
- X10 Solidez de las tinturas de los textiles en los recubrimientos de poli (cloruro de vinilo)
- X11 Solidez de las tinturas al planchado
- X12 Solidez de las tinturas al frotamiento



X13 Solides de las tinturas de la lana a los tratamientos con productos químicos para el plisado y el fijado.

**Grupo Z: Características de los colorantes.**

Z01 Solidez de las tinturas a los baños de sales de cromo

Z02 Solidez de las tinturas a los baños de sales de hierro y cobre.

Nuestro país exporta más del 80% a EEUU cuya exigencia de calidad se basa en las **Normas Americanas del AATCC**.

**AATCC 8-1996** Solidez del color al frote: Método de frictómetro.

**AATCC 16-1998** Solidez del color a la luz:

- A. Lámpara de arco con electrodos de carbón, luz continua.
- B. Luz solar.
- C. Luz natural.
- D. Lámpara de arco con electrodos de carbón, luz y oscuridad intermitentes.
- E. Lámpara de arco de xenón refrigerada por agua, luz continua.
- F. Lámpara de arco de xenón refrigerada por agua, luz y oscuridad intermitentes.
- G. Estabilidad del color sobre L-7 (Discontinuada).
- H. Lámpara de arco de xenón refrigerada por aire, luz continua.
- I. Lámpara de arco de xenón refrigerada por aire, luz continua.
- J. Lámpara de arco de xenón refrigerada por aire, luz y oscuridad intermitentes.

**AATCC 61-1996** Solidez del color al lavado en casa y comercial: pruebas aceleradas.

**AATCC 107-1997** Solidez del color al agua.

### 5.5.8 Costos de Producción

Para la determinación de los costos se han tomado lo siguiente:

La jornada de trabajo consta de 2 turnos de 12 horas cada uno, 6 días a la semana y 26 días al mes.

$$24\text{horas/día} \times 26\text{días/semana} = 624\text{horas/semana}$$

Para la realización de estos costos se han tomado datos de planta en operación; así como también valores promedio reales de los diferentes insumos

Para la determinación de los costos de agua, energía eléctrica, combustible, productos químicos, mano de obra, etc. Se harán cuadros comparativos para cada caso.

Cuadro V-13:  
PRODUCCION PROMEDIO DE TELA PROCESADA

Maquina	Tipo de proceso	Tiempo de proceso(hr)	Capacidad (Kg.)	Producción Diaria (Kg.)	% Producción
Barca 1	Oscuros RX	12	200	400	7.67
Barca 2	Oscuros RX	12	200	400	7.67
Barca 3	Medios RX.	10	200	480	9.2
Atyk 4	Medios RX.	10	140	336	6.44
OverFlow 5	Claros Dto.	4	300	1800	34.51
Over Flow 6	Blanco	4	300	1800	34.51
<b>Total</b>				<b>5216</b>	<b>100</b>

Producción mensual = 135 616,00 Kg.

Producción Anual = 1 627 392 ,00 Kg.

Los tiempos de proceso incluyen carga y descarga

### 5.5.8.1 Costos de Agua.

Para determinar el consumo de agua se parte de las operaciones de llenado y vaciado para todo el procedimiento de preparación, neutralizado, teñido, fijado y suavizado.

El costo aproximado de 1m<sup>3</sup> de agua es: \$0,720

Cuadro V-14:  
COSTO DE AGUA POR MAQUINA

Maquina	Tipo de Proceso	Capacidad(kg)	Volumen (m3)	Nº de cambios	Total agua por proceso (m <sup>3</sup> )	Costo de agua (\$/gk)
Barca 1	Oscuros Rx	200	4	10	40	0,143
Barca 2	Oscuros Rx	200	4	10	40	0,143
Barca 3	Medios Rx	200	4	8	32	0,115
Atyk 4	Medios Rx	140	1,4	8	11.2	0,0574
Overflow 5	Claros Dto.	300	3	4	12	0,0287
Overflow 6	Blancos	300	3	4	12	0,0287

### 5.5.8.2 Costo de la Mano de Obra.

Considerando el sueldo promedio de un trabajador: \$ 225.0

Costo (hr-H) = 225\$/mes x 1mes/26dias x 1dia/24horas = 0.36 \$

Costo(hr-H/Kg.)=costo(hr-H)x tiempo proceso(hr)/Capacidad maq.(kg)

Cuadro V-15:  
COSTO DE MANO DE OBRA POR MAQUINA

Maquina	Tipo de Proceso	Tiempo de proceso (hr)	Capacidad (kg)	Costo (\$) (hr-H) / kg.
Barca 1	Oscuros Rx.	12	200	0.0216
Barca 2	Oscuros Rx.	12	200	0.0216
Barca 3	Medios Rx.	10	200	0.018
Atyk 4	Medios Rx	10	140	0.0257
Overflow 5	Claros Dto.	4	300	0.0048
OverFlow 6	Blancos	4	300	0.0048

### 5.5.8.3 Costo de Vapor.

La planta es abastecida por el vapor de un caldero de 200PSIG.

$2\text{BHP}_{\text{caldero}} = 69\text{lb vapor/hora} = 31.36\text{kg. de vapor/hr.}$

$2\text{BHP}_{\text{caldero}} = 0.57 \text{ gal. Combustible/hr.} = 31.36\text{kg. de vapor/hr.}$

Galon de petróleo residual 6 = \$ 0.82

Para calentar un litro de baño se necesita 0.156 kg. De vapor

**Por lo tanto el costo de un kilo de vapor será:**

$0.57\text{galon de combustible/hr} \times 0.82 \text{ $/galon} = 0.015 \text{ $/kilo de vapor}$

31.36 kilos de vapor/hr

**El costo de calentar un litro de baño es:**

$0.156 \text{ kg. De vapor} \times 0.015 \text{ $/kg de vapor} = \$ 0.00234$

Calculo del costo de vapor por maquina y por color

BARCA 1:

$$\frac{(3 \times 1 + 2 \times 0.6 + 1 \times 0.8 + 2 \times 0.4) \times 4000}{200} \times 0.00234 = \$ 0.271$$

BARCA 2:

$$\frac{(3 \times 1 + 2 \times 0.6 + 1 \times 0.8 + 2 \times 0.4) \times 4000}{20} \times 0.00234 = \$ 0.271$$

BARCA 3:

$$\frac{(3 \times 1 + 2 \times 0.6 + 2 \times 0.4) \times 4000}{200} \times 0.00234 = \$ 0.234$$

ATYK 4:

$$\frac{(3 \times 1 + 2 \times 0.6 + 2 \times 0.4) \times 1680}{140} \times 0.00234 = \$ 0.14$$

OVER FLOW 5:

$$\frac{(1 \times 1 + 1 \times 0.4) \times 3000}{300} \times 0.00234 = \$ 0.033$$

OVER FLOW 6:

$$\frac{(2 \times 1 + 1 \times 0.4) \times 3000}{300} \times 0.00234 = \$ 0.056$$

**Cuadro V-16:  
RESUMEN DEL COSTO DE VAPOR POR MAQUINA**

Maquina	Tipo de Proceso	Capacidad (kg)	Volumen (lts)	Nº de Baños a calentar	Costo de vapor (\$/kg tela)
Barca 1	Oscuro Rx	200	4000	2 a 60°C 3 a 98°C 1 a 80°C 2 a 40°C	0.271
Barca 2	Oscuro Rx	200	4000	2 a 60°C 3 a 98°C 1 a 80°C 2 a 40°C	0.271
Barca 3	Medios Rx	200	4000	2 a 60°C 3 a 98°C 2 a 40°C	0.234
Atyk 4	Medios Rx	140	1680	2 a 60°C 3 a 98°C 2 a 40°C	0.14
Overflow 5	Claros dto.	300	3000	1 a 98°C 1 a 40°C	0.033
Overflow 6	Blancos	300	3000	2 a 98°C 1 a 40°C	0.056

#### 5.5.8.4 Costo de la Energía Eléctrica.

El suministro de energía eléctrica es de luz del sur, bajo la modalidad de potencia contratada.

1.- Demanda máxima leída en horas punta:

$$2\ 0410,00 \times \$\ 0,0453 = \$\ 933,41$$

2.- Demanda máxima leída en horas fuera de punta:

$$85\ 475,00 \times \$\ 0,0321 = \$\ 2\ 743,75$$

3.- Potencia variable pte. En punta:

$$\underline{196,00 \times \$11,7621} = \underline{\$ 2\ 305,72}$$

$$\text{TOTAL (Kw.-hr)} \quad 106\ 081,2 \quad \$\ 5\ 984,88$$

$$\text{Costo } (\$/\text{Kw.-hora}) = \frac{5984,88}{106,081.2} = 0,0564$$

Tiempo de proceso x Kw. de motores x costo de 1kw  
Capacidad de maquina (Kg.)

Cuadro V-17:  
COSTO DE ENERGIA ELECTRICA POR MAQUINA

Maquina	Tipo de Proceso	Tiempo de Proceso (hr)	Capacidad (Kg.)	Kw. De Motores	Costo de energía eléctrica(\$)
Barca 1	Oscuros Rx	12	200	3,20	0,0110
Barca 2	Oscuros Rx	12	200	3,15	0,0107
Barca 3	Medios Rx	10	200	3,26	0,0092
Atyk 4	Medios Rx	10	140	26,12	0,1050
Overflow 5	Claros Dto	4	300	18,96	0,0143
Overflow 6	Blanco	4	300	18,96	0,0143

### 5.5.8.6 Costo de recetas

Receta de producción para blanco óptico.

<b>CLIENTE:</b>		<b>MÁQUINA: Over Flow 6</b>		
<b>KILOS :</b>	300	<b>COLOR :</b> Blanco		
<b>LITROS :</b>	3000	<b>ARTICULO:</b> Jersey algodón 30/1		
<b>COLORANTES</b>				
Colorante	Concentracion	Consumo Kg.	Precio \$/Kg.	Total (\$)
Texbryte BYB 150%	0,400 %	1,200	6	7,200
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>7,200</b>
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,024</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Unexol Jet	1.00 gr./lt	3.000	1.40	4,200
Unisol PG-50	2.00 gr./lt	6.000	0.90	5,400
Soda Cáustica 50%	4.00 gr./lt	12.000	0.23	2,760
Stabil ML	1.00 gr.lt	3.000	1.00	3,000
Agua Oxigenada 50%	6.00%	18.000	0.43	7,740
Globo defoamer NI	0.25 gr./lt	0.750	3.500	2,625
Acido Acético glacial	0.50 gr./lt	1.500	1.15	1,725
Globosoft NI	4.00%	12.000	0.50	6,000
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>33,450</b>
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,112</b>
<b>COSTO DE TENIDO DEL LOTE</b>				<b>40,65</b>
<b>COSTO POR KILO DEL LOTE</b>				<b>0,136</b>



**Receta de producción para colores claros con colorantes directos.**

<b>CLIENTE:</b>		<b>MÁQUINA: Over Flor 5</b>		
<b>KILOS :</b>		300	<b>COLOR: Celeste.</b>	
<b>LITROS :</b>		3000	ARTICUL O	Jersey algodón 30/1
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Concentración	Consumo Kg.	Precio \$/Kg.	TOTAL (\$)
Azul Turquesa E. FBL	0,011%	0,033	12,09	0,399
Azul Everdirect BRL	0,0223%	0,067	8,90	0,596
Texbryte BYB 150%	0,040%	0,120	6,00	0,720
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>1,715</b>
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,0057</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Unexol Jet	1,00 gr./lt	3,000	1,40	4,200
Unisol PG-50	2,00 gr./lt	6,000	0,90	5,400
Carbonato de sodio	2,50 gr./lt	7,500	0,30	2,250
Stabil ML	1,00 gr./lt	3,000	1,00	3,000
Agua Oxigenada 50%	4,00%	12,000	0,43	5,160
Globo leve 200	1,00gr./lt	3,000	2,10	6,300
Globodefoamer NI	0,25 gr./lt	0,750	3,50	2,625
Sal	3,00 gr/lt	9,000	0,18	1,600
Acido Acético glacial	0,50 gr. /lt	1,500	1,15	1,725
Ukosoft Cat	4,00%	12	0,60	7,200
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>39,460</b>
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,132</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>41,175</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>0,137</b>

**Receta de producción para colores medios con colorantes reactivos.**

<b>CLIENTE:</b>		<b>MÁQUINA: Barca 3</b>		
<b>KILOS :</b>	200	<b>COLOR : Naranja Rx.</b>		
<b>LITROS :</b>	4000	<b>ARTICULO Jersey algodón 30/1</b>		
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Cantidad	Consumo Kg.	Precio \$/KG	TOTAL (\$)
Amarillo Everzol 3RS	1,60 %	3,200	8,50	27,20
Rojo Hispanol 3BF 150%	0,45 %	0,900	10,20	9,18
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>36,38</b>
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,182</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Detergente 1	1,50 gr/lt	6,000	2,60	15,600
Unisol PG-50	2,00 gr./lt	8,000	0,90	7,200
Secuestrante	1,00 gr/lt	4,000	2,80	11,200
Soda Caustica 50%	3,00 gr/lt	12,000	0,23	2,760
Stabil ML	1,00 gr/lt	4,000	1,00	4,000
Agua Oxigenada 50%	5,00%	20,000	0,43	8,600
Acido Acetico glacial	0,50 gr./lt	2,000	1,15	2,300
Secuestrante	1,00 gr./lt	4000	2,80	11,200
Sal	50,00 gr./lt	200,000	0,18	36,000
Carbonato de Sodio	5,00 gr.lt	20,000	0,30	6,000
Soda Cáustica 50%	2,00 gr./lt	8,000	0,23	1,840
Acido Aceticol glacial	0,50 gr/lt	2,000	1,15	2,300
Secuestrante	1,00 gr/lt	4,000	2,80	11,200
Detergente 2	1,00 gr/lt	4,000	1,70	6,800
Acido Acetico glacial	0,50 gr./lt	2,000	1,15	2,300
Ukosoft Cat	4,00%	8,000	0,60	4,800
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>134,100</b>
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,671</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>170,480</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>0,852</b>

**Receta de producción para colores medios con colorantes reactivos.**

<b>CLIENTE:</b>		<b>MÁQUINA: Atyk 4</b>		
<b>KILOS :</b>	140	<b>COLOR : Acero Rx</b>		
<b>LITROS :</b>	1680	<b>ARTICULO Jersey algodón 30/1</b>		
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Cantidad	Consumo Kg.	Precio \$/KG	TOTAL (\$)
Negro Everzol B H/C	1,500%	2,100	5,30	11,130
Amarillo Everzol 3GL	0,35%	0,490	14,35	7,032
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>18,162</b>
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,13</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Detergente 1	1,50 gr/lt	2,520	2,60	6,552
Unisol PG-50	2,00 gr./lt	3,360	0,90	3,024
Secuestrante	1,00 gr/lt	1,680	2,80	4,704
Soda Caustica 50%	3,00 gr/lt	5,040	0,23	1,159
Stabil ML	1,00 gr/lt	1,680	1,00	1,680
Agua Oxigenada 50%	5,00%	7,000	0,43	3,010
Acido Acetico glacial	0,50 gr./lt	0,840	1,15	0,966
Secuestrante	1,00 gr./lt	1,680	2,80	4,704
Sal	30,00 gr./lt	50,400	0,18	9,000
Carbonato de Sodio	5,00 gr.lt	8,400	0,30	2,520
Soda Cáustica 50%	1,00 gr./lt	1,680	0,23	0,386
Acido Aceticol glacial	0,50 gr/lt	0,840	1,15	0,966
Secuestrante	1,00 gr/lt	1,680	2,80	4,704
Detergente 2	1,00 gr/lt	1,680	1,70	2,856
Acido Acetico glacial	0,50 gr./lt	0,840	1,15	0,966
Uksoft Cat	4,00%	5,600	0,60	3360
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>50,558</b>
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,361</b>
<b>COSTO DE TENIDO DEL LOTE</b>				<b>68,720</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>0,491</b>

**Receta de producción para colores oscuros con colorantes reactivos.**

<b>CLIENTE:</b>		<b>MÁQUINA: BARCA1</b>		
<b>KILOS :</b>		200	<b>COLOR : Azul Marino Rx.</b>	
<b>LITROS :</b>		4000	<b>ARTICULO Jersey Algodón 30/1</b>	
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Concentracion	Consumo Kg.	Precio \$/Kg.	TOTAL (\$)
Negro Unifix VB (5)	8,60 %	17,200	6,55	112,660
Amarillo Hispanol S-3RF	0,35 %	0,700	9,60	6,720
Rojo Hispanol 3BF 150%	1,53 %	3,060	10,20	31,212
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>150,592</b>
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,753</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Detergente 1	1,50 gr/lt	6,000	260	15,600
Sesuestrante	1,00 gr/lt	4,000	2,80	11,200
Soda Caustica 50%	4,00 cc/lt	16,000	0,23	3,680
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	2,000	1,15	2,300
Secuestrante	1,00 gr/lt	4,000	2,80	11,200
Sal	100,00 gr/lt	400,000	0,18	72,000
Carbonato De Sodio	10,00 gr/lt	40,000	0,30	12,000
Soda Caustica 50%	4,00 cc/lt	16,000	0,23	3,680
Sesuestrante	1,00 gr/lt	4,000	2,80	11,200
Detergente 2	1,00 gr/lt	4,000	1,70	6,800
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	2,000	1,15	2,300
Uksoft Cat	4,00 %	8,000	0,60	4,800
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>156,760</b>
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,784</b>
<b>COSTO DE TENIDO DEL LOTE</b>				<b>307,352</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>1,537</b>

**Receta de producción para colores oscuros con colorantes reactivos.**

<b>CLIENTE:</b>		<b>MÁQUINAS: Barca 2</b>		
<b>KILOS :</b>	200	<b>COLOR : Rojo Rx</b>		
<b>LITROS :</b>	4000	<b>ARTICULO: Jersey Algodón 30/1</b>		
<b>COLORANTES</b>				
	<b>Cantidad</b>	<b>Consumo Kg.</b>	<b>Precio \$/Kg.</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
Colorantes				
Amarillo Everzol 3RS	0,56 %	1,120	8,40	9,408
Rojo Everzol 3BS	6,85 %	13,700	9,40	128,780
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>128,780</b>
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,643</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Detergente -1	1,50 gr/lt	6,000	2,60	15,600
Secuestrante	1,00 gr/lt	4,000	2,80	11,200
Soda Caustica 50%	4,00 cc/lt	16,000	0,23	3,680
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	2,000	1,15	2,300
Secuestrante	1,00 gr/lt	2,000	2,80	5,600
Sal	100,00 gr/lt	400,000	0,18	72,000
Carbonato de Sodio	10,00 gr/lt	40,000	0,30	9,200
Soda Caustica 50%	4,00 cc/lt	16,000	0,23	3,680
Secuestrante	1,00 gr/lt	4,000	2,80	11,200
Detergente-2	1,00 gr/lt	4,000	1,70	6,800
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	2,000	1,15	2,300
Suavizante	2,00 %	4,000	0,60	2,400
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>145,960</b>
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,730</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>274,740</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>1,373</b>

**Cuadro V-18:  
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION**

Gasto	Importe (\$)
Repuestos	1 650,00
Insumos para el caldero y tratamiento de aguas	500,00
Aceites y grasas	100,00
Servicio de Mantenimiento	550,00
Insumos de Embalaje	1 200,00
Materiales Para Laboratorio	200,00
Equipos de Seguridad Industrial	100,00
Gastos Administrativos	1 900,00
Despachos y transporte	4 800,00
Depreciacion	2 500,00
Beneficios Sociales	1 200,00
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>14 700,00</b>
<b>TOTAL DIARIO</b>	<b>565,38</b>

Costo Indirecto de Fabricación (\$/kg.) =  $565,38/5216 = 0,11$  \$/kg

**Cuadro V-19**  
**RESUMEN: COSTO DE PROCESO (ACTUAL)**

<b>Máquina</b>	<b>Tipo de Proceso</b>	<b>Capac. (Kg.)</b>	<b>Producción diaria (Kg.)</b>	<b>Costo Indirecto de fabricación (\$/Kg.)</b>	<b>Costo H-h (\$/Kg.)</b>	<b>Costo de agua (\$/Kg.)</b>	<b>Costo de vapor (\$/Kg.)</b>	<b>Costo E. Electrica (\$/Kg)</b>	<b>Costo de Receta Prom. (\$/Kg.)</b>	<b>Costo Prom. (\$/Kg.)</b>
Barca 1	Oscuro rx	200	400	0,11	0,0216	0,143	0,271	0,011	1,537	2,094
Barca 2	Oscuro rx	200	400	0,11	0,0216	0,143	0,271	0,0107	1,373	1,929
Barca 3	Medios rx	200	480	0,11	0,018	0,115	0,034	0,0092	0,852	1,338
Atyk 4	Medios rx	140	336	0,11	0,0257	0,0574	0,140	0,105	0,491	0,929
Overflow 5	Claro Dto	300	1800	0,11	0,0048	0,0287	0,033	0,0143	0,137	0,328
Overflow 6	Blanco	300	1800	0,11	0,0048	0,0287	0,056	0,0143	0,136	0,349
Total Prod.			5216							

**Cuadro V-20**  
**UTILIDAD PROMEDIO - ACTUAL**

Máquina	Tipo de Proceso	Capac. (Kg.)	Producción diaria (Kg.)	Costo Prom. (\$/Kg.)	Precio de venta (\$/Kg.)	Utilidad promedio (\$/Kg.)	Utilidad promedio (\$)
Barca 1	Oscuro rx	200	400	2,094	2,80	0,706	282,400
Barca 2	Oscuros rx	200	400	1,929	2,80	0,871	348,400
Barca 3	Medios rx	200	480	1,338	1,80	0,462	221,760
Atyk 4	Medios rx	140	336	0,929	1,80	0,871	292,656
Over flor 5	Claro Dto	300	1800	0,328	0,70	0,372	669,600
Over Flor 6	Blanco	300	1800	0,349	0,70	0,351	631,800
Total			5216				2 446,616

\* Utilidad promedio = Utilidad promedio (\$/Kg.) × Producción diaria (Kg.)

La eficiencia de la planta es 80 % por lo que la utilidad promedio diario será:  $0.8 \times (\$ 2446.616) = 1957.293 \text{ \$/día}$



## 5.6 MEJORAS EN EL PROCESO E INNOVACION TECNOLOGICA DE MAQUINAS DE TEÑIDO.

### 5.6.1 Mejoras en el proceso

El mejor tratamiento previo se consigue con un proceso escalonado que generalmente es caro y gasta mucha agua.

Por ello nos encaminamos a encontrar un compromiso entre lo que se puede hacer técnicamente y una rentabilidad aceptable.

Cuadro V-21:  
PREPARACION DEL ALGODÓN ACTUAL Y MEJORADO

Características	Producto	Descrude	Descrude Mejorado	Blanqueo	Blanqueo Mejorado
Detergente/ humectante	Unexol JET	1.5	1	1.5	1
Dispersante	Dekol SN	-	-	1	-
Secuestrante	Dekol SAD	1.0	-	1	-
Secuestrante/ dispersante	Globo Sperce CO	-	1.5	-	1.5
Antiquiebre	Unisol PG-50	-	2	2	2
Estabilizador De peroxido	Stabil ML	-	-	1	1
NaOH 50%	Soda Cáustica	4	4	3	4
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 50%	Agua Oxigenada	-	-	5	6
CH <sub>3</sub> COOH	Acido Acetico	0.5	0.5	0.5	0.5
Catalasa	Globalase OH	-	-	-	0.5

Consideramos que los colores oscuros, solo requieren un descrude previo para lograr un tejido con apariencia y tono aceptable para ser teñido.

Los descrudes rápidos en algodón no son recomendables, por que se pierde rendimiento y se obtiene una pobre penetración del colorante, obteniendo finalmente tinturas desiguales. Ver tabla V-21.

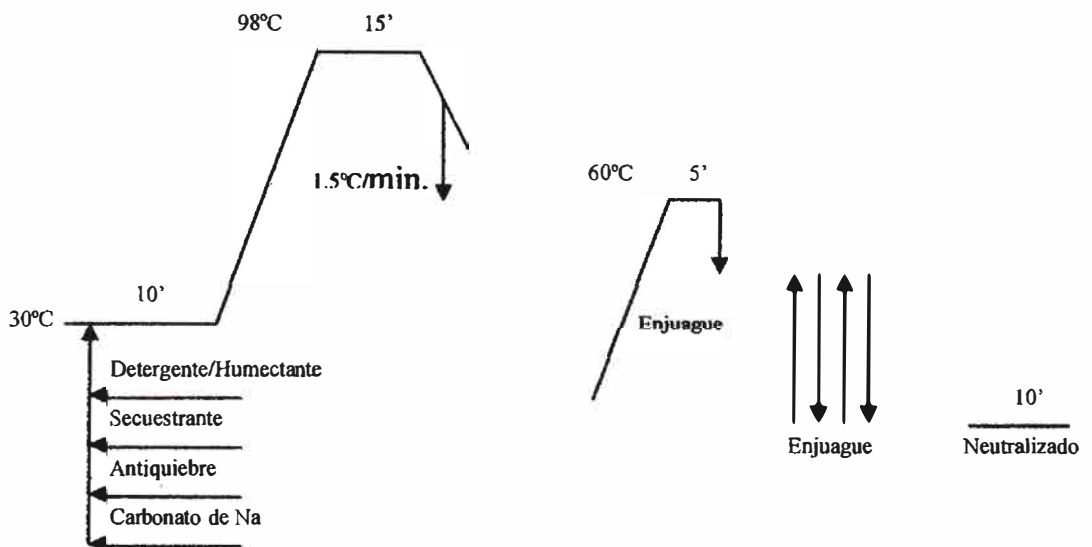
Un descrude de 30 min. A 98°C pese a presentar un mayor tiempo de operación, los resultados en costo total muestran un ahorro en el costo de los productos y auxiliares químicos y así se aseguran la calidad del tratamiento previo.

### Curvas de Proceso

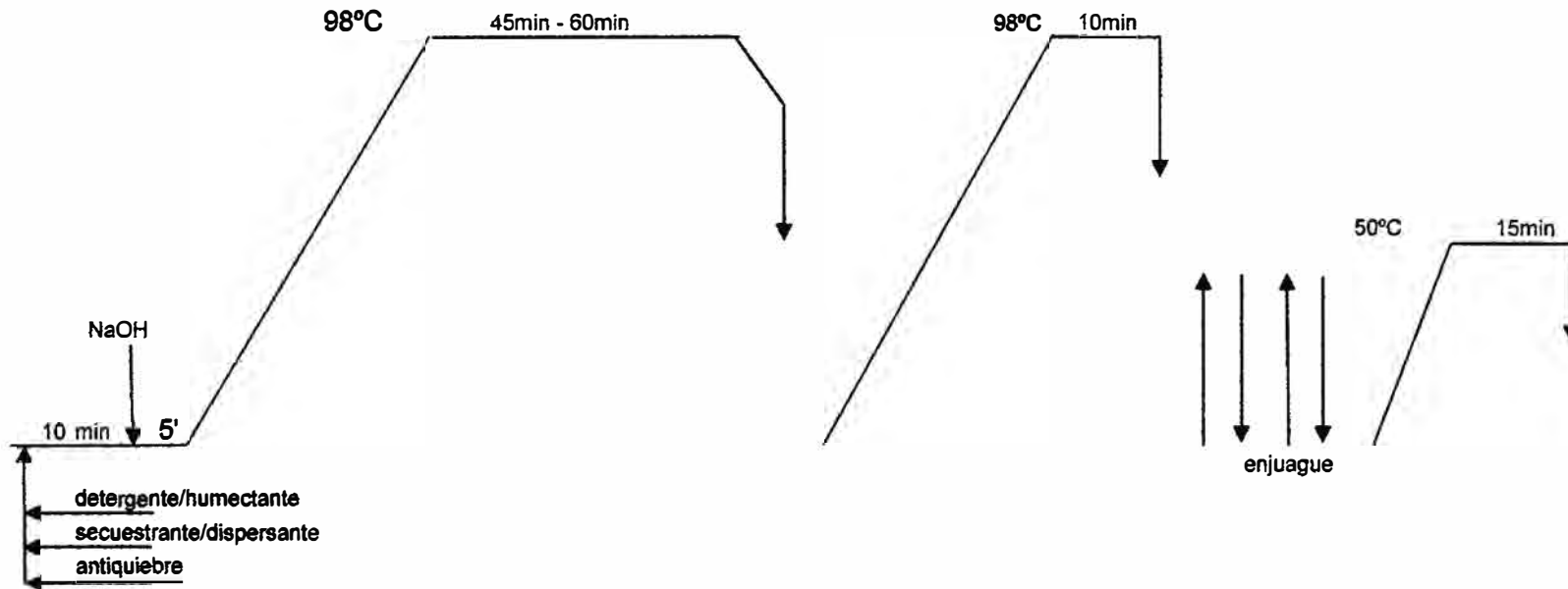
A continuación se muestran las curvas de proceso, actual y mejorado para los procesos de preparación previa al teñido. Debemos tener en cuenta que las exigencias básicas a los procesos son: manejo sencillo, reproducibilidad excelente, tiempos cortos de proceso, mínimo uso de productos químicos, bajo consumo de agua.

Figura V-29:

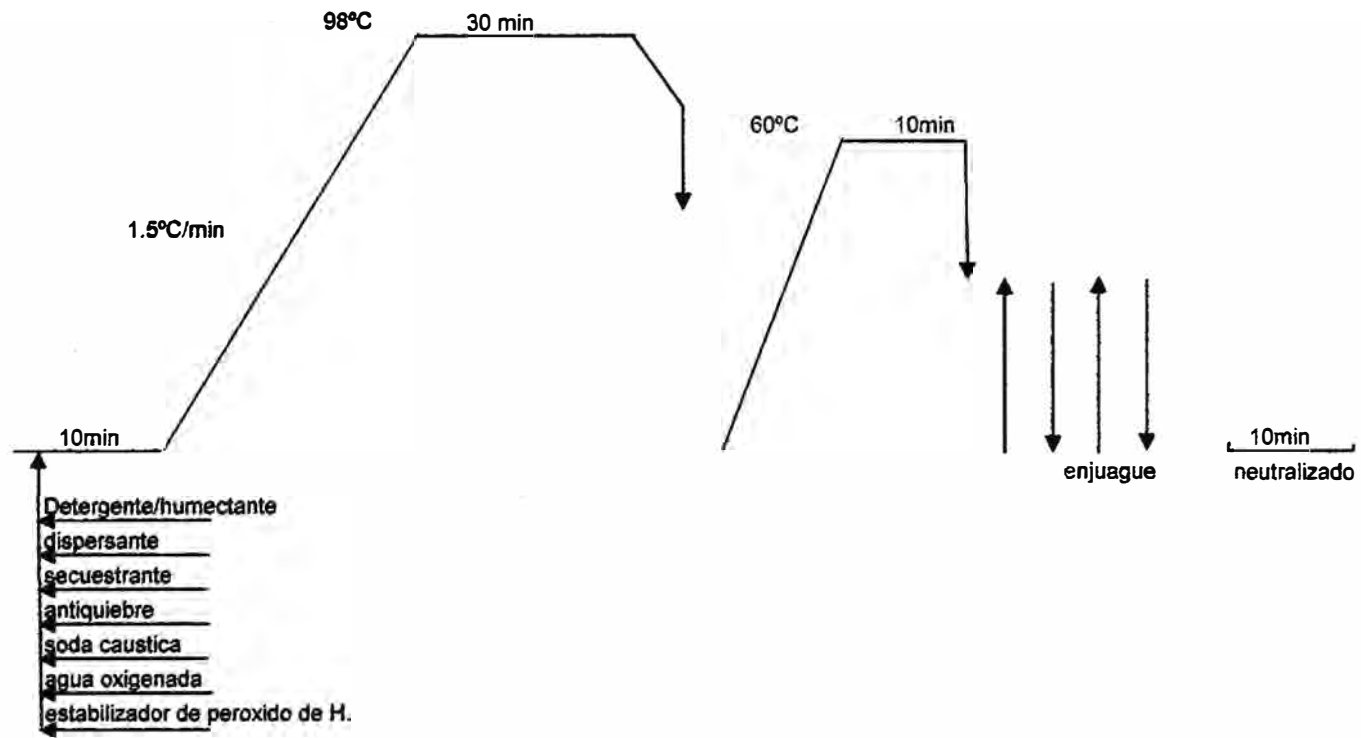
#### CURVA DE PROCESO: DESCRUDE



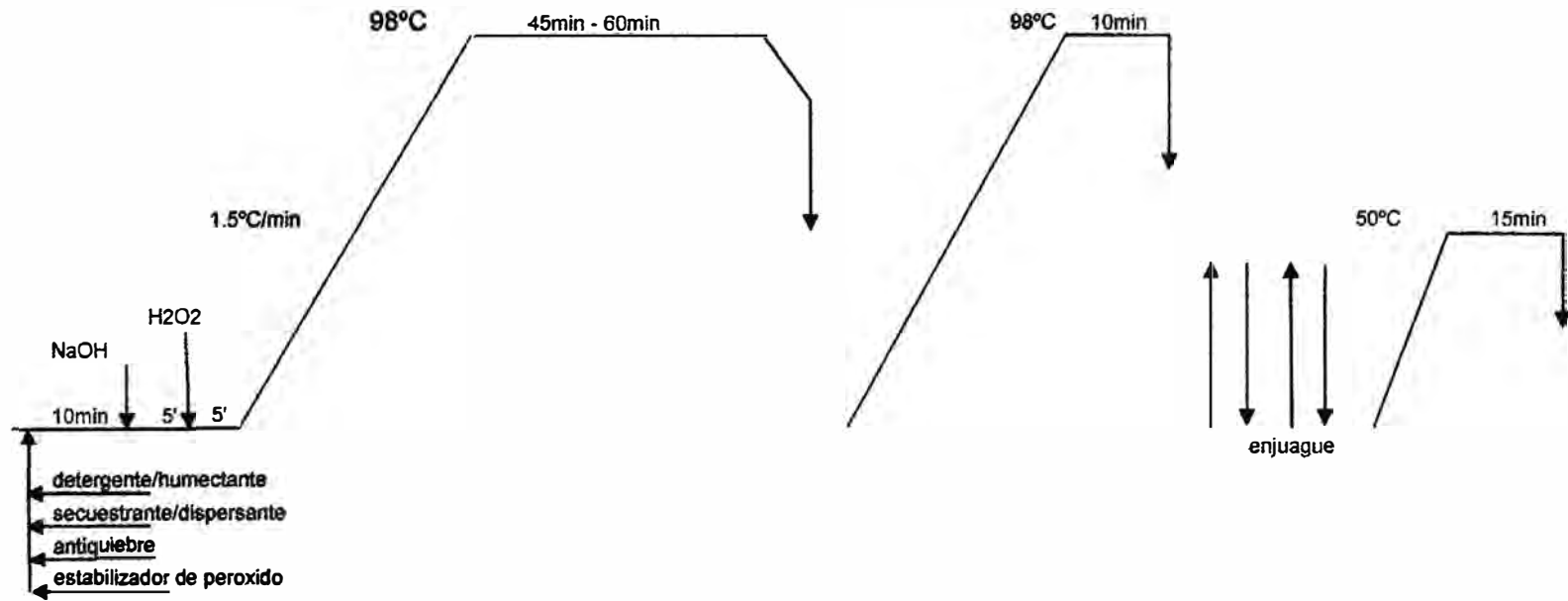
**Figura V-30**  
**CURVA DE PROCESO: DESCRUDE MEJORADO**



## CURVA DE PROCESO: BLANQUEO



**Figura V-32:  
CURVA DE PROCESO: BLANQUEO MEJORADO**



### **5.6.1.1 Dureza en el baño: El límite de seguridad**

La dureza del baño debe ser menor a los 3 grados alemanes.

Internacionalmente, se acepta que el límite máximo de dureza tolerada en una tintura exitosa con colorantes reactivos (y directos) es de 3 grados alemanes.

Este puede considerarse como el “límite de seguridad”.

Existen 4 fuentes principales de contaminación potencial con metales, que pueden causar dureza en el baño:

- Agua
- Fibra celulósica
- Auxiliares químicos
- Electrolito añadido.

Por lo tanto, se debe evaluar al detalle cada una de estas fuentes potenciales de contaminación (o dureza).

Nuestra experiencia indica que no se está examinando adecuadamente la dureza del algodón y del electrolito.

En cuanto a la fibra, es el nivel de contaminación en la estructura misma del algodón lo que interesa, más que la contaminación superficial. Es necesario examinar la estructura interna del algodón preparado en busca de dureza residual y otras posibles impurezas.

#### **Medición de la dureza del “baño sin colorantes” (“blank dyebath”)**

Se estimará el nivel de dureza bajo las condiciones de preparación y trabajo actuales.

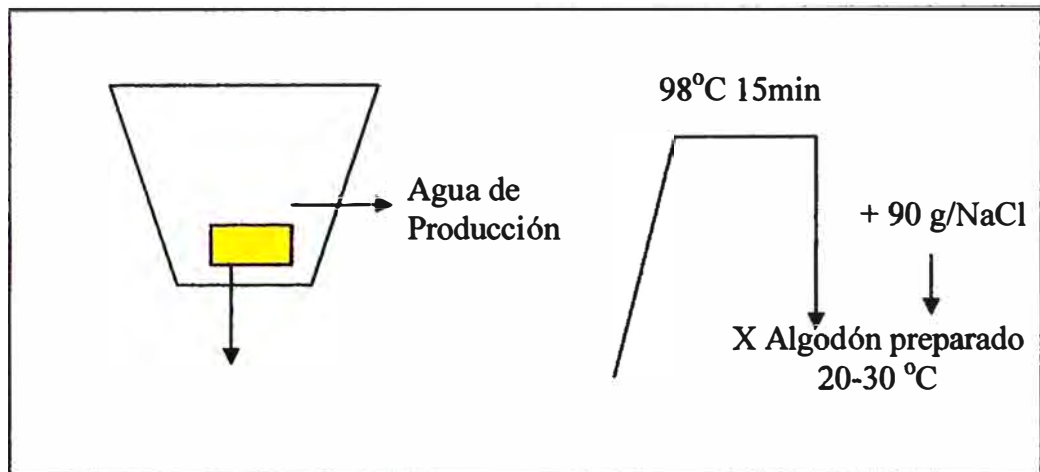
Es necesario medir la dureza “interna” del sustrato, preparado en presencia de la mayor cantidad de electrolito tal y como se trabaja en los tonos más intensos-, y del agua de producción normalmente disponible en tintorería.

#### **Procedimiento de la prueba:**

- Coloque una muestra de algodón preparado para la producción en agua, bajo la misma relación de baño que utiliza normalmente en la tintura.

- Cubra el vaso de precipitación con un vidrio de evaporación (o papel aluminio) y caliéntelo hasta alcanzar los 98°C durante 15 minutos.
- Déjelo enfriar a la temperatura del ambiente y añada 90 gr/lit de electrolito.
- Llame a esta la solución “X”.
- La solución “X” representa el “baño en blanco” (baño sin colorante).
- Mida la dureza en la solución “X”, así como la cantidad de secuestrante requerido para llegar a la dureza cero (0 grados alemanes).

Figura V-33:  
MODELO ESQUEMATICO DE LA PRUEBA



Un factor “crítico para el éxito” será entonces la determinación de la medida correcta de secuestrante requerida para reducir a cero la dureza, bajo las condiciones de trabajo actuales, usando tests de laboratorio en la solución X.

Otra alternativa sería optimizar las condiciones de trabajo para reducir la “dureza en blanco” al mínimo, reduciendo así también la cantidad de secuestrante requerido.

Por lo tanto, la principal área de influencia es sobre la calidad en la preparación.

### **5.6.2 Reformulación por variación de lotes de Algodón**

Los bajos niveles de producción de algodón, ocasiona que en el mercado se encuentren una gran variedad, por lo que se hace necesario e importante un análisis de la fibra, antes de ingresarla al proceso de producción.

“Lista para la tintura” será aquella fibra que es preparada en forma óptima para remover todas las amenazas conocidas para una tintura exitosa con reactivos.

Debe tener como características finales las siguientes:

- Cero dureza
- pH interno entre 5.5 y 6.5
- Cero Peróxido
- Completamente uniforme a lo largo de la cuerda o paca
- Un grado aceptable de blancura
- Buena capilaridad
- Impacto ambiental mínimo.

#### **Test convencional del sustrato preparado**

##### Tests convencionales

- Evaluar el grado de blancura (en sustratos pre-blanqueados) visual o instrumentalmente.
- Tomar muestras del sustrato, secarlas, y evaluar la hidrofiliadad: la medida en la que desaparece una gota de agua o de solución de azúcar.

El test de hidrofiliadad (absorbencia) difícilmente puede relacionarse a las condiciones normales de producción, ya que en planta no existe un proceso de secado intermedio entre el pre-tratamiento y la tintura; sin embargo, es usado ampliamente.



Un sustrato basado en celulosa está “listo para la tintura” únicamente sí:

- No contiene residuos de Peróxido (del pre-blanqueo)
- No contiene dureza residual
- El pH interno varía entre 5.5 y 6.5

#### **pH superficial versus pH interno**

- Medición del pH superficial por contacto de la fibra con el papel indicador universal
- Medición del pH interno por ebullición de una muestra en agua destilada
- Prueba repetida en el mismo proceso de preparación en 5 diferentes grados de algodón 100%.

Cuadro V-22:  
RESULTADOS DE LA PRUEBA

<b>Parámetro</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>	<b>Muestra 5</b>
PH del baño en el último enjuague	6.60	7.50	6.90	7.20	6.30
PH superficial	7.80	7.00	6.90	6.90	6.70
PH interno	10.37	10.00	10.30	9.82	9.78

Muchas veces el problema no está en la etapa de tintura sino en la inadecuada preparación de la tela, por tal motivo se hace necesario un conocimiento de todos los niveles de contaminantes que trae consigo, para así permitirnos, una buena selección de auxiliares textiles.

El uso de un secuestrante se hará absolutamente necesario en la etapa de preparación.

El laboratorio procederá a la reformulación de la receta una vez conocido el material textil a tratar.

### **5.6.3 Colorantes – Selección de Colorantes.**

Las fuerzas impulsoras en la investigación de colorantes reactivos y desarrollo de productos caen en tres categorías: la necesidad de productos con la mayor economía, mejor desempeño de entorno y mejoramiento de las propiedades técnicas. La mayor economía ha sido adquirida usando un proceso de fabricación de colorantes más eficiente, ciclos de teñido más cortos, incremento en el porcentaje de la producción del colorante al “hacerlo bien la primera vez”, el uso de colorantes estables más eficientes y el uso de cromóforos mas fuertes.

Dos factores han estimulado grandes cambios dentro del campo de teñidos con reactivos, es decir, la presión competitiva y la creciente preocupación del público por el medio ambiente. Gracias a la investigación de las compañías líderes, estos cambios dirigen con eficiencia el incremento de los costos a través de los niveles más altos de fijación del colorante en la fibra y descargas más bajas de desperdicio líquido. Deberán tenerse en cuenta los requisitos de solidez a la luz y húmedas, así como últimamente algunos clientes están exigiendo solidez al frote y al cloro, además de su comportamiento en procesos de acabados especializados. En muchos casos, será necesario examinar la estabilidad fibra-colorante y sus cromóforos a los modernos lavados domésticos basados en formulaciones de peróxido activado. Estos chequeos han sido desarrollados para identificar los colorantes sensibles a la hidrólisis oxidativas, a la degradación alcalina y a los lavados domésticos repetidos.

#### **5.6.3.1 Características Deseadas en la Selección de Colorantes:**

Cualquier gama de colorantes reactivos que sean de costo efectivo al teñir, exhibirá altos valores de E (Agotamiento) y F (Fijación). La mayor parte del colorante se fija a la fibra, y menos colorante sin fijación o hidrolizado tienen que ser removidos durante el lavado. Además, los colorantes deberán tener valores similares de fijación, por lo que se puede esperar la reproducibilidad de las formulaciones con respecto al tiempo de fijación y temperatura, en otras palabras, los cambios pequeños en ambas variables deben causar una pequeña o ninguna variación en el color final.

Los colorantes deben estar diseñados de tal manera que todos los colorantes individuales posean similares perfiles de teñido. Los colorantes deberán tener similar substantividad (70~80%), MI (>85 %) y LDF (>70%), por lo que serán altamente compatibles en mezclas binarias y terciarias, y como consecuencia, se comportarán como un solo colorante, asegurando los mejores niveles de propiedades de teñido y el máximo provecho al “hacerlo bien la primera vez”.

### **5.6.3.2 Compatibilidad de combinaciones tricromáticas**

Aunque la mayoría de las gamas comerciales de algunos colorantes comprenden varios de estos, recorriendo los matices del amarillo verdoso al turquesa, la mayoría de las formulaciones emplean generalmente mezclas de dos (combinación binaria) o tres colorantes (combinación terciaria o tricromática). En consecuencia, es esencial que todos los miembros individuales de una gama dada de colorantes, sean compatibles uno al otro, mostrando propiedades semejantes de conducta y rapidez al teñido.

Si todos los procesos del fabricante fuesen controlados exactamente, el producto final de teñido siempre será aceptable. Sin embargo, esto es rara vez el caso en la práctica; cualquier proceso está sujeto siempre a errores asociados con el equipo y la técnica usada, y de aquí en adelante el producto final puede variar en la calidad. Recientes desarrollos en procesos de teñido de agotamiento y maquinaria se han enfocado en la forma de reducir la relación de baño, y en la ayuda para conservar agua, energía y aumento de productividad.

Es de vital importancia el conocimiento de los colorantes en una tricromía, ya que si no fueran compatibles, ellos responderían diferente a cambios menores en las condiciones del proceso, y fallarían en dar una adecuada reproducibilidad del color ocasionándonos reprocesos debido a la no continuidad en el matiz

De particular importancia, resulta la medición de la extensión de los cambios de dos matices tricromáticos, uno oscuro y el otro pálido con cambios en la concentración de electrolitos, relación de baño, tiempo de teñido después de la adición del álcali, temperatura y la concentración de álcali.

### 5.6.3.3 La Comodidad del Lavado

Alta fijación, substantividad media y una buena difusión de colorantes significará que el colorante no fijado se puede eliminar rápidamente y con poca agua. Esto aminora los lavados y reduce el impacto al medio ambiente.

Esto por consecuencia, reduce los costos de producción; en la práctica es deseable alcanzar un balance entre la necesidad de la eliminación efectiva de colorantes no fijados y el costo de la energía necesaria para realizarlo.

### 5.6.3.4 Propiedades de Solideces

Porque después del lavado esencialmente sólo colorantes fijos convalecientes están presentes, la tela teñida debe demostrar sobresalientes propiedades al mojarse. Un requisito previo para una buena solidez al húmedo, es que la proporción del colorante fijado por una manera aparte de la vinculación convaleciente (físicamente), debe ser tan bajo como sea posible. Alternativamente, tratamientos posteriores (uso de fijadores catiónicos) son algunas veces empleados, para mejorar las solideces al húmedo. El significado práctico de un alto grado de fijación ( $F/E > 90\%$ ) y el fácil lavado aseguran muy buenas propiedades de las solideces al húmedo en matices oscuros, además de garantizar una excelente reproducibilidad de las formulaciones. Una buena estabilidad en el lazo del colorante en la fibra es lograda por el cuidadoso diseño de la combinación de grupos reactivos, cromóforos y diaminas, se muestran particularmente bien en pruebas severas de solideces.

### Conclusión










Trabajábamos con colorantes vinilsulfon, que tenían un índice de fijación del 65-70%.

El alto contenido de colorante no fijado a la fibra ocasionaba que nuestros efluentes fueran muy densos, por lo que teníamos un elevado consumo de agua y energía, además de mayor tiempo de proceso y baja reproducibilidad.

Se escogió como mejor alternativa la línea de **los colorantes Everzol ED**, una gama patentada de colorantes bi-funcionales, que nos ofrecen las siguientes ventajas:

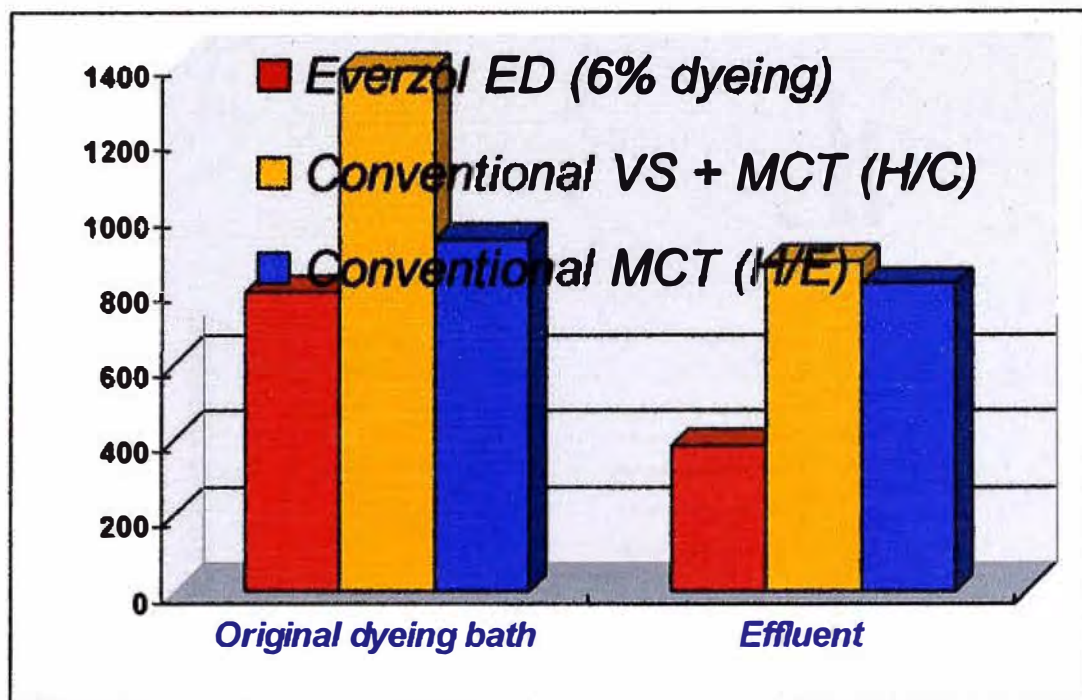
- Económicos, eficientes y ecológicos (con gran influencia en la disminución del costo total).
- Alta fijación, sustentividad media, buena difusión, buena igualación.
- Estable a la adición del álcali.
- Fácil lavado.
- Buenas solideces.
- Compatibles con todos los Everzol.
- Recomendados para agotamiento a 60°C.
- Desarrollo de colores más intensos, llegando a utilizar la mitad de la receta para obtener la misma intensidad que colorantes convencionales: “bi-funcionales” o “H-E” y similares.

Cuadro V-23  
TABLA DE COMPARACION DE CONSUMO

Match in Same shade	Dyestuff	Combination			Concentration (%)			Total conc.
		Yellow	Red	Navy	Yellow	Red	Blue	
	Everzol	ED	ED	ED	0.5	1.0	0.5	2.0
	Reactive	3RF 150%	3BF 150%	BF	1.88	1.31	0.84	4.03
	Reactive	HE4R	HE7B	HER	2.34	1.19	0.94	4.47
	Everzol	ED	ED	ED	1.0	2.0	1.0	4.0
	Reactive	3RF 150%	3BF 150%	BF	4.42	3.08	1.58	9.08
	Reactive	HE4R	HE7B	HER	3.76	2.15	1.65	7.56
	Everzol	ED	ED	ED	1.5	3.0	1.5	6.0
	Reactive	3RF 150%	3BF 150%	BF	8.09	5.46	2.31	15.86
	Reactive	HE4R	HE7B	HER	6.88	3.61	2.90	13.39

Los colorantes Everzol ED contribuyen a aminorar los problemas ambientales en la tintura de reactivos.

Figura V-34:  
DENSIDAD OPTICA DEL BAÑO Y EFLUENTE (10ppm)

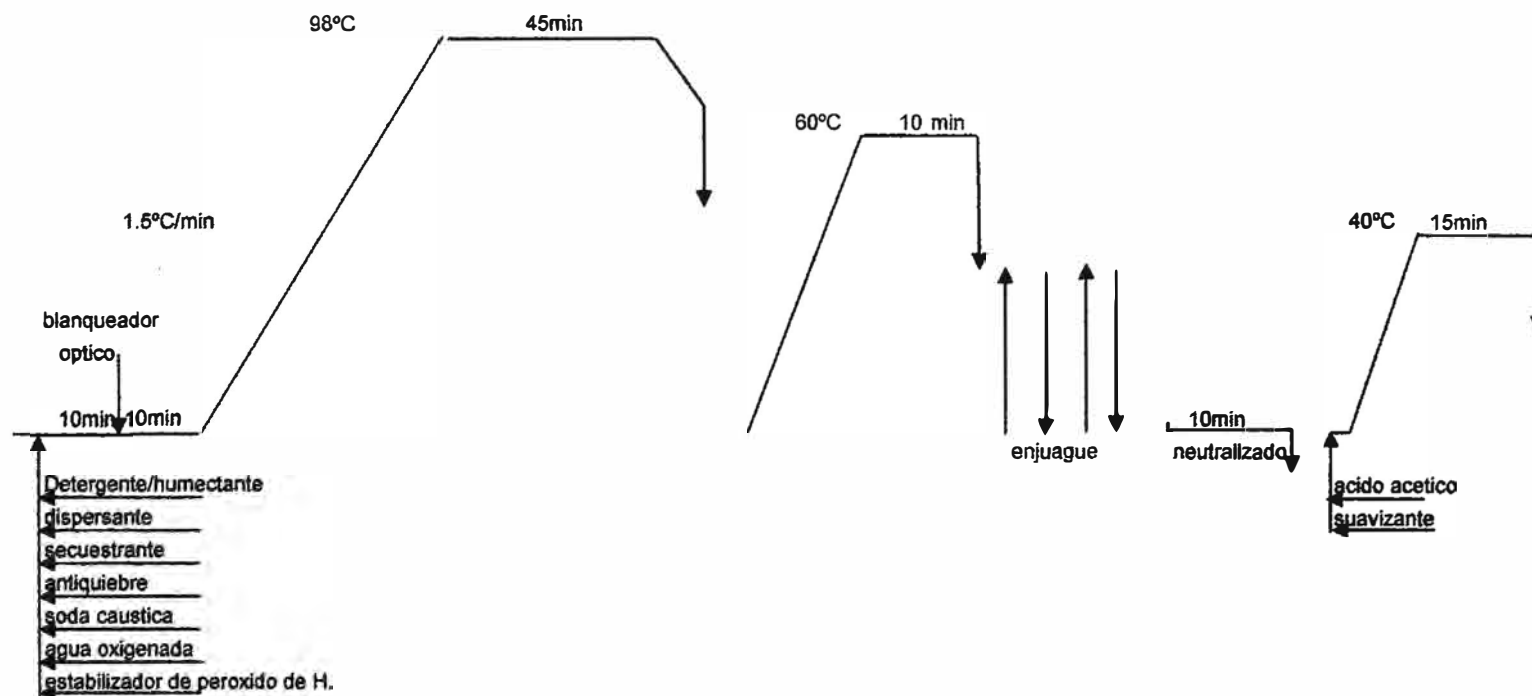


Los colorantes Everzol ED son menos sensibles a cambios de las condiciones de teñido, ellos aseguran la máxima producción al “hacerlo bien la primera vez” . Esta alta reproducibilidad, reduce tiempo en el proceso y acorta el tiempo que toma un producto para moverse en la cadena de suministro.

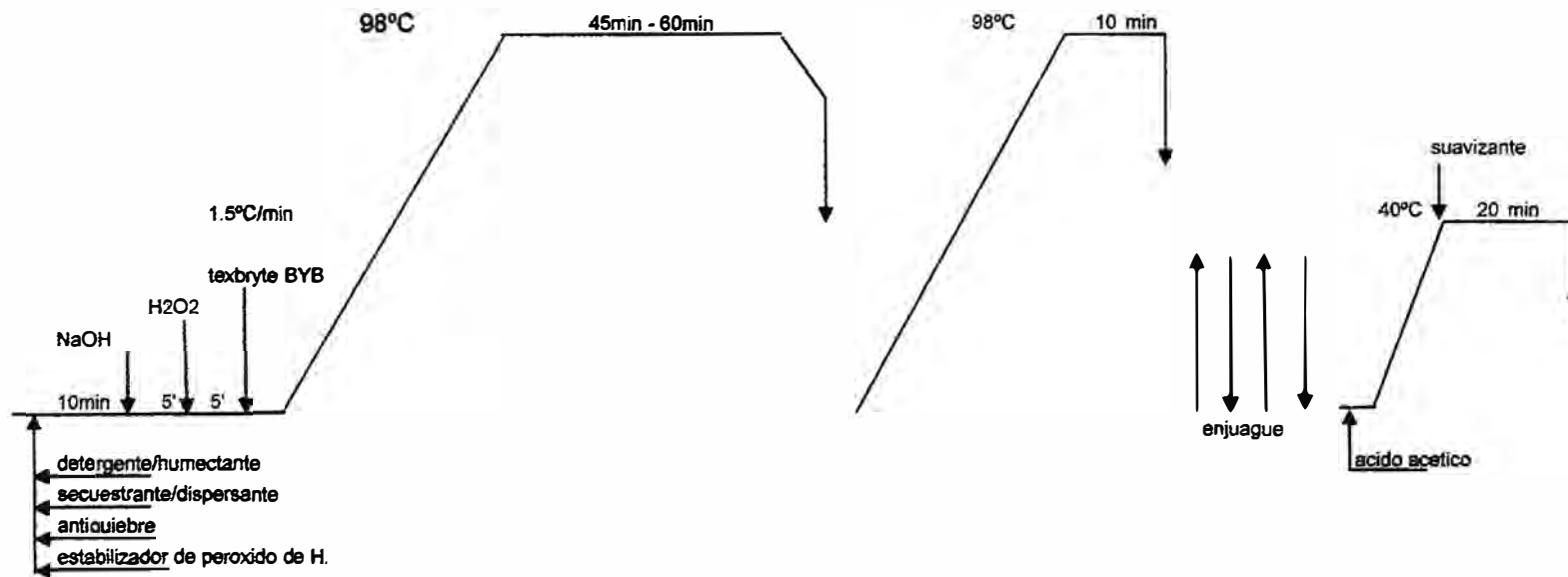
Un beneficio adicional para el cliente, es el mejoramiento y la confiabilidad en la calidad de la consistencia, con sobresalientes propiedades de lavado, alcanzando un estándar excepcionalmente alto, de solidez al húmedo.

## 5.6.4 Curvas de Teñido

**Figura V-35**  
**CURVA DE PROCESO: BLANCO OPTICO**

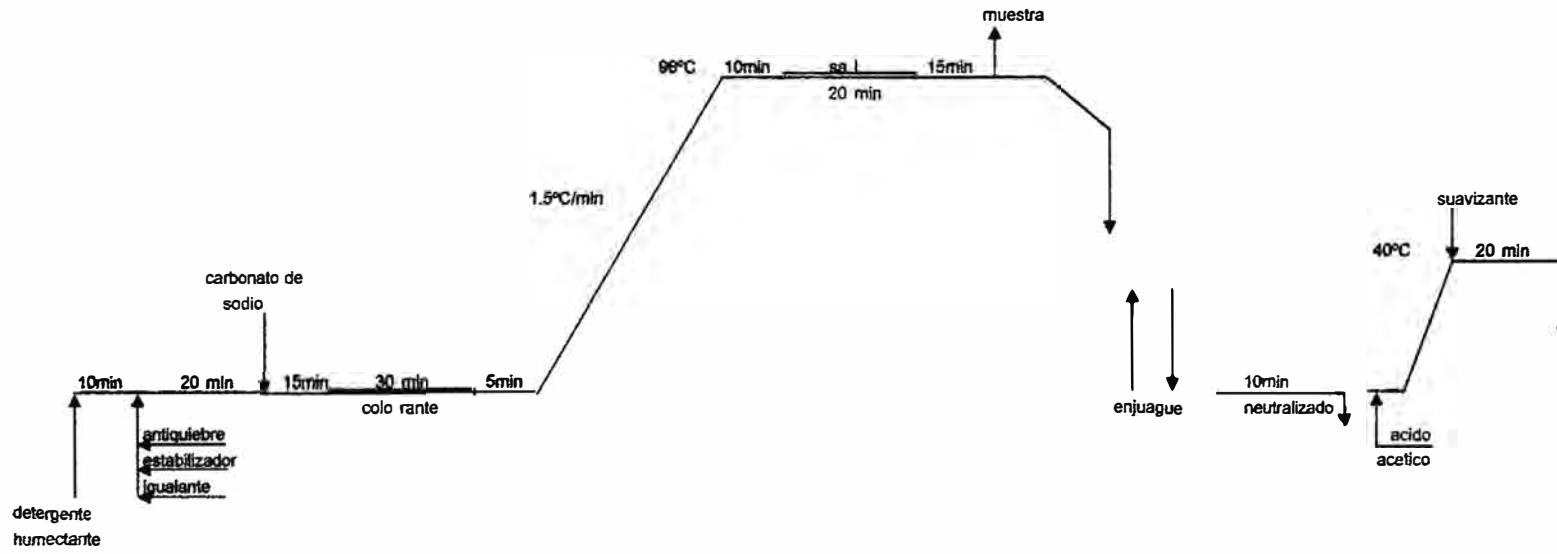


**Figura V-36**  
**CURVA DE PROCESO: BLANCO OPTICO - MEJORADO**

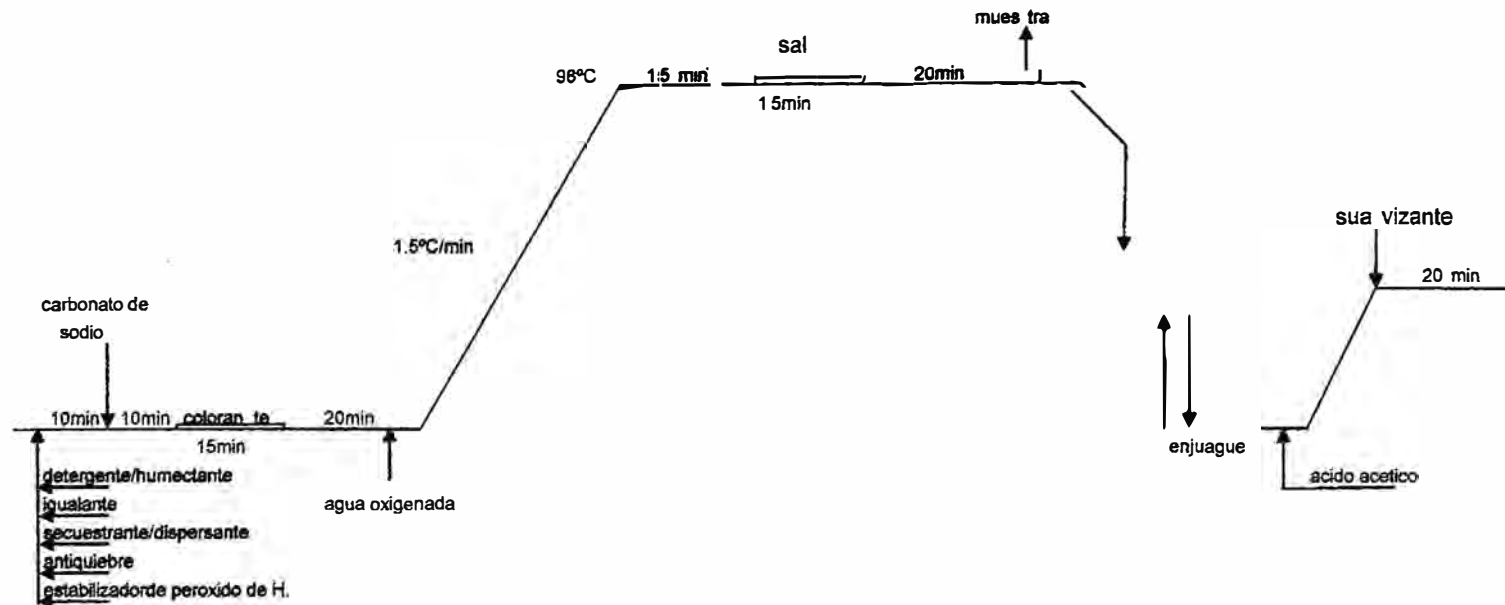




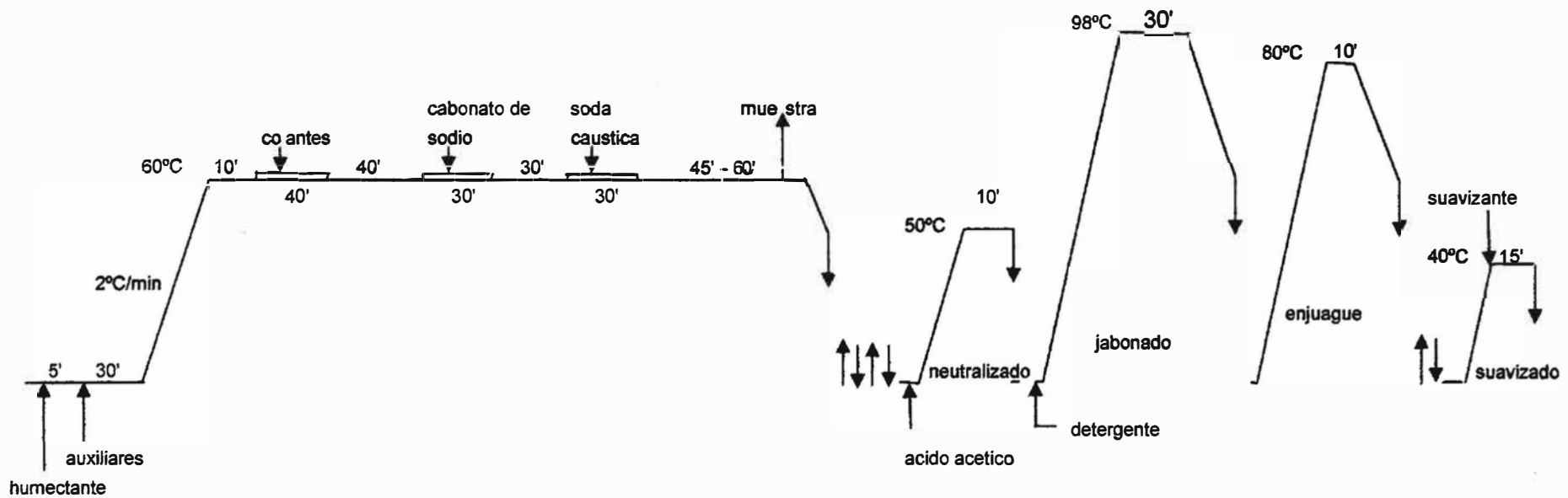
**Figura V-37**  
**CURVA DE PROCESO: TENIDOS DIRECTOS - CLAROS**



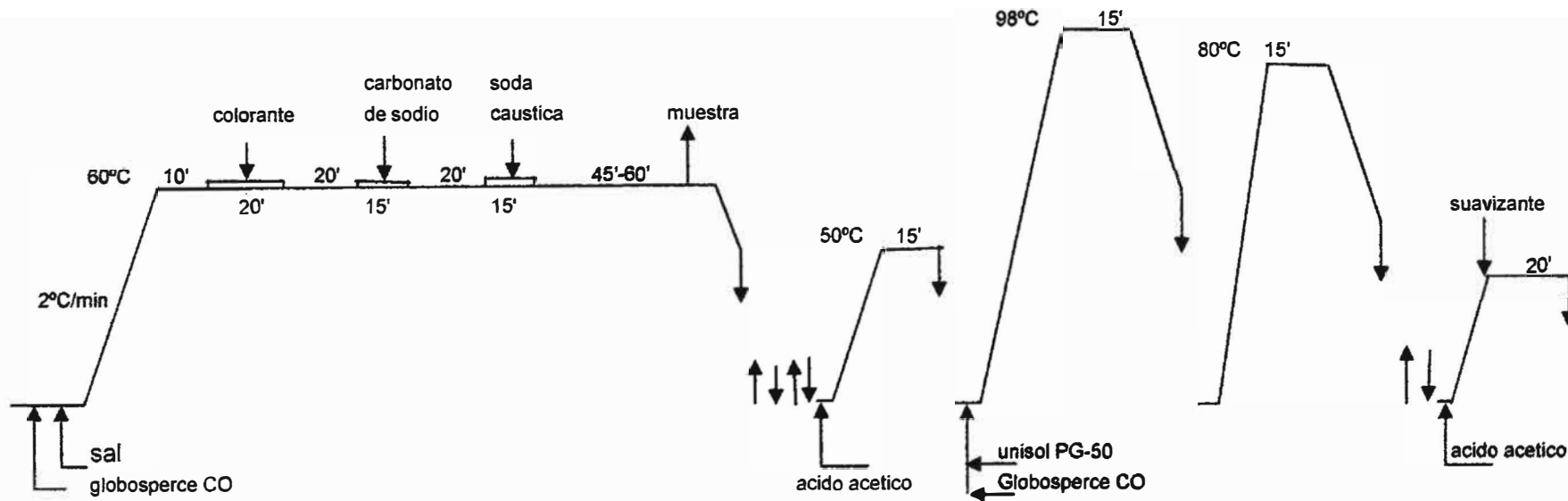
**Figura V-38**  
**CURVA DE PROCESO: TEÑIDOS DIRECTOS - CLAROS "MEJORADO"**



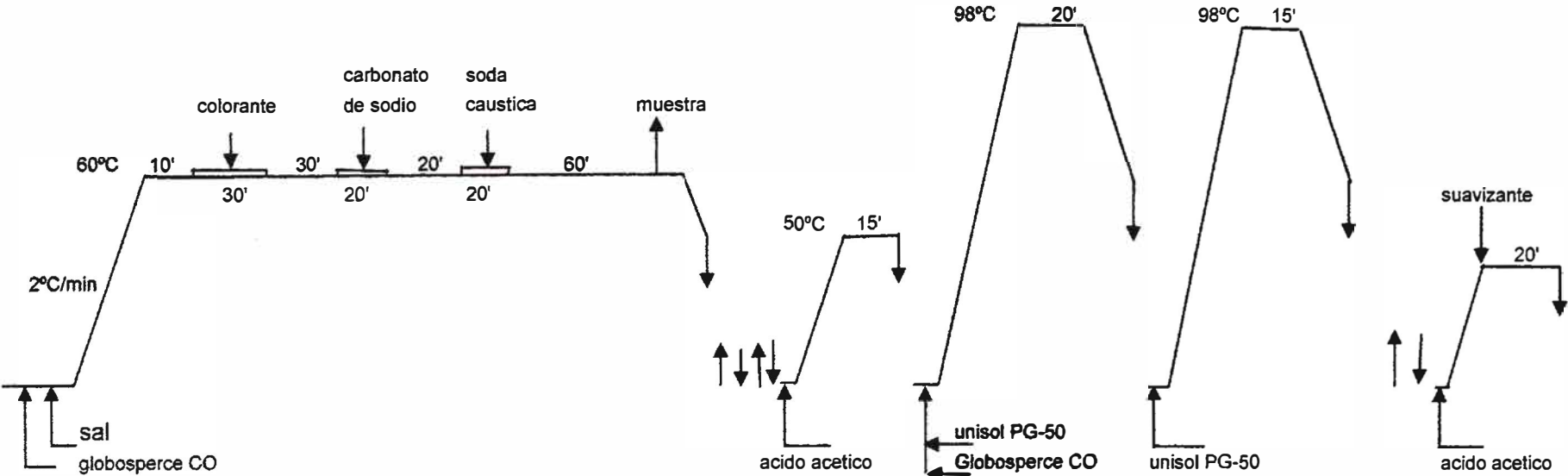
**Figura V-39**  
**CURVA DE PROCESO: TEÑIDO REACTIVO - COLORES MEDIOS Y OSCUROS**



**Figura V-40**  
**CURVA DE PROCESO: TEÑIDO REACTIVO - COLORES MEDIOS "MEJORADO"**



**Figura V-41**  
**CURVA DE PROCESO: TEÑIDO REACTIVO - COLORES OSCUROS "MEJORADO"**



## 5.6.5 Maquinaria

### 5.6.5.1 La tintorería y sus problemas de maquinaria.

El siguiente cuadro muestra el comportamiento de los tejidos por maquina:

Cuadro V-24  
COMPORTAMIENTO DE LOS TEJIDOS SEGÚN LA MAQUINARIA

Tejidos	Barcas de Torniquete	Over Flor
Franela Algodón 24/1 – 10/1	Regular, jala el hilo de los flotantes	Bueno
Jersey Algodón 30/1	Malo, Tela quebrada y con mala igualación	Bueno
Gamuza Algodón 30/1	Bueno	Bueno
Gamuza Algodón 50/1	Malo, tela quebrada y con mala igualacion	Regular
Rib Normal Algodón 24/1	Bueno	Bueno
En general	Todos los tejidos se estiran	Todos los tejidos trabajan relajados.

Se realiza la comparación entre procesos y se tiene:

a) Procesos en barcas de torniquete.

- Se ve limitada para procesar ciertos tejidos como por ejemplo jersey.
- Tiene mayor consumo de químicos, auxiliares, colorantes, agua, vapor y energía.
- Variación de tono de rollo a rollo.
- Beteadura en un 10% a mas en cada lote.
- Los matices no se reproducen de lote a lote, por que los controles son manuales.
- La tela presenta quebraduras en grado medio o acentuado.

b) Procesos en Over Flow:

- Permite procesar mayor diversidad de artículos tejidos.
- Todos los rollos presentan el mismo matiz.
- Tiempos de proceso menores.
- La característica del over flow esta en el sistema antienredos y el plegado interno de la maquina permiten mantener los anchos y tener tejidos mas estables.
- Calentamiento y enfriamiento rápidos.
- Nula formación de nudos.
- Mínima existencia de tensiones.
- Posibilidad de trabajar en doble cuerda en artículos de baja densidad.

**5.6.5.2 Propuesta de Inversión en Maquinas de Teñido:**

La propuesta se basa en reemplazar las barcas de torniquete por maquinas de alta tecnología que nos aseguren la posibilidad de cumplir con los objetivos planteados:

Actualmente el trabajar con barcas merma la eficiencia del proceso, además de la baja rentabilidad del mismo debido a su elevada relación de baño; por lo que al efectuar el cambio de estos equipos se espera:

- Una reducción del 52% del consumo de agua.
- Una reducción promedio del 60% del consumo de los productos auxiliares y del 35% del costo de proceso.
- Una reducción del 52% del consumo de vapor.
- Un incremento del 60% en la producción.
- Uniformidad en el proceso de teñido.
- Posibilidad de mejor control del proceso.
- Posibilidades de tratamientos previos a mayores temperaturas, permitiéndonos que estos se efectúen en tiempos más cortos.

### **Características deseadas en la elección de Maquinaria**

- Una reducción del 52% del consumo de agua.
- Alta velocidad en la circulación del tejido.
- Elevados contactos por minuto del baño con el tejido.
- Suavidad en el impacto del baño sobre el tejido.
- Circulación relajada del tejido, sin tensiones ni abrasiones y con cambio de posición del mismo en cada rotación.
- Bajo nivel de formación de espuma.
- Torniquete de transporte interior de gran diámetro y adaptable a la velocidad real del tejido.
- Dosificación exponencial programable.
- Presurización por bomba para el llenado y vaciado de la Máquina.
- Tanque auxiliar para la preparación de baños subsiguientes del proceso.

#### **5.6.5.3 Selección de Maquinaria**

01 Máquina de Teñido DMS Modelo Innodye HT	100Kg.
01 Máquina de Teñido DMS Modelo Innodye HT	200Kg.
01 Máquina de Teñido DMS Modelo Innodye HT	200Kg

#### **Generalidades.**

Innodye optimiza la influencia del movimiento del baño con respecto al tejido, sobre la velocidad y la calidad de las reacciones químicas.

Se puede efectuar el tratamiento de las cuerdas con tres movimientos de agua:

- El primero determinado por el flujo de agua que sigue la misma dirección que el substrato textil.
- El segundo regulado en la zona subyacente de la Máquina debida a la propia aspiración del baño del mismo para su sucesivo transporte hacia las toberas propulsoras.



- El Tercero, un movimiento transversal, las dos anteriores son movimientos perimetrales a la maquina, con este nuevo movimiento se obtiene un aumento de la velocidad de absorción del colorante, que es posible gracias al aumento de la velocidad relativa baño/tejido y a la continua mezcla e igualación del baño mismo.

### **Tecnología.**

Esta tecnología se basa en el aumento de la velocidad de intercambio molecular entre el fluido (baño de tratamiento) y el substrato textil, bajo el concepto innovador de traslación del baño, consiguiéndose con ello notables beneficios ya sea desde el punto de vista de tiempos obtenidos (ciclos de alta eficiencia) como desde el punto de vista cualitativo (uniformidad y repetibilidad).

Este movimiento asegura una mezcla continua y uniformización del baño así como una optimización de la disposición del material desde la salida de la tobera hacia la cámara de relajamiento (cesta).

Estos efectos acercan las condiciones de funcionamiento a aquellas obtenidas en el laboratorio.

También cuenta con una fase de relajamiento del tejido o acomodo en la cesta. En esta fase el tejido en cuerda puede ser comparado a un “paquete”, osea a una masa de tejido homogéneo y estático, a través del cual circula el baño del teñido. Entonces, tienen lugar dos fenómenos principales:

- En cada parte del empaquetamiento tiene lugar un intercambio de colorante entre baño y tejido;
- La concentración del colorante del baño varía durante su flujo a través del empaquetamiento..

También en esta fase, para reducir los tiempos de tintura, es necesario aumentar la velocidad de intercambio entre baño y masa de tejido, y el caudal de la solución que fluye a través del material textil.

### **Aspectos Técnicos.**

El movimiento dinámico del baño es obtenido con:

- Un novedoso cesto móvil de movimiento alternativo en una dirección transversal a la dirección de avance del tejido.
- Un sistema mecánico de uniformización del baño de tratamiento movable con respecto al cuerpo de la Máquina.

El óptimo transporte del baño está facilitado por:

- Una novedosa tobera de sección cónica variable.
- Un nuevo sistema de aspiración de baño.
- La optimización de la gestión del flujo del baño en el conducto de transporte.
- Una nueva concepción del cesto para acelerar el retorno del baño al contenedor.
- Una nueva posición del molinete con respecto al baño de tenido.

La distribución homogénea y racional del material en el interior de la máquina es asegurada por el cesto móvil anteriormente descrito.

Algunos datos que se explican por si solos y son:

- Tiempos de ciclos para reactivos oscuros, incluidas carga y descarga: 3 horas 20 minutos.
- Consumo de agua reducido en 20%.
- Consumo de energía eléctrica reducido en 17%.
- Consumo de vapor reducido en 27%.
- Reprocesos menores al 1%.
- Versatilidad: los diversos tejidos trabajables son muy amplios y cuantificables en mas de un 25%

Datos proporcionados por DMS en referencia a máquinas de tecnología actual.

### **Sistema de preparación previa del baño**

Otorgan ventajas prácticas que permiten una reducción efectiva en los tiempos de proceso tintorial, específicamente en los teñidos reactivos para tejidos de punto algodón. Se reducen los tiempos de proceso por estas razones:

- Llenado rápido desde el tanque de recuperación sirviéndose de la bomba principal de circulación de baño. El baño se puede calentar a una temperatura máxima de 90°C ya sea para el teñido como para el jabonado, con el consiguiente ahorro de tiempo.
- Descarga rápida del baño de la máquina siempre mediante la bomba de circulación. En general, las operaciones de carga/descarga de baño requieren de tiempos largos y en las tinturas de reactivos son hechos al menos de 10 a 12 veces por ciclo, obteniéndose ahorros de tiempos de proceso. Las operaciones de llenado y descarga toman aproximadamente 2 minutos (normalmente se requieren de tiempos que fluctúan entre 12 y 15 minutos).
- Introducción de productos desde el tanque de adición al tanque de recuperación.
- Lavado continuo con caudal controlado proveniente de la red, con descarga parcial del baño sucio por rebose con el tejido siempre en movimiento.
- Obviamente el tanque de recuperación tiene funciones tales como:
  - Calentamiento hasta 90°C máx.
  - Descarga de baño por gravedad.
  - Llenado de baño desde la red de distribución de agua.
  - Mezcla de baño por medio de bomba centrífuga en acero inoxidable.

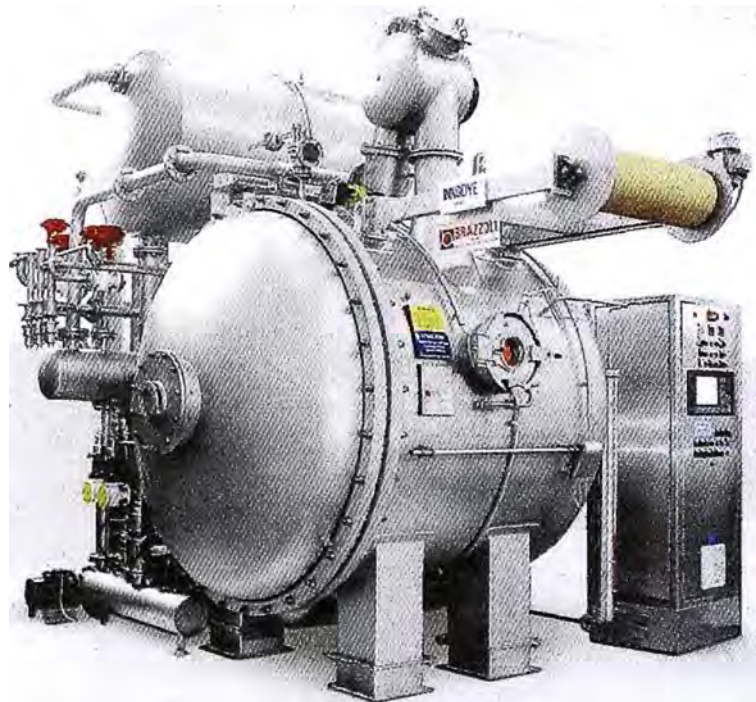
#### **Sistema de enfriamiento rápido del baño.**

Para las Máquinas a alta temperatura/presión, también se ha previsto un lavado continuo en la fase de enfriamiento del ciclo de descrude hecho a 120°C, aun con la Máquina bajo presión y con agua proveniente del intercambiador.

**Cuadro V-25**  
**CARACTERISTICAS DE LA MAQUINARIA SELECCIONADA**  
**DMS Modelo Innodye HT**

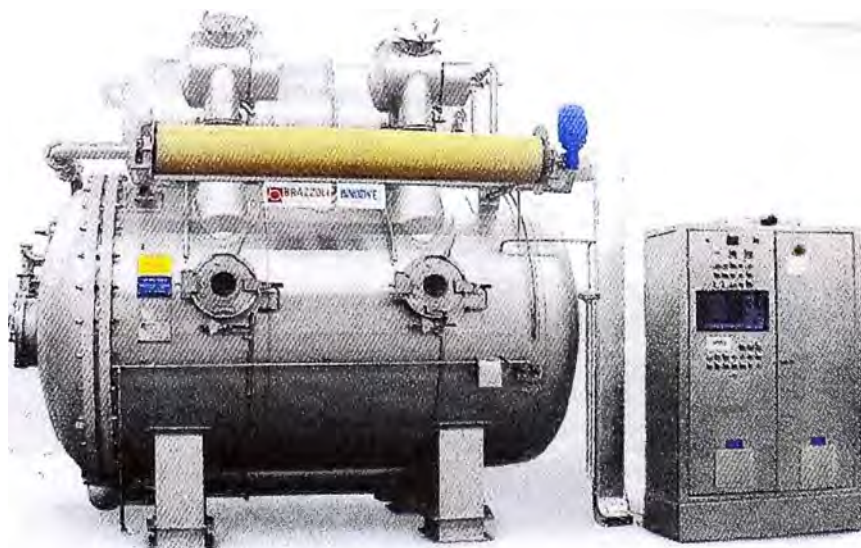
<b>Descripción</b>	<b>100</b>	<b>200</b>
Capacidad de carga (Kg.)	100	200
No de cuerdas	1	2
Volumen baño Máquina min. (Lt)	400	800
Volumen baño Máquina máx. (Lt)	1000	2000
Volumen baño tanque de preparación máx. (Lt)	600	1200
Velocidad de tejido min. (m/min.)	100	200
Velocidad de tejido máx. (m/min.)	450	900
Temperatura máx. De proceso (°C)	140	140
Temperatura máx. De trabajo (°C)	136	136
Motor para bomba circulación principal (Kw.)	11	22
Motor para bomba torniquete interno (Kw.)	1.5	3
Motor para bomba torniquete descarga (Kw.)	0.35	0.7
Motor para bomba introducción productos (Kw.)	2,2x2	2,2x4
Motor para bomba tanque de preparación (Kw.)	3	6
Motor para dispositivo de traslación (Kw.)	1.5	3

**Figura V-42:  
VISTA DE LA MAQUINA DMS Innodye HT 100**



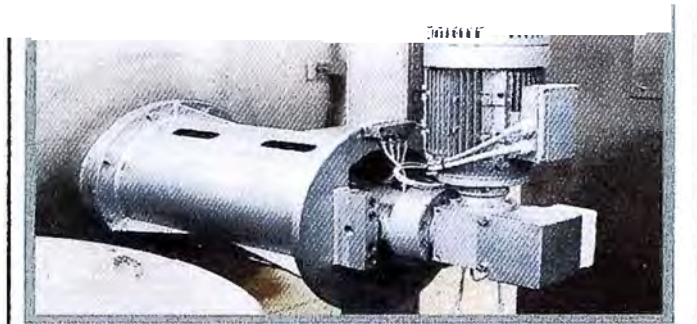
INNODYE® 200

**Figura V-43:  
VISTA DE LA MAQUINA DMS Innodye HT 200**



INNODYE® 400

**Figura V-44:**  
**VISTA DE LA BOMBA DE PRESURIZACION Y TANQUES DE PREPARACION**



**Figura V-45:**  
**VISTA DEL TANQUE AUXILIAR**

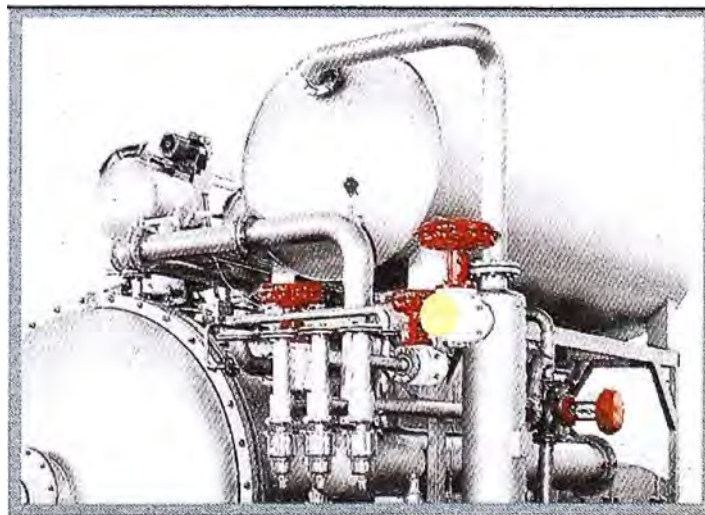
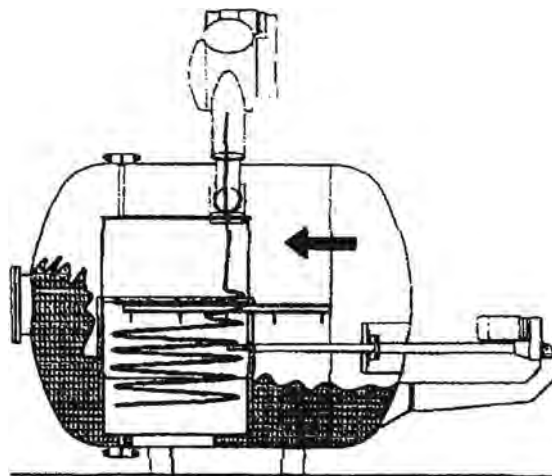
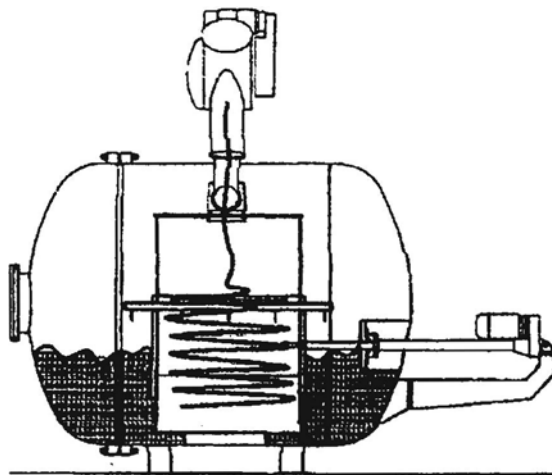


Figura V-46:

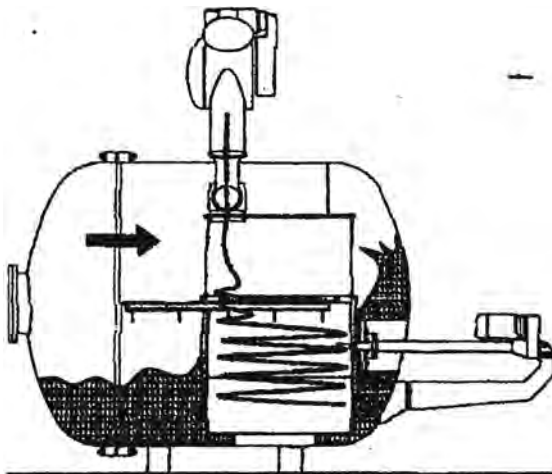
POSICIONES DEL CESTELLO EN LA MAQUINA PROPUESTA



**CESTELLO A FINE CORSA  
LATO SINISTRO**



**CESTELLO IN POSIZIONE  
CENTRALE**



**CESTELLO A FINE CORSA  
LATO DESTRO**

Figura V-47:  
DIMENSIONES DE LA MAQUINA DMS Innodye HT 200

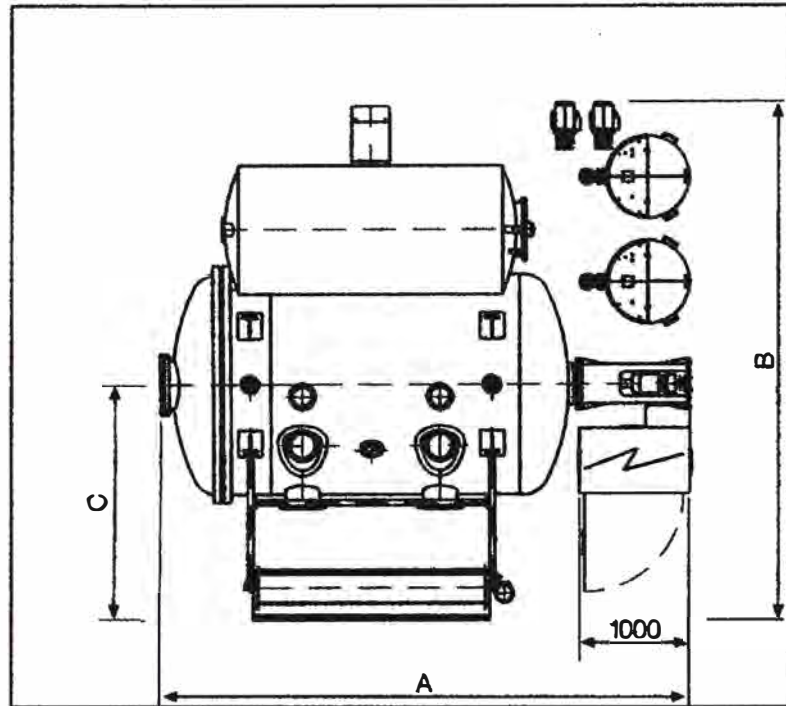
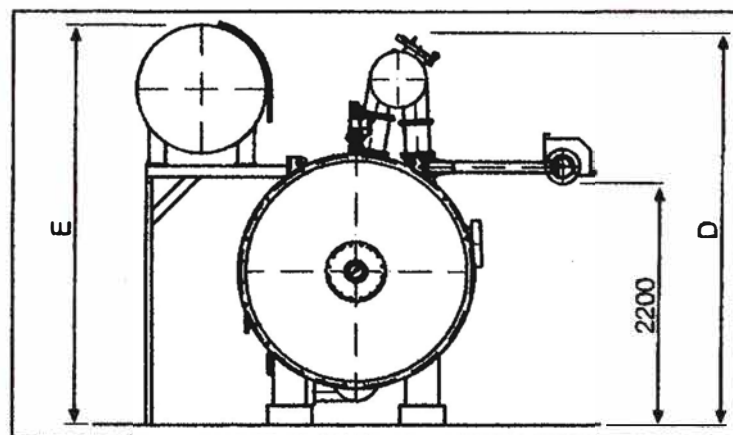


Figura V-48:  
DIMENSIONES DE LA MAQUINA DMS Innodye HT 100



Modelo	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm
Innodye HT200	3600	4650	2150	3550	3850
Innodye HT100	3400	3800	1920	3250	3200



## **5.6.6 Implementación del Sistema de Control de Calidad en el proceso.**

### **5.6.6.1 Importancia del Control de Calidad**

El análisis de las tendencias actuales nos permite resumir los siguientes conceptos:

- En principio, la calidad como tal ya no es suficiente, debe involucrarse además el bajo costo.
- Actualmente el desafío constituye en tomar misiones múltiples, como son la calidad, la rentabilidad (eficiencia en los costos) y la satisfacción del cliente.
- En realidad, en estos momentos la calidad a pasado a ser una necesidad básica, representando un punto de partida para tareas más ambiciosas

Tampoco debemos olvidarnos que no existe mercado interno y externo, si no un solo mercado al cual podremos acceder o no dependiendo de la calidad de nuestro producto.

#### **Calidad del producto:**

- Estabilidad dimensional / Revirado.
- Claridad del punto.
- Apariencia superficial.
- Tacto.
- Acabado.
- Uniformidad del color.
- Moda

#### **Calidad del servicio:**

- Cumplir con los requerimientos del cliente.
  - En el plazo justo
  - En cada ocasión
  - Con fiabilidad
  - Con certeza anticipada

**Definición de “exitoso” en términos de una tintura :**

- Nivel
  - Sin agujeros
  - Sin manchas
  - Sin quiebres
  - Sin arrugas (crows feet)
  - Sin ninguna desigualdad (Quasi-unlevelness)
  
- La tonalidad correcta
  - Con la menor cantidad posible de matizados o repinturas.
  
- Cumple los requerimientos del cliente en cuanto a:
  - Solidez
  - Estabilidad dimensional
  - Aspecto superficial
  - Normas ambientales
  - Entrega “a tiempo” - En la fecha especificada por el cliente
    - ❖ Sin devoluciones.
    - ❖ Sin quejas.
  
- Permite una utilidad aceptable

**5.6.6.2 Implementación del RFT (Right First Time) "El verdadero valor de hacerlo a la primera"**

Hemos revisado los avances en la tecnología para la adecuación del RFT buscando incrementar la eficiencia, la productividad y mejora en la calidad del servicio. Mediante un modelo de costos, se midió el impacto de la calidad de la producción sobre el costo total de la producción.

El uso adecuado de la tecnología, obtiene una reducción de los costos de producción hasta de un 50% cuando se compara con los métodos tradicionales de producción.

La competitividad de los productores se mide ahora en términos de su capacidad de entregar sus productos dentro de una calidad predeterminada, en el lapso de tiempo definido, y a unos costos que le permitan al distribuidor ser competitivo en el mercado.

El sistema requiere un seguimiento detallado de:

- Las ventas al consumidor.
- Las órdenes directas.
- Las auditorías de proceso.
- Ciclos cortos de acabado, con altos niveles de control de proceso para eliminar chequeos intermedios.

A su vez, el sistema requiere un compromiso para minimizar los inventarios.

Este es un servicio desarrollado con éxito para competir con las estrategias de comercialización basada únicamente en los bajos costos.

Para obtener producción RFT, es necesario enfocarse a los desarrollos más recientes en tecnología de colorantes y de administración. Para minimizar el costo total de producción y obtener altos niveles de RFT se requiere técnicas de aplicación altamente productivas.

Para obtener altos niveles de producción RFT es necesario orientar toda la actividad administrativa hacia un estilo proactivo con pretensión de cero defectos. Las habilidades del personal de la tintorería se deben orientar al manejo de la producción y no a la corrección de lo que hecho erradamente.

#### **5.6.7 Costos – Estudio Económico de la Reestructuración.**

A continuación se evalúa los costos con el cambio de colorantes y posteriormente con cambio de colorantes y cambio de maquinas de teñido donde obviamente se aprecia un mayor ahorro

##### **5.6.7.1 Nuevo Costo de Recetas Con el Cambio de Colorantes**

### Receta de producción para colores medios con cambio de colorantes

CLIENTE:		MÁQUINA: Barca 3		
KILOS :	200	COLOR : Naranja Rx.		
LITROS :	4000	ARTICULO Jersey algodón 30/1		
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Cantidad	Consumo Kg.	Precio \$/KG	TOTAL (\$)
Naranja Everzol ED2R	1,550 %	3,100	13,50	41,850
Rojo Everzol F2B	0,015 %	0,030	19,00	0,570
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>42,420</b>
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,212</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Unexol Jet	1,50 gr/lt	6,000	1,40	8,400
Unisol PG-50	2,00 gr./lt	8,000	0,90	7,200
Globo sperce CO	1,00 gr/lt	4,000	2,15	8,600
Soda Caustica 50%	4,00 gr/lt	16,000	0,23	3,680
Stabil ML	1,00 gr/lt	4,000	1,00	4,000
Agua Oxigenada 50%	6,0%	12,000	0,43	5,160
Acido Acetico glacial	0,50gr./lt	2,000	1,15	2,300
Globolase OH	0,300gr./lt	1,200	3,50	4,200
Globo sperce CO	0,750./lt	2,000	2,15	4,300
Sal	50,00 gr./lt	200,000	0,18	36,000
Carbonato de Sodio	5,00 gr.lt	20,000	0,30	6,000
Soda Cáustica 50%	1,0 gr./lt	6,000	0,23	1,380
Acido Aceticol glacial	0,50 gr/lt	2,000	1,15	2,300
Globo sperce CO	1,50 gr/lt	6,000	2,15	12,900
Unisol PG - 50	2,00 gr/lt	8,000	0,90	7,200
Acido Acetico glacial	0,50 gr./lt	2,000	1,15	2,300
Ukosoft Caf	4,00%	8,000	0,60	4,800
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>120,720</b>
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,604</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>163,140</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>0.816</b>

### Receta de producción para colores medios con cambio colorantes

CLIENTE:		MÁQUINA: Atyk 4		
KILOS :	140	COLOR : Acero Rx		
LITROS :	1680	ARTICULO Jersey algodón 30/1		
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Cantidad	Consumo Kg.	Precio \$/KG	TOTAL (\$)
Azul Everzol ED	1,100%	1,540	18,15	27,951
Rojo Everzol F-2B	0,150%	0,210	19,00	3,990
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>31,941</b>
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,228</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Unexol Jet	1,50 gr/lt	2,520	1,40	3,528
Unisol PG-50	2,00 gr./lt	3,360	0,90	3,024
Globo sperce CO	1,00 gr/lt	1,680	2,15	3,612
Soda Caustica 50%	3,00 gr/lt	5,040	0,23	1,159
Stabil ML	1,00 gr/lt	1,680	1,00	1,680
Agua Oxigenada 50%	4,0%	5,600	0,43	2,408
Acido Acetico glacial	0,50gr./lt	0,840	1,15	0,966
Globalase OH	0,30gr./lt	0,504	3,50	1,764
Globo sperce CO	0,75./lt	1,260	2,15	2,709
Sal	50,00 gr./lt	84,000	0,18	15,120
Carbonato de Sodio	5,00 gr.lt	8,400	0,30	2,520
Soda Cáustica 50%	1,0 gr./lt	1,680	0,23	0,386
Acido Aceticol glacial	0,50 gr/lt	0,840	1,15	0,966
Globo sperce CO	1,50 gr/lt	2,520	2,15	5,418
Unisol PG - 50	2,00 gr/lt	3,360	0,90	3,024
Acido Acetico glacial	0,50 gr./lt	0,840	1,15	0,966
Ukosoft Cat	4,00%	5,600	0,60	3,360
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>51,620</b>
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,376</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>83,561</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>0,597</b>

**Receta de producción para colores oscuros con cambio de colorantes.**

CLIENTE:		MÁQUINA: Barca 1		
KILOS :	200	COLOR : Azul Marino Rx.		
LITROS :	4000	ARTICULO Jersey Algodón 30/1		
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Concentracion	Consumo Kg.	Precio \$/Kg.	TOTAL (\$)
Marino Everzol ED	5,50 %	11,000	9,32	102,520
Amarillo Everzol ED2R	0,72 %	1,440	8,70	12,528
Rojo Everzol ED3B	1,03 %	2,060	10,58	21,795
SUMA TOTAL				136,843
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,684</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Unexol Jet	1,50 gr/lt	6,000	1,40	8,400
Globo Sperce CO	1,00 gr/lt	4,000	2,15	8,600
Unisol PG - 50	2,00 gr.lt	8,000	0,90	7,200
Soda Caustica 50%	4,00 cc/lt	16,000	0,23	3,680
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	2,000	1,15	2,300
Globo sperce CO	1,00 gr/lt	2,000	2,15	4,300
Sal	80,00 gr/lt	320,000	0,18	57,600
Carbonato De Sodio	7,00 gr/lt	28,000	0,30	8,400
Soda Caustica 50%	2,50 cc/lt	10,000	0,23	2,300
Acido acetico glacial	0,50 gr/lt	2,000	1,15	2,300
Globo sperce CO	2,00 gr/lt	8,000	2,15	17,200
Unisol PG -50	2,00 gr/lt	8,000	0,90	7,200
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	2,000	1,15	2,300
Ukosoft Cat	4,00 %	8,000	0,60	4,800
SUMA TOTAL				136,580
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,683</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>273,423</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>1.367</b>

**Receta de producción para colores oscuros con cambio de colorantes .**

CLIENTE:		MÁQUINA: Barca 2		
KILOS :	200	COLOR : Rojo Rx.		
LITROS :	4000	ARTICULO Jersey Algodón 30/1		
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Concentracion	Consumo Kg.	Precio \$/Kg.	TOTAL (\$)
Rojo Everzol ED	4,56 %	9,120	12,50	114,000
Rojo Everzol ED3B	0,92 %	1,840	10,58	19,647
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>133,467</b>
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,667</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Unexol Jet	1,50 gr/lt	6,000	1,40	8,400
Globo Sperce CO	1,00 gr/lt	4,000	2,15	8,600
Unisol PG - 50	2,00 gr.lt	8,000	0,90	7,200
Soda Caustica 50%	4,00 cc/lt	16,000	0,23	3,680
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	2,000	1,15	2,300
Globo sperce CO	1,00 gr/lt	2,000	2,15	4,300
Sal	80,00 gr/lt	320,000	0,18	57,600
Carbonato De Sodio	5,00 gr/lt	20,000	0,30	6,000
Soda Caustica 50%	2,00 cc/lt	8,000	0,23	1,840
Acido acetico glacial	0,50 gr/lt	2,000	1,15	2,300
Globo sperce CO	2,00 gr/lt	8,000	2,15	17,200
Unisol PG -50	2,00 gr/lt	8,000	0,90	7,200
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	2,000	1,15	2,300
Ukosoft Cat	4,00 %	8,000	0,60	4,800
<b>SUMA TOTAL</b>				<b>133,720</b>
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,669</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>267.187</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>1.336</b>

**Cuadro V-26**  
**PRODUCCION PROMEDIO DE TELA PROCESADA CON INNOVACION DE**  
**MAQUINARIA**

Maquina	Tipo de proceso	Tiempo de proceso(hr)	Capacidad (Kg.)	Producción Diaria (Kg.)	% Producción
DMS 1 (100 Kg.)	Oscuros RX	8	100	300	5,32
DMS 2 (200 kg)	Oscuros RX	8	200	600	10,64
DMS 3 (200 kg.)	medios RX.	6	200	800	14,19
Atyc 4	Medios RX.	10	140	336	5,96
OverFlow 5	Claros Dto.	4	300	1800	31,93
Over Flow 6	Blanco	4	300	1800	31,93
<b>Total</b>				<b>5636</b>	<b>100</b>

Producción mensual = 146,536.00 Kg.

Producción Anual = 1'758.432 Kg.

Los tiempos de proceso incluyen carga y descarga.



### 5.6.7.2 Costos de Agua.

DMS: Relacion de baño 1/6

Costo aproximado del agua: 0,72 \$/m3

$$\frac{\text{Costo de agua} \times \text{N}^{\circ} \text{ de cambios} \times \text{Volumen por cambio(m3)}}{\text{Capacidad (Kg.)}}$$

Cuadro V-27:  
COSTO DE AGUA CON INNOVACION DE MAQUINARIA

Maquina	Tipo de Proceso	Capacidad (kg)	Volumen (m3)	Nº de cambios	Total agua por proceso (m3)	Costo de agua (\$/gk)
DMS 1	Oscuros Rx	100	0.6	10	6	0,0432*
DMS 2	Oscuros Rx	200	1.2	10	12	0,0432*
DMS 3	Medios Rx	200	1.2	8	9.6	0,0346*
Atyk 4	Medios Rx	140	1.4	8	11.2	0,0574
Overflow 5	Claros Dto.	300	3	4	12	0,0287
Overflow 6	Blancos	300	3	4	12	0,0287

Hay una disminución del 52% del consumo de agua en la tintura con colorantes reactivos.

### 5.6.7.3 Costo de la Mano de Obra.

Costo (hr-H) = 225\$/mes x 1mes/26días x 1dia/24horas = 0,36 \$

Costo(hr-H/Kg.)=Costo(hr-H)xtiempo proceso(hr) / capacidad Maq(kg)

Cuadro V-28:  
COSTO DE MANO DE OBRA CON INNOVACION DE MAQUINARIA

Maquina	Tipo de Proceso	Tiempo de proceso (hr)	Capacidad (kg)	Costo (\$) (hr-H) / kg.
DMS 1	Oscuros Rx.	8	100	0,0288*
DMS 2	Oscuros Rx.	8	200	0,0144*
DMS 3	Medios Rx.	6	200	0,0108*
Atyc 4	Medios Rx	10	140	0,0257
Overflow 5	Claros Dto.	4	300	0,0048
OverFlow 6	Blancos	4	300	0,0048

### 5.6.7.4 Costo de Vapor.

El costo de calentar un litro de baño : \$ 0,00234 , se mantiene

DMS 1:

$$\frac{(3 \times 1 + 2 \times 0,6 + 1 \times 0,8 + 2 \times 0,4) \times 600}{100} \times 0,00234 = \$ 0,0814$$

DMS 2

$$\frac{(3 \times 1 + 2 \times 0,6 + 1 \times 0,8 + 2 \times 0,4) \times 1200}{200} \times 0,00234 = \$ 0,0814$$

DMS 3:

$$\frac{(3 \times 1 + 2 \times 0,6 + 2 \times 0,4) \times 1200}{200} \times 0,00234 = \$ 0,0702$$

**Cuadro V-29:  
COSTO DE VAPOR CON INNOVACION DE MAQUINARIA**

Maquina	Tipo de Proceso	Capacidad (kg)	Volumen (lts)	Nº de Baños a calentar	Costo de vapor (\$/kg tela)
DMS 1	Oscuro Rx	100	0.600	2 a 60°C 3 a 98°C 1 a 80°C 2 a 40°C	0,0814
DMS 2	Oscuro Rx	200	1200	2 a 60°C 3 a 98°C 1 a 80°C 2 a 40°C	0,0814
DMS 3	Medios Rx	200	1200	2 a 60°C 3 a 98°C 2 a 40°C	0,0702
Atyc 4	Medios Rx	140	1680	2 a 60°C 3 a 98°C 2 a 40°C	0,140
Overflow 5	Claros dto.	300	3000	1 a 98°C 1 a 40°C	0,033
Overflow 6	Blancos	300	3000	2 a 98°C 1 a 40°C	0,056

### 5.6.7.5 Costo de la Energía Eléctrica.

Costo (\$/Kw.-hora) = 0,0564, se mantiene

$$\frac{\text{Tiempo de proceso x Kw. de motores x costo de 1kw}}{\text{Capacidad de maquina (Kg.)}}$$

Cuadro V-30:  
COSTO DE ENERGIA ELECTRICA CON INNOVACION DE MAQUINARIA

Maquina	Tipo de Proceso	Tiempo de Proceso (hr)	Capacidad (Kg.)	Kw. De Motores	Costo de energía eléctrica(\$)
DMS 1	Oscuros Rx	8	100	21.75	0,0981
DMS 2	Oscuros Rx	8	200	43.50	0,0981
DMS 3	Medios Rx	6	200	43.50	0,0981
Atyc 4	Medios Rx	10	140	26.12	0,1050
Overflow 5	Claros Dto	4	300	18.96	0,0143
Overflow 6	Blanco	4	300	18.96	0,0143

### 5.6.7.6 Costos Indirectos de Fabricación con Innovación de Maquinaria.

Respecto a los costos indirectos de fabricación: si observamos el costo total mensual, es mas caro el propuesto, pero si vamos al costo indirecto por kilo de tela producida, es mas barato el propuesto, esto debido a que la producción mensual en el método propuesto es mas que en el método actual.

A continuación podemos observar en el cuadro V-31.

Cuadro V-31:

**COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION CON INNOVACION DE MAQUINARIA**

<b>Gasto</b>	<b>Importe (\$)</b>
Repuestos	1650,000
Insumos para el caldero y tratamiento de aguas	500,000
Aceites y grasas	100,000
Servicio de Mantenimiento	550,000
Insumos de Embalaje	1200,000
Materiales Para Laboratorio	200,000
Equipos de Seguridad Industrial	100,000
Gastos Administrativos	1900,000
Despachos y transporte	4800,000
Depreciacion	3741,780
Beneficios Sociales	1200,000
<b>TOTAL MENSUAL</b>	<b>15 941,780</b>
<b>TOTAL DIARIO</b>	<b>613,145</b>

Costo Indirecto de Fabricación (\$/kg.) =  $613,145/5636 = 0,1088$  \$/kg.

1 % menos que el costo indirecto anterior.

**Receta de producción para colores medios con colorantes reactivos -  
Propuesto**

CLIENTE:		MÁQUINA: DMS 3		
KILOS :	200	COLOR : Naranja Rx.		
LITROS :	1200	ARTICULO Jersey algodón 30/1		
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Cantidad	Consumo Kg.	Precio \$/KG	TOTAL (\$)
Naranja Everzol ED2R	1,550 %	3,100	13,50	41,850
Rojo Everzol F2B	0,015 %	0,030	19,00	0,570
SUMA TOTAL				42,420
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,212</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Unexol Jet	1,50 gr/lt	1,800	1,40	2,520
Unisol PG-50	2,00 gr./lt	2,400	0,90	2,160
Globo sperce CO	1,00 gr/lt	1,200	2,15	2,580
Soda Caustica 50%	4,00 gr/lt	4,800	0,23	1,104
Stabil ML	1,00 gr/lt	1,200	1,00	1,200
Agua Oxigenada 50%	6,0%	12,000	0,43	5,160
Acido Acetico glacial	0,50gr./lt	0,600	1,15	0,690
Globolase OH	0,500gr./lt	0,600	3,50	2,100
Globo sperce CO	1,00./lt	1,200	2,15	2,580
Sal	50,00 gr./lt	60,000	0,18	10,800
Carbonato de Sodio	5,00 gr.lt	6,000	0,30	1,800
Soda Cáustica 50%	1,0 gr./lt	1,200	0,23	0,276
Acido Aceticol glacial	0,50 gr/lt	0,600	1,15	0,690
Globo sperce CO	1,50 gr/lt	1,800	2,15	3,870
Unisol PG - 50	2,00 gr/lt	2,400	0,90	2,160
Acido Acetico glacial	0,50 gr./lt	0,600	1,15	0,690
Ukosoft Cat	4,00%	8,000	0,60	4,800
SUMA TOTAL				45,180
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,226</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>87.600</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>0.438</b>

**Receta de producción para colores oscuros con colorantes reactivos -  
Propuesto**

CLIENTE:		MÁQUINA: DMS 1		
KILOS :	100	COLOR : Azul Marino Rx.		
LITROS :	600	ARTICULO Jersey Algodón 30/1		
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Concentracion	Consumo Kg.	Precio \$/Kg.	TOTAL (\$)
Marino Everzol ED	5,50 %	5,500	9,32	51,260
Amarillo Everzol ED2R	0,72 %	0,720	8,70	6,264
Rojo Everzol ED3B	1,03 %	1,030	10,58	10,897
SUMA TOTAL				68,421
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,684</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Unexol Jet	1,50 gr/lt	0,900	1,40	1,260
Globo Sperce CO	1,00 gr/lt	0,600	2,15	1,290
Unisol PG - 50	2,00 gr.lt	1,200	0,90	1,080
Soda Caustica 50%	4,00 cc/lt	2,400	0,23	0,552
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	0,300	1,15	0,345
Globo sperce CO	1,00 gr/lt	0,600	2,15	1,290
Sal	80,00 gr/lt	48,000	0,18	8,640
Carbonato De Sodio	7,00 gr/lt	4,200	0,30	1,260
Soda Caustica 50%	2,50 cc/lt	1,500	0,23	0,345
Acido acetico glacial	0,50 gr/lt	0,300	1,15	0,345
Globo sperce CO	2,00 gr/lt	1,200	2,15	1,290
Unisol PG -50	2,00 gr/lt	1,200	0,90	1,080
Acido Acetico glacial	0,500 cc/lt	0,300	1,15	0,345
Ukosoft Cat	4,0 %	4,000	0,60	2,400
SUMA TOTAL				21,522
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,215</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>89,943</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>0,899</b>

## Receta de producción para colores oscuros con colorantes reactivos

### Propuesto

CLIENTE:		MÁQUINA: DMS 2		
KILOS :	200	COLOR : Rojo Rx.		
LITROS :	1200	ARTICULO Jersey Algodón 30/1		
<b>COLORANTES</b>				
Colorantes	Concentracion	Consumo Kg.	Precio \$/Kg.	TOTAL (\$)
Rojo Everzol ED	4,56 %	9,120	12,50	114,000
Rojo Everzol ED3B	0,92 %	1,840	10,58	19,647
SUMA TOTAL				133,467
<b>COSTO POR KILO EN COLORANTES</b>				<b>0,667</b>
<b>PRODUCTOS QUIMICOS Y AUXILIARES</b>				
Unexol Jet	1,50 gr/lt	1,800	1,40	2,520
Globo Sperce CO	1,00 gr/lt	1,200	2,15	2,580
Unisol PG - 50	2,00 gr.lt	2,400	0,90	2,160
Soda Caustica 50%	4,00 cc/lt	4,800	0,23	1,104
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	0,600	1,15	0,690
Globo sperce CO	1,00 gr/lt	1,200	2,15	2,580
Sal	80,00 gr/lt	96,000	0,18	17,280
Carbonato De Sodio	5,00 gr/lt	6,000	0,30	1,800
Soda Caustica 50%	2,00 cc/lt	2,400	0,23	0,552
Acido acetico glacial	0,50 gr/lt	0,600	1,15	0,690
Globo sperce CO	2,00 gr/lt	2,400	2,15	5,160
Unisol PG -50	2,00 gr/lt	2,400	0,90	2,160
Acido Acetico glacial	0,50 cc/lt	0,600	1,15	0,690
Ukosoft Cat	4,00 %	8,000	0,60	4,800
SUMA TOTAL				44,766
<b>COSTO POR KILO EN PROD. QUIM. Y AUX.</b>				<b>0,224</b>
<b>COSTO DE TEÑIDO DEL LOTE</b>				<b>178,233</b>
<b>COSTO POR KILO</b>				<b>0,891</b>



**Cuadro V-32:  
RESUMEN: COSTO DE PROCESO (CON CAMBIO DE COLORANTE)**

<b>Máquina</b>	<b>Tipo de Proceso</b>	<b>Capac. (Kg.)</b>	<b>Producción diaria (Kg.)</b>	<b>Costo Indirecto de fabricación (\$/Kg.)</b>	<b>Costo H-h (\$/Kg.)</b>	<b>Costo de agua (\$/Kg.)</b>	<b>Costo de vapor (\$/Kg.)</b>	<b>Costo E. Electrica (\$/Kg)</b>	<b>Costo de Receta Prom. (\$/Kg.)</b>	<b>Costo Prom. (\$/Kg.)</b>
Barca 1	Osc urorx	200	400	0,11	0,0216	0,143	0,271	0,0110	1,367	1,924
Barca 2	Osc urosrx	200	400	0,11	0,0216	0,143	0,271	0,0107	1,336	1,892
Barca 3	Medios rx	200	480	0,11	0,0180	0,115	0,034	0,0092	0,816	1,302
Atyk 4	Medios rx	140	336	0,11	0,0257	0,0574	0,140	0,1050	0,597	1,035
Overflow 5	Claro Dto	300	1800	0,11	0,0048	0,0287	0,033	0,0143	0,137	0,328
Overflow 6	Blanc o	300	1800	0,11	0,0048	0,0287	0,056	0,0143	0,136	0,349
Total Prod.			5216							

**Cuadro V-33:  
UTILIDAD PROMEDIO (CON EL CAMBIO DE COLORANTE)**

Máquina	Tipo de Proceso	Capac. (Kg.)	Producción diaria (Kg.)	Costo Prom. (\$/Kg.)	Precio de venta (\$/Kg.)	Utilidad promedio (\$/Kg.)	Utilidad promedio (\$)
Barca 1	Oscuro rx	200	400	1,924	2,800	0,876	350,400
Barca 2	Oscuros rx	200	400	1,892	2,800	0,908	363,200
Barca 3	Medios rx	200	480	1,302	1,800	0,498	239,040
Atyk 4	Medios rx	140	336	1,035	1,800	0,765	257,040
Overflow 5	Claro Dto	300	1800	0,328	0,700	0,372	669,600
Overflow 6	Blanco	300	1800	0,349	0,700	0,351	631,800
Total Prod.			5216				2511,080

Utilidad promedio = Utilidad promedio (\$/Kg.) × Producción diaria (Kg.)

La eficiencia de la planta es 80 %, por lo que la utilidad promedio diario será:  $0,8 \times (\$2511,080) = \$ 2008,86$

**Cuadro V-34:  
RESUMEN: COSTO DE PROCESO(CON CAMBIO DE COLORANTE E INNOVACION DE MAQUINARIA)-PROPUESTO**

<b>Máquina</b>	<b>Tipo de Proceso</b>	<b>Capac. (Kg.)</b>	<b>Producción diaria (Kg.)</b>	<b>Costo Indirecto de fabricación (\$/Kg.)</b>	<b>Costo H-h (\$/Kg.)</b>	<b>Costo de agua (\$/Kg.)</b>	<b>Costo de vapor (\$/Kg.)</b>	<b>Costo E. Electrica (\$/Kg)</b>	<b>Costo de Receta Prom. (\$/Kg.)</b>	<b>Costo Prom (\$/Kg.)</b>
Brazzoli 1	Oscuro rx	100	300	0,1088	0,0288	0,0432	0,0814	0,0981	0,438	0,7983
Brazzoli 2	Oscuros rx	200	600	0,1088	0,0144	0,0432	0,0814	0,0981	0,899	1,2449
Brazzoli 3	Medios rx	200	800	0,1088	0,0108	0,0346	0,0702	0,0981	0,891	1,2135
Atyk 4	Medios rx	140	336	0,1088	0,0257	0,0574	0,1400	0,1050	0,597	1,0339
Overflow 5	Claro Dto	300	1800	0,1088	0,0048	0,0287	0,0330	0,0143	0,137	0,3266
Overflow 6	Blanco	300	1800	0,1088	0,0048	0,0287	0,0560	0,0143	0,136	0,3486
<b>Total Prod.</b>			5216							

**Cuadro V-35:  
UTILIDAD PROMEDIO (CON EL CAMBIO DE COLORANTE E INNOVACION DE MAQUINARIA) – PROPUESTO**

Máquina	Tipo de Proceso	Capac. (Kg.)	Producción diaria (Kg.)	Costo Prom. (\$/Kg.)	Precio de venta (\$/Kg.)	Utilidad promedio (\$/Kg.)	Utilidad promedio (\$)
Brazzoli 1	Oscuro rx	100	300	0,7983	2,800	2,002	600,600
Brazzoli 2	Oscuros rx	200	600	1,2449	2,800	1,555	933,000
Brazzoli 3	Medios rx	200	800	1,2135	1,800	0,587	469,600
Atyk 4	Medios rx	140	336	1,0339	1,800	0,766	257,376
Overflow 5	Claro Dto	300	1 800	0,3266	0,700	0,373	671,400
Overflow 6	Blanco	300	1 800	0,3486	0,700	0,351	631,800
Total Prod.			5 636				3 563,776

Utilidad promedio = Utilidad promedio (\$/Kg.) × Producción diaria (Kg.)

La eficiencia de la planta es 80 %, por lo que la utilidad promedio diario será:

$$0,8 \times (\$3\,563.776) = \$2\,851,021$$

### 5.6.8 Evaluación Económica y Financiera

#### Proyecto de 03 Máquinas de teñir para Planta.

##### Inversión:

01 Máquina DMS Innodye HT100	\$ 292 647,00
01 Máquina DMS Innodye HT200	\$ 298 328,00
01 Máquina DMS Innodye HT200	\$ <u>298 328,00</u>
TOTAL	\$ 889 303,00
F.O.B.	\$ 889 303,00
Flete	\$ 13 293,00
Seguro (1% de F:O:B:)	\$ <u>8 893,00</u>
CIF (Costo imponible)	\$ 911 489,00
Impuesto AD Valorem (4% del CIF)	\$ 36 460,00
IGV (19% del CIF)	\$ <u>173 183,00</u>
TOTAL	\$ 1 121 132,00
Instalaciones y Obras	\$ <u>30 000,00</u>
<b>TOTAL DE INVERSION</b>	\$ 1 151 132,00

#### Alternativas para recuperar la inversión

1. Considerando la utilidad promedio diaria proyectada en la reestructuración: 2 851,021 \$/día.

$$\frac{1'151,132\$}{2851.021\$/\text{día}} = 404 \text{ días} = 15,54 \text{ meses} = \mathbf{16 \text{ meses}}$$

2. Considerando la diferencia de la utilidad promedio diaria proyectada en la reestructuración:

$$2\ 851,021 - 1\ 957,2093 = 893,728 \text{ \$/día}$$

$$\frac{1'151,132\$}{893.728\$/\text{día}} = 1288 \text{ días} = 49.54 \text{ meses} = \mathbf{50 \text{ meses}}$$

## **VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **6.1. Conclusiones:**

- Las condiciones de tintura están definidas por los grupos reactivos, la intensidad del color así como las características físicas del tejido como (densidad, ancho, título) que repercuten en una óptima velocidad de cuerda, pudiendo dar un teñido desigual.
- El tiempo de paso de la cuerda por las toberas para una tintura con colorantes reactivos es de 1.5 a 2min. dependiendo de la densidad y título del tejido.
- El mayor porcentaje de los costos de tintura están influenciados proporcionalmente por el tiempo de tintura, por ello se seleccionó maquinaria que nos garantice un tiempo de proceso corto.
- La reactividad de los grupos reactivos no es un criterio decisivo para la velocidad obtenible de fijación, sino también el tiempo necesario de fijación.
- La fijación final será menor cuando mas alto son el pH y la temperatura o cuando más rápido es la velocidad de fijación.
- Con respecto al rendimiento de la fijación, son favorables, los grupos reactivos que puedan fijarse a un pH y a una temperaturazas bajos, es decir colorantes con alta reactividad. Los colorantes que se pueden fijar a 40°C y pH entre 9 y 11.
- La empresa necesita de cambios en el proceso e innovación de máquinas de teñido, se puede decir que la primera parte se consiguió, pero la segunda no.
- Al no tener innovación de maquinas, los costos de proceso en las barcas son elevadas y la rentabilidad baja haciéndonos menos competitiva en el mercado y como consecuencia perdida de clientes.
- La contaminación de los efluentes del acabado procede únicamente de los restos del baño preparado para la operación continua ya que la mayor parte queda retenida en el textil.

## 6.2. Recomendaciones.

- El control de calidad en cada etapa del proceso es determinante para la obtención de un producto bueno en el menor tiempo, ya que si detectamos el problema cuando el producto está terminado perdemos tiempo y costo por proceso.
- En una combinación de colorantes, se debe considerar siempre que tengan propiedades de fijación similares. Similar perfil SERF.
- Se debe considerar las propiedades de los colorantes en el lavado posterior, estos son mejores cuando mas alto es el coeficiente de difusión y cuando mas baja es la sustentividad.
- Al introducir nuevos procesos, se recomienda hacer un seguimiento completo de inicio a fin para asegurar la calidad en el desarrollo y hacer los ajustes necesarios para obtener resultados óptimos en cuanto a color, solidez etc.
- Es necesario llevar un control estadístico del número de defectos para así definir el porcentaje de calidad de la empresa, y el porcentaje de corrección de defectos o mejora.
- Prevenir la contaminación ambiental, para ello plantearse la siguiente estrategia.
  - Buenas prácticas de operación.
  - Utilizar productos químicos y auxiliares que sean biodegradables.
  - Conservación del agua.
  - Reciclar y/o recuperación del agua
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo ya que el correctivo es más caro, por pérdidas de producción por máquina parada.
- Se debe trabajar bajo el concepto de calidad total, cada trabajador será responsable de la calidad de su trabajo.
- Se recomienda preparar bien el material a ser teñido; los lavados, descruces o blanqueos incompletos dejan residuos de grasas, aceites y parafinas en los tejidos, lo que conduce a obtener teñidos defectuosos.

## VII BIBLIOGRAFÍA.

- ✓ Cegarra José, “Fundamentos y Tecnología del Blanqueo de Materiales Textiles” 2da. Edición. Universidad Politécnica de Cataluña - España 1997, Capítulos: 1, 2, 16, 18 y 20.
- ✓ Cegarra José, “Fundamentos Científicos y Aplicados de la Tintura de Materiales Textiles” 2da. Edición, Universidad Politécnica de Cataluña – España 1997, Capítulos: 1, 8, 9, 10 y 22.
- ✓ Costa Mirko, “Química Textil - Blanqueo de Fibras Textiles” 1ra. Edición, Lima – Perú 1990, paginas. 5, 6, 7 y 8.
- ✓ Costa Mirko, ”Química Textil - Las Fibras Textiles y su Tintura”,1ra. Edición Lima – Perú 1990. Capitulo: 2, 3, 81, 12, 21, 26, 27 y 29.
- ✓ Barela Alberto, “Colección de Manuales Técnicos de la Asociación de Investigación Textil Algodonera”, Barcelona – España 1990 Capitulo VIII, XIV
- ✓ Everzol Everline, “Manual de Colorantes Everzol”, 2006.
- ✓ Grafitec Internacional Inc.”Teoría del Color” Manual Informativo 2002.
- ✓ X-RITE, “Comunicación del Color”, Manual Data Color, 2002
- ✓ Rosell Cecilia, “La Industria Textil y las Exigencias Ambientales”, Mundo Textil 2004, Volumen 75, paginas: 27 y 28
- ✓ Salas Gilberto, “Tratamiento de Aguas Residuales”, Mundo Textil 2007, Vol. 93, Paginas: 32, 33 y 34.
- ✓ Stohr Rolf, “Enzimas y Biocatalizadores en la industria Textil”, Conferencia Dictada por Mundo Químico, Lima – Perú 2001 Pág.: 12, 13.
- ✓ Barba Ricardo, “Determinación Práctica de la Dureza del Algodón” Mundo Textil 2003, Vol. 71, paginas 22 y 23.
- ✓ Velásquez Nelly, 2003, “Tratamiento de Aguas Residuales en la Industria Textil”, Conferencia Dictada en el IV congreso Nacional de Ing.Textil, Lima – Perú 2003.



## **VIII APENDICE**

## **8.1. MEDIO AMBIENTE**

### **8.1.1 PERFIL ECOLOGICO DEL PROCESO DE TEÑIDO.**

Las propiedades ecológicas y toxicológicas de los productos textiles y de los procesos de ennoblecimiento textil han ido adquiriendo gran importancia desde hace algunos años. En algunos países se han convertido incluso en un factor decisivo. Cabe esperar que tales factores cobren gran significación a nivel mundial en un futuro próximo, influyendo entonces decisivamente en la selección de los productos y procesos del ennoblecimiento textil.

La protección del medio ambiente y la seguridad en el trabajo deben constituir un componente fundamental en el desarrollo de la actividad industrial textil.

La producción mas limpia es un tema que ha evolucionado bastante y ha recibido mucha atención en los últimos años .En consecuencia los procesos textiles demandan un mayor consumo de agua producido en las etapas de teñido y acabado, generándose vertidos de gran variabilidad en cuanto a volumen y a su composición. La naturaleza de estas aguas residuales es muy rica en compuestos químicos. Por sus características, los efluentes de la industria textil se ubican entre los diez primeros desagües de mayor incidencia en la contaminación hídrica.

Las descargas de efluentes textiles pueden crear problemas al sistema de recolección. Los efluentes con alto contenido de sulfuro o sulfatos pueden causar grietas o roturas en el concreto de las estructuras si las concentraciones son altas. Por otra parte en algunos casos los efluentes son descargados con temperaturas elevadas y rangos de pH muy alcalino. Hoy en día los técnicos deben buscar nuevas alternativas dentro del proceso productivo, para disminuir las cargas contaminantes y la cantidad de dichos efluentes.

**Cuadro VIII-1**  
**CATEGORIA DE POLUCION DE LOS PRODUCTOS DE TINTURA**

Producto	Características	Categoría de Polución
Colorantes	Colorantes reactivos bi-funcionales, con índice de fijación del 85 – 90%	2
Sales minerales	electrolito	2
Ácidos y Alcalis	Acido acético glacial, Soda cáustica	2
Agentes Oxidantes	Agua Oxigenada	2
Globo Sperce CO	Secuestrante de iones de Ca., Mg. Y trazas de Fe. Agente dispersante y antiredepositante durante la tintura y tratamiento posterior de materiales teñidos y estampados. Mezcla de fosfonatos y acrilatos seleccionados aniónicos.	2
Unexol Jet	Detergente biodegradable no iónico, mezcla siner de alcohol lineal condensado en solución de hidroglicolico, con poca formación de espuma.	2
Globofix SAN	Fijador con Bajo porcentaje de formaldehido	5
Humectol C	Humectante aniónico Diotiosulfosuccionato sádico modificado	2
Stabil ML	Estabilizador de peroxido para baños de blanqueo alcalino de fibras celulósicas	3
Unisol PG - 50	Antiquiebre no iónico para fibras celulósicas.	3
Ukosoft CAT	Derivado de la amina modificada, suavizante cationico para fibras celulósicas	5
Lamegal BWC	Solución polimétrica amino acuosa, es un novedoso igualante comparado con los tradicionales derivados del alcohol etoxilado. Para colorantes directos y tina	2
Globodefoamer NS	Antiespumante no siliconado	3
Defoam Jet	Antiespumante siliconado para todo tipo de proceso textil a temperatura ambiente y altas temperaturas, todo rango de pH	3
Ultrasil	Silicona hidrófila, micro emulsión. Noionico	2
Agentes reductores		2

## 8.1.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA INDUSTRIA TEXTIL.

### Planteamiento Para Optimizar el Proceso Productivo

#### I.- Principio de minimización.

- a. Reducción en la fuente.
- b. Reuso y reciclaje.

#### II.- Residuos en la industria textil.

- c. Impurezas naturales extraídas de la fibra.
- d. Productos químicos adicionados.

Ácidos/álcalis	Detergentes/jabones/auxiliares
Blanqueadores y auxiliares	Acabados
Suavizantes	Colorantes tina*
Colorantes al azufre*	Colorantes naftol*
Colorantes básicos*	Colorantes directos*
Colorantes reactivos*	Colorantes dispersos*
Aceleradores de col.*	Ácidos metalizados
Pigmentos*	Aceites lubricantes.
Auxiliares de col.*	

### Sustancias Tóxicas en los Efluentes

Cloroformo	Etilbenceno	2,4,6 Triclorofenol
Naftaleno	Fenol	Paraclorometacresol
Tolueno	Tricloroetileno	1,2 Diclوروبenceno
Antimonio	Arsénico	Triclorofluorometan
Cadmio	Cromo	Cobre
Cianuro	Plomo	Mercurio
Níquel	Selenio	Plata
Cinc	Benceno	Pentaclorofenol
Acrilonitrilo	1,2,4 Triclorobenceno	

### Porcentaje de DBO Generados por Grupos de Proceso

Sección	Volumen sobre el total	BDO sobre el total
Engomado y desengomado	15%	50%
Descrude y mercerizado	20%	30%
Lavado, teñido y blanqueado	65%	20%

### Características de los Efluentes de Desengomado y Lavado

Parámetros	Valores
DBO	200 a 5200 mg/l
Sólidos Totales	400 a 4000 mg/l
pH	6 a 8 unidades
Cantidad de agua	2500 a 21000 l/1000kg de producto

### Características de los Efluentes de Teñido

Parámetros	Valores
Color	Coloreados
DBO (mg/l)	52 – 240
DQO (mg/l)	84 – 663
pH	6.9 – 10.7 0.3 – 0.0056
Fenoles(mg/l)	0.3 – 0.056

**Estrategias de Minimización.**

- e. Optimización del proceso productivo.
- f. Sustitución de los insumos altamente tóxicos.
- g. Optimización en la dosificación de insumos.
- h. Recuperación de insumos y volúmenes de agua.
- i. Uso de efluentes alternas de abastecimiento.
- j. Tratamiento y disposición de los residuos.
- k. Realización de programas de auditoria externa.

**Métodos de Tratamiento.**

- l. Preliminar.
- m. Primario.
- n. Secundario.

**Tratamiento Preliminar.**

- o. Homogenización: Regular el flujo.
- p. Separación física: Consiste en una criba.
- q. Neutralización: pH entre 7 a 8.5
- r. Separación de residuos: Los residuos que requieren menos o ningún tratamiento.
- s. Eliminación de toxicos: Como metales Cr, deben ser separados y tratados aparte.
- t. Enfriamiento: La temperatura debe ser de 35°C.

**Tratamiento Primario.**

Consiste en la sedimentación con o sin ayuda de agentes flocculantes, en esa parte se produce una sustancial reducción de los solidos, y de DBO. Si la coagulación química se emplea, las disminuciones de los sólidos y DBO se aumenta e inclusive se opera una disminución importante del color.

**Tratamiento Secundario.**

- u. Lodos activados: Un cultivo altamente concentrado de bacterias y otros microorganismos.
- v. Lagunas de estabilización: Pueden ser anaerobias o aerobias.
- w. Laguna aireada: El oxígeno se le suministra mecánicamente

Otra posibilidad del tratamiento secundario es el llamado físico-químico. Este tipo de planta presenta problemas en la disposición de lodos, pues a menudo requiere un horno de incineración del carbón y otra serie de operaciones.

Otros procesos de tratamiento del residuo líquido son la osmosis, la congelación, etc.

## **8.2 REFERIDOS A LA PRODUCCION**



**Cuadro VIII-2**  
**Densidad del Cloruro de Sodio**

CONC	T E M P E R A T U R A												
	g/l	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C	75°C
1	1.001	0.999	0.997	0.995	0.993	0.991	0.988	0.986	0.984	0.982	0.980	0.978	0.975
3	1.002	1.000	0.998	0.996	0.994	0.992	0.990	0.998	0.985	0.984	0.982	0.980	0.977
5	1.003	1.001	0.999	0.997	0.996	0.994	0.991	0.989	0.987	0.985	0.983	0.981	0.978
10	1.007	1.005	1.003	1.001	0.999	0.997	0.994	0.992	0.990	0.988	0.986	0.984	0.982
15	1.010	1.008	1.006	1.004	1.002	1.000	0.997	0.995	0.993	0.991	0.989	0.987	0.985
20	1.013	1.011	1.009	1.007	1.005	1.004	1.001	0.999	0.997	0.995	0.993	0.991	0.988
25	1.017	1.015	1.013	1.011	1.009	1.007	1.004	1.002	1.000	0.998	0.996	0.994	0.992
30	1.020	1.018	1.016	1.014	1.012	1.010	1.007	1.005	1.003	1.001	0.999	0.997	0.995
35	1.023	1.021	1.019	1.017	1.015	1.013	1.010	1.008	1.006	1.004	1.002	1.000	0.998
40	1.027	1.025	1.023	1.024	1.019	1.017	1.014	1.012	1.010	1.008	1.006	1.004	1.002
45	1.030	1.028	1.026	1.024	1.022	1.020	1.017	1.015	1.013	1.011	1.006	1.004	1.002
50	1.033	1.031	1.029	1.027	1.025	1.023	1.020	1.018	1.016	1.014	1.009	1.007	1.005
55	1.037	1.035	1.033	1.031	1.028	1.026	1.023	1.021	1.019	1.017	1.012	1.010	1.008
60	1.040	1.038	1.036	1.034	1.032	1.030	1.027	1.025	1.023	1.021	1.015	1.014	1.012
65	1.043	1.041	1.039	1.037	1.035	1.033	1.030	1.028	1.026	1.024	1.019	1.017	1.015
70	1.047	1.045	1.043	1.041	1.038	1.036	1.033	1.031	1.029	1.027	1.022	1.020	1.018
75	1.050	1.048	1.046	1.044	1.041	1.039	1.036	1.034	1.032	1.030	1.025	1.024	1.022
80	1.053	1.051	1.049	1.047	1.045	1.043	1.040	1.038	1.036	1.034	1.028	1.027	1.025
85	1.057	1.055	1.053	1.051	1.048	1.046	1.043	1.041	1.039	1.037	1.032	1.030	1.028
90	1.060	1.058	1.056	1.054	1.051	1.049	1.046	1.044	1.042	1.040	1.035	1.034	1.032
95	1.063	1.061	1.059	1.057	1.054	1.052	1.049	1.047	1.045	1.043	1.038	1.037	1.035
100	1.067	1.065	1.063	1.061	1.058	1.056	1.053	1.051	1.049	1.047	1.041	1.040	1.038
105	1.070	1.068	1.066	1.064	1.061	1.059	1.056	1.054	1.052	1.050	1.048	1.044	1.042
110	1.073	1.071	1.069	1.067	1.064	1.062	1.059	1.057	1.055	1.053	1.051	1.047	1.045
115	1.077	1.075	1.073	1.071	1.067	1.065	1.062	1.060	1.058	1.056	1.054	1.050	1.048
120	1.080	1.078	1.076	1.074	1.071	1.069	1.066	1.064	1.062	1.060	1.058	1.057	1.055
125	1.083	1.081	1.079	1.077	1.074	1.072	1.069	1.067	1.065	1.063	1.061	1.060	1.058

M  
A  
S  
A  
  
E  
S  
P  
E  
C  
I  
F  
I  
C  
A

**Cuadro VIII-3**  
**Densidad del Sulfato de Sodio**

<b>CONC</b>	<b>T</b>		<b>E</b>		<b>M</b>		<b>P</b>		<b>E</b>		<b>R</b>		<b>A</b>		<b>T</b>		<b>U</b>		<b>R</b>		<b>A</b>		
<b>g/l</b>	<b>20°C</b>	<b>25°C</b>	<b>30°C</b>	<b>35°C</b>	<b>40°C</b>	<b>45°C</b>	<b>50°C</b>	<b>55°C</b>	<b>60°C</b>	<b>65°C</b>	<b>70°C</b>	<b>75°C</b>	<b>80°C</b>										
<b>1</b>	1.001	0.999	0.998	0.996	0.994	0.992	0.990	0.998	0.986	0.982	0.979	0.977	0.975										
<b>3</b>	1.002	1.000	0.999	0.997	0.995	0.993	0.991	0.989	0.987	0.983	0.980	0.978	0.976										
<b>5</b>	1.004	1.002	1.001	0.999	0.997	0.995	0.993	0.991	0.989	0.985	0.982	0.980	0.978										
<b>10</b>	1.008	1.006	1.005	1.003	1.001	0.999	0.997	0.995	0.993	0.989	0.986	0.984	0.982										
<b>15</b>	1.013	1.011	1.010	1.007	1.005	1.003	1.001	0.999	0.997	0.994	0.991	0.989	0.987										
<b>20</b>	1.017	1.015	1.014	1.012	1.010	1.008	1.006	1.004	1.002	0.998	0.995	0.993	0.991										
<b>25</b>	1.021	1.019	1.018	1.016	1.014	1.012	1.010	1.008	1.006	1.002	0.999	0.997	0.995										
<b>30</b>	1.025	1.023	1.022	1.020	1.018	1.016	1.014	1.012	1.010	1.006	1.003	1.005	1.003										
<b>35</b>	1.029	1.027	1.026	1.024	1.022	1.020	1.018	1.016	1.014	1.010	1.003	1.001	1.007										
<b>40</b>	1.038	1.031	1.030	1.029	1.027	1.025	1.023	1.021	1.019	1.014	1.011	1.009	1.007										
<b>45</b>	1.037	1.036	1.035	1.033	1.031	1.029	1.027	1.025	1.023	1.019	1.016	1.014	1.012										
<b>50</b>	1.041	1.040	1.039	1.037	1.035	1.033	1.031	1.029	1.027	1.023	1.020	1.018	1.016										
<b>55</b>	1.045	1.044	1.043	1.041	1.039	1.037	1.035	1.033	1.031	1.027	1.024	1.022	1.020										
<b>60</b>	1.050	1.048	1.047	1.046	1.044	1.042	1.040	1.038	1.036	1.031	1.028	1.026	1.024										
<b>65</b>	1.054	1.052	1.051	1.050	1.048	1.046	1.044	1.042	1.040	1.035	1.032	1.030	1.028										
<b>70</b>	1.058	1.056	1.055	1.054	1.052	1.050	1.048	1.046	1.044	1.039	1.036	1.034	1.032										
<b>75</b>	1.062	1.061	1.060	1.058	1.056	1.054	1.052	1.050	1.048	1.044	1.041	1.039	1.037										
<b>80</b>	1.066	1.065	1.064	1.063	1.061	1.059	1.057	1.055	1.053	1.048	1.045	1.043	1.041										
<b>85</b>	1.071	1.069	1.068	1.067	1.065	1.063	1.061	1.059	1.057	1.052	1.049	1.047	1.045										
<b>90</b>	1.075	1.073	1.072	1.071	1.069	1.067	1.065	1.063	1.061	1.056	1.053	1.051	1.049										
<b>95</b>	1.079	1.077	1.076	1.075	1.073	1.071	1.069	1.067	1.065	1.060	1.057	1.055	1.053										
<b>100</b>	1.083	1.081	1.080	1.080	1.078	1.076	1.074	1.072	1.070	1.064	1.061	1.059	1.057										
<b>105</b>	1.088	1.086	1.085	1.084	1.082	1.080	1.078	1.076	1.074	1.069	1.066	1.064	1.062										
<b>110</b>	1.092	1.090	1.089	1.088	1.086	1.084	1.082	1.080	1.078	1.073	1.070	1.068	1.066										
<b>115</b>	1.096	1.094	1.093	1.092	1.090	1.088	1.086	1.084	1.082	1.077	1.074	1.072	1.070										
<b>120</b>	1.100	1.098	1.097	1.096	1.095	1.093	1.091	1.089	1.087	1.081	1.078	1.076	1.074										
<b>125</b>	1.104	1.102	1.101	1.100	1.099	1.097	1.095	1.093	1.091	1.085	1.082	1.080	1.078										

**M  
A  
S  
A**

**E  
S  
P  
E  
C  
I  
F  
I  
C  
A**

**Cuadro VIII-4**  
**SOLIDEZ DE LOS COLORANTES EVERZOL ED**

EVERZOL ED	SOLIDEZ		LAV ADO ISO 10 5 CO2				TRANSPIRACION ISO 105 EO4		AGUA CLORADA ISO 105-EO3	FROTA MIENTO ISO 105x12		LUZ ISO 105-BO2
	C	PA	ACI DA		ALCA LINA		HUMEDO	SECO				
			C	PA	C	PA						
AMARILLO EVERZOL ED-2G	4-5	5	5	5	5	5	5	5	3	3-4	Mayor a 6	
AMARILLO EVERZOL ED-R	4-5	5	4-5	5	4-5	5	5	5	2-3	3-4	Mayor a 6	
AMARILLO EVERZOL ED	4-5	5	4	5	4-5	4-5	5	5	2	3-4	Mayor a 6	
NARANJA EVERZOL ED-2R	4	5	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5	3	4	
ROJO EVERZOL ED-2B	4-5	5	4-5	5	4-5	4-5	5	5	3	3	5	
ROJO EVERZOL ED-3B	4-5	5	4	5	4	4-5	5	5	4	3	5	
ROJO EVERZOL ED	4-5	5	4	5	4	5	5	5	3-4	3	4-5	
AZUL EVERZOL ED	5	5	5	5	5	4-5	5	5	4	3	5-6	
AZUL MAR. EVERZOL ED	5	4-5	5	5	5	4-5	5	5	4-5	3	6	
NEGRO EVERZOL ED	5	4-5	5	5	5	5	5	5	4-5	3	5-6	
NEGRO EVERZOL ED-2R	4	5	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5	3	5-6	

**Tabla VIII -5**  
**Electrolito y Alkali Recomendado Para la Tintura con Reactivos**

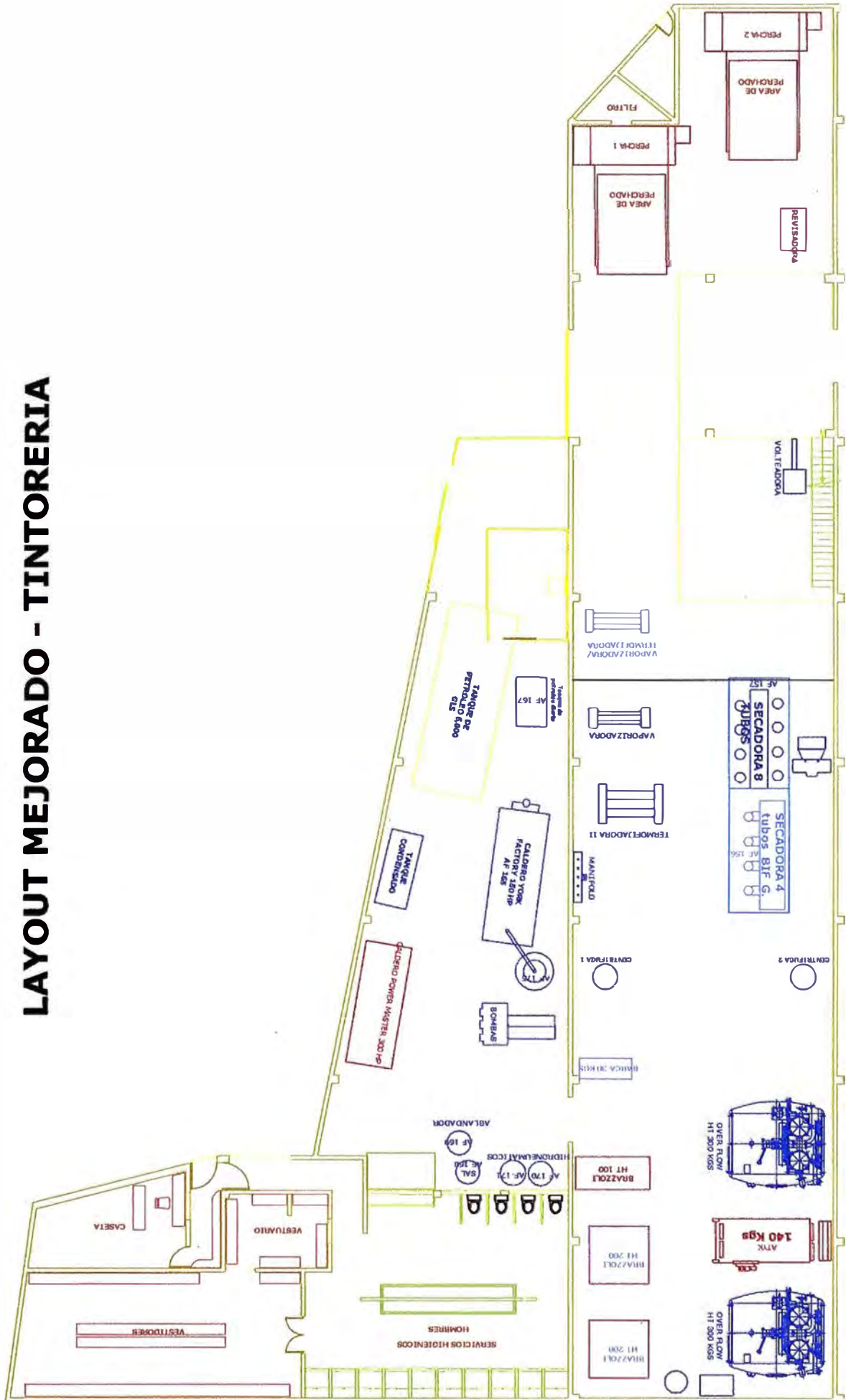
COLORANTE %	ELECTROLITO ( g/l )		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + NaOH	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	TIEMPO DE (MIN.)
	Algodón	Algodón mercerizado y Viscosa				
Menos a 0.5	20	10	10	5 + 0.5	6	30
0.5 - 1.0	30	20	15	5 + 0.5	6	45
1.0 – 2.0	40	30	20	5 + 1.0	8	60
2.0 – 3.0	50	40	20	5 + 1.0	8	60
3.0 – 4.0	60	50	20	5 + 1.0	8	60
4.0 – 5.0	70	60	20	5 + 1.0	10	60
5.0 – 6.0	80	70	20	5 + 2.0	10	60
Mayor a 6.0	80	70	20	5 + 2.0	10	60

### **8.3 LAYOUT DE LA EMPRESA**





# LAYOUT MEJORADO - TINTORERIA





## **8.4 DOCUMENTOS PROBATORIOS**

**DANUBIO S.A.**

Reg.Pat.26494010

Av. San Alfonso N° 399

Sta.Clara Vitarte

BOLETA DE PAGO - EMPLEADOS

DS. 8001-98-TR

MENSUAL MES 03 DEL 01/03/2000 AL 31/03/2000

CODIGO	HOMBRE	CARGO
60306	ESTERAN CASTRO ZAIDA JUANA	JEFE DE PLANTA T

Fer-Ing	IPSS	L.E.	L.M.
22/03/2000		09555428	265418386

R.U.C.

Detalle

C.COSTO : 221071 MONTO RETENCIÓN

INGRESOS

1001	HABER BASICO	7.00	186.67
	TOTAL INGRESOS	S/.	186.67

RETENCIONES DEL TRABAJADOR

3055	FONDO DE PENSIONES LEY 25987	7.00	14.93
3057	COMISION SEGURO LEY 25987	7.00	2.52
3058	COMISION AFP	7.00	0.00
3059	COMISION PORCENTUAL	7.00	4.46
	TOTAL RETEN. TRABAJADOR	S/.	21.91
	TOTAL DSCOTOS Y RETENCIONES	S/.	21.91
	<b>TOTAL A PAGAR</b>	<b>S/.</b>	<b>164.76</b>

APORTACIONES DEL EMPLEADOR

5091	I.P.S.S.		16.80
5093	FONAVI		9.33
	TOTAL APORTACIONES EMPLEADOR	S/.	26.13

FIRMA Y SELLO DE EMPLEADOR

FIRMA DEL TRABAJADOR

DANUBIO S.A.

Reg.Pat.26498916

Av. San Alfonso # 399

Sta. Clara Villalba

BOLETA DE PAGO - EMPLEADO

DS. 0001-YS-1R

PERIODO MES 04 DEL 01/04/2004 AL 30/04/2004

CODIGO	NOMBRE	CARGO
1000	ESTERAN PASTOR ZAINA JUANA	JEFE DE PLANTA TINTOR

Par-Ing	IPSS	L.E.	C.M.
27/03/2000		09555429	265119384

P.U.C.

Detalle

D.COSTO : 12498entonomia - Costos por distribuir

Ingresos

1001	PAPER BASICO	29.00	773.33
	TOTAL INGRESOS	S/.	773.33

RETENCIONES DEL TRABAJADOR

3055	FONDO DE PENSIONES LEY 25997	29.00	77.33
3057	COMISION RESCISO LEY 25997	29.00	6.95
3058	COMISION AFP	29.00	0.00
3059	COMISION PORCENTUAL	29.00	17.55
	TOTAL RETEN. TRABAJADOR	S/.	101.83

OTROS DESCUENTOS

4061	PRIMERA QUINCENA		332.00
4066	ESALUD VIDA	29.00	3.00
	TOTAL OTROS DESCUENTOS	S/.	335.00
	TOTAL DEDUCCIONES Y RETENCIONES	S/.	436.83
	<b>TOTAL A PAGAR</b>	<b>S/.</b>	<b>336.49</b>

APORTACIONES DEL EMPLEADOR

5091	ESALUD		69.50
5093	I.E.S.		13.15
5094	SENATI		5.80
	TOTAL APORTACIONES EMPLEADOR	S/.	88.45

FIRMA Y SELLO DE EMPLEADOR

FIRMA DEL TRABAJADOR