

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

***EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL  
PROCESO DE BLANQUEO TEXTIL EN LA EMPRESA  
TELARES DE PALO GRANDE.***

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por el Br. Sotillo K, Omar A.  
Para optar al Título  
de Ingeniero Químico

Caracas, Junio 2006

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

***EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL  
PROCESO DE BLANQUEO TEXTIL EN LA EMPRESA  
TELARES DE PALO GRANDE.***

TUTOR ACADÉMICO: **Prof. Johnny Vásquez**  
TUTOR INDUSTRIAL: **T.S.U. Fernando Chacón**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Por el Br. Sotillo K Omar A  
Para optar al Título  
de Ingeniero Químico

Caracas, Junio 2006

**Sotillo K. Omar A.**

**EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL  
PROCESO DE BLANQUEO TEXTIL EN LA EMPRESA  
TELARES DE PALO GRANDE.**

**Tutor Académico: Prof. Johnny Vásquez. Tutor Industrial: T.S.U. Fernando Chacón. Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. 2006, n° pág. 176.**

**Palabras Claves:** Fibra Textil, Blanqueo Textil, Desencolado Textil, Proceso Textil

**Resumen.** La evaluación de la eficiencia de los procesos industriales ha llevado a empresas de todos los niveles a replantear su forma de operación, de modo de enfrentar los nuevos retos de los mercados en la actualidad. Muchas empresas han logrado con éxito mejorar su eficiencia y su productividad a través de la evaluación y mejoramiento de sus procesos de trabajo. La estrategia de evaluación del proceso de producción ayuda a establecer parámetros para garantizar constantemente la calidad, de allí la gran importancia de contar con una herramienta de evaluación apropiada para lograr las metas de producción o productividad planteadas.

Las empresas industriales textiles, son susceptibles a la aplicación de estrategias de evaluación y optimización del proceso.

La empresa textil nacional, Telares de Palo Grande actualmente se encuentra interesada en realizar una evaluación, con miras a la optimización de las etapas que conforma el Blanqueo Textil, para lo cual se establecieron en el presente Trabajo Especial de Grado las posibles causas que ocasionan los problemas de calidad en las toallas, también se estandarizó los valores de las variables más importantes del

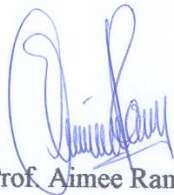
proceso realizando un seguimiento a las mismas y comparándolas con los valores actuales, además se identificaron las variables a controlar en las máquinas lavadoras y se propuso un sistema de control adecuado con el propósito de mejorar el trabajo de estos equipos, por otro lado se elaboró un Manual de Operaciones y un Manual de Higiene y Seguridad Industrial para cada una de las etapas del proceso de Blanqueo Textil utilizando las normas HYSI, la LOPCYMAT, las normas COVENIN y las normas ISO 9001 las cuales contribuyen a mejorar el proceso y por último se elaboraron propuestas de optimización a la operación de los equipos que conforman al tren de blanqueo.

Caracas, Junio 2006.

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Química, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el bachiller, titulado:

**“EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL  
PROCESO DE BLANQUEO TEXTIL EN LA EMPRESA  
TELARES DE PALO GRANDE”**

Consideran que el mismo, cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Químico y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran **APROBADO**.



Prof. Aimee Ramos

*Jurado*



Prof. Leonardo Oropeza

*Jurado*



Prof. Johnny Vásquez

*Tutor Académico*



## ACTA

### MENCIÓN HONORÍFICA

Los abajo firmantes, miembros del Jurado Examinador del Trabajo Especial de Grado: **“EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL PROCESO DE BLANQUEO TEXTIL EN LA EMPRESA TELARES DE PALO GRANDE”**, presentado por el Bachiller Omar Andrés Sotillo Kum, queremos dejar constancia del nivel del trabajo realizado, ya que el mismo en cuanto a su ejecución, presentación y utilidad de los resultados ameritó que se le asignara la nota máxima de **VEINTE PUNTOS (20)**. Así mismo, hemos decidido por unanimidad, concederle **MENCIÓN HONORÍFICA** como reconocimiento a la excelencia del trabajo realizado, por la aplicación del Método Ingenieril en la solución del problema planteado, así como por el aporte en la generación de una metodología para la optimización del proceso de blanqueo en las empresas textiles.

En Caracas, a los dieciséis días del mes de Junio del año dos mil seis.

Prof. Aimee Ramos  
Jurado

Prof. Leonardo Oropeza  
Jurado

Prof. Johnny Vásquez  
Tutor Académico

***DEDICATORIA***

El presente trabajo es dedicado a las personas más importantes de este mundo, mis padres: Oly del Carmen Kum de Sotillo y Omar Sotillo Perera, y mi hermana: Olimar Alejandra Sotillo Kum.

Gracias, por ser siempre mi apoyo hacia el logro de mis metas personales y profesionales.

Gracias, por estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida.

Gracias, por compartir mis ilusiones, desganos, alegrías, frustraciones, etc.

Gracias, por enseñarme siempre cual es la vía del bien y la justicia.

Gracias, por la serenidad y paciencia que han tenido durante mi desarrollo profesional.

Gracias, muchas gracias, porque no lo habría logrado sin ustedes.

***AGRADECIMIENTOS***

A Dios por estar siempre presente, cuidándome e iluminando el camino para poder ser la persona que soy actualmente.

A mi querida abuela Alejandrina Rodríguez, que durante su vida me mostró el camino y ahora desde el cielo ve el fruto de su esfuerzo. Gracias.

A mis padres por estar siempre a mi lado cuando más los necesito y ser los principales maestros de mi vida.

A mi hermana Olimar por toda la paciencia que me ha tenido además de comprensión y solidaridad.

A mi tía Mariela y su esposo Pedro, ya que sin sus constantes consejos y ayuda no hubiera podido seguir la carrera. Gracias.

A mi tío Humberto quien siempre se preocupó por mi desenvolvimiento en la carrera dándome, constantemente, consejos para ser mejor cada día.

A mi prima Alys quien siempre ha estado conmigo compartiendo momentos especiales en mi vida.

A mis amigos del edificio: Daniel, Juan José, Héctor, Deiberg, Heiberg y Cesar, que comparten conmigo tantos momentos de alegría y me ayudan a olvidar todo lo malo.

A mis grandes panas de la UCV: Fabio, Rafael, Juan, Steve y Gerardo por estar siempre en los momentos de alegría y frustración durante la carrera. Gracias por creer en mí.

A Ángel Galeano y su familia, por toda la ayuda y paciencia durante todos aquellos días de estudio en su casa, además de sus buenos consejos que contribuyeron de alguna forma a alcanzar este logro.

A Smith y Husley, mis compañeros de carrera, estudiando Procesos de Separación todos los días y fines de semana en Administración, lo logramos.



A Víctor y Crispina por compartir esos momentos de tensión, tristezas y alegrías en el salón de clases, somos un buen equipo.

A mi amiga Karen quien me desestresaba con sus llamadas en las noches para contarme una historia diferente de su vida.

A mis compañeros de la universidad con quien compartí momentos de sustos, alegrías, tensión, etc. Y que de alguna forma ayudaron a la culminación de mi carrera.

A los profesores: Humberto Kum, José Moreno, Johnny Vásquez, Samir Marzuka, Wadu Baré, Leonardo Oropeza y Aimé Ramos por su apoyo durante la carrera y su disposición para prestar toda la ayuda posible.

A mi tutor académico el Ing. Johnny Vásquez, por todo su tiempo, paciencia, esfuerzo y consejos además de la confianza dada durante la realización de la tesis. Gracias.

A mi tutor industrial el Sr. Fernando Chacón por su especial interés en prestar toda la ayuda necesaria durante mi estadía en la empresa.

A mis compañeros de laboratorio en la empresa: Karelin, Hithaly, Marisela y Carlos, quienes en tan poco tiempo me brindaron su amistad incondicional y compartieron una de las experiencias más importantes de mi vida.

A mis compañeros de estudio Norelis y Jesús, ya que con ellos compartí mi periodo en la empresa así como en las presentaciones de tesis, momentos especiales que no vuelven a repetirse.

A la empresa Telares de Palo Grande C.A en especial a la Ing. Giovanina de Santi por darme la oportunidad de ser tesista y adquirir conocimientos de importancia para mi profesión como Ingeniero Químico.

A mi Comandante **Hugo Rafael Chávez Frías** por sus palabras de aliento, ánimo y fuerza en aquellos momentos cuando pensaba que todo estaba perdido.

*“Todo lo que va a ocurrir debajo del sol tiene su hora”*

***ÍNDICE GENERAL***

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<i>Índice de Figuras</i> .....	XIII
<i>Índice de Gráficas</i> .....	XIV
<i>Índice de Tablas</i> .....	XV
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	3
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
<b>3.1. Descripción del proceso</b> .....	4
<b>3.2. Ennoblecimiento textil</b> .....	10
3.2.1. <i>Las fibras en la industria textil</i> .....	10
3.2.2. <i>Encolado</i> .....	11
3.2.2.1. <i>Aditivos</i> .....	12
3.2.2.2. <i>Materiales básicos</i> .....	12
3.2.3. <i>Tratamiento previo</i> .....	13
3.2.4. <i>Especificaciones de los tratamientos previos</i> .....	14
3.2.4.1. <i>Desencolado</i> .....	15
3.2.4.2. <i>Blanqueo</i> .....	16
3.2.4.2.1. <i>Blanqueo con agua oxigenada</i> .....	16
3.2.4.2.2. <i>Blanqueo con vaporizador</i> .....	17
3.2.4.2.3. <i>Blanqueo óptico</i> .....	17
3.2.4.2. <i>Descrude</i> .....	18
3.2.4.3. <i>Secuestrante</i> .....	19
3.2.4.3.1. <i>Secuestrante y quelante</i> .....	20
3.2.4.3.2. <i>Poder secuestrante</i> .....	23
3.2.4.3.3. <i>Capacidad de secuestro</i> .....	23
3.2.4.3.4. <i>Estabilidad</i> .....	24
3.2.4.3.5. <i>Inhibición de formación de incrustaciones</i> .....	24
3.2.4.3.6. <i>Clases de secuestrantes</i> .....	25
<b>3.3. Técnica utilizada en el proceso</b> .....	26
3.3.1. <i>Blanqueo en cuerda</i> .....	26
3.3.1.1. <i>Máquina de impregnación</i> .....	27
3.3.1.2. <i>Caja “J” de vaporización</i> .....	29
3.3.1.3. <i>Lavadoras</i> .....	30
3.3.1.4. <i>Estación de preparación química</i> .....	32
<b>3.4. Control automático en las Máquinas Lavadoras</b> .....	34
3.4.1. <i>Control Feedback</i> .....	36
3.4.1.1. <i>Controlador Proporcional</i> .....	36
3.4.1.2. <i>Controlador Proporcional-Integral</i> .....	37
3.4.1.3. <i>Controlador Proporcional-Integral-Derivativo</i> .....	38
3.4.2. <i>Control Feedforward</i> .....	41
3.4.2.1. <i>Control de Relación</i> .....	41
3.4.2.2. <i>Control en Selectivo</i> .....	42

3.4.2.3. Control de Sobreposición.....	43
3.4.2.4. Control de Rango Dividido .....	44
3.4.2.5. Control en Cascada .....	45
<b>3.5. Manual de procedimientos .....</b>	<b>48</b>
3.5.1. <i>Procedimientos</i> .....	48
3.5.2. <i>Manual de Procedimientos</i> .....	48
3.5.3. <i>Que se obtiene con un Manual de Procedimientos</i> .....	49
3.5.4. <i>Propósito de un Manual de Procedimientos</i> .....	49
3.5.5. <i>Consecuencias de no poseer un Manual de Procedimientos</i> .....	50
3.5.6. <i>Ventajas y limitaciones de un Manual de Procedimientos</i> .....	50
3.5.7. <i>Estrategia de trabajo</i> .....	51
3.5.7.1. Normas ISO 9001:2000.....	52
3.5.8. <i>Medidas preventivas para controlar los riesgos</i> .....	52
3.5.8.1. Normas de Higiene y Seguridad Industrial (HYSI).....	53
3.5.8.2. LOPCYMAT.....	53
3.5.8.3. Normas COVENIN .....	54
<b>3.6. Estandarización de variables .....</b>	<b>55</b>
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>56</b>
<b>5. ANTECEDENTES .....</b>	<b>63</b>
<b>6. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>65</b>
<b>6.1. Establecimiento de las posibles causas que ocasionan los problemas de calidad en las toallas .....</b>	<b>65</b>
6.1.1. <i>Tina de Impregnación</i> .....	65
6.1.2. <i>Vaporizador tipo “J”</i> .....	70
6.1.3. <i>Máquinas Lavadoras</i> .....	75
<b>6.2. Estandarización de las variables en el Proceso de Blanqueo Textil .....</b>	<b>84</b>
6.2.1. <i>Tina de Impregnación</i> .....	84
6.2.2. <i>Vaporizador tipo “J”</i> .....	86
6.2.3. <i>Máquinas Lavadoras</i> .....	89
<b>6.3. Identificación de las variables a controlar en las Máquinas Lavadoras y proposición de un Sistema de Control adecuado .....</b>	<b>93</b>
<b>6.4. Elaboración de un Manual de Operaciones para el Proceso de Blanqueo Textil .....</b>	<b>97</b>
6.4.1. <i>Normas ISO 9001:2000</i> .....	97
6.4.2. <i>Estructura utilizada en el Manual de Operaciones</i> .....	97
6.4.3. <i>Encabezado utilizado en el Manual de Operaciones</i> .....	102
<b>6.5. Elaboración de un Manual de Higiene y Seguridad Industrial para cada uno de los puntos de trabajo involucrados en el Proceso de Blanqueo Textil .....</b>	<b>103</b>
6.5.1. <i>Leyes y Reglamentos</i> .....	103
6.5.2. <i>Estructura utilizada en el Manual de Higiene y Seguridad Industrial..</i>	104
6.5.3. <i>Encabezado utilizado en el Manual de Higiene y Seguridad Industrial</i>	105
<b>6.6. Elaboración de propuestas de optimización al Tren de Blanqueo Textil.....</b>	<b>106</b>
6.6.1. <i>Tina de Impregnación</i> .....	106

6.6.2. Vaporizador tipo "J" .....	106
6.6.3. Máquina Lavadora .....	107
<b>7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN</b> .....	<b>108</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>111</b>
<b>9. ANEXOS</b> .....	<b>113</b>
9.1. Cálculos Tipo para estandarización de variables .....	114
9.2. Manual de Procedimientos (Generalidades, Batea, Tina) .....	117
9.3. Manual de Seguridad Industrial .....	144

***ÍNDICE DE FIGURAS***

<b>FIGURA</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Simbología y Leyenda de los Diagramas de Flujo del Proceso Textil...	6
Figura 2. Diagrama de flujo – Área 1 .....	7
Figura 3. Diagrama de flujo – Área 2 .....	8
Figura 4. Diagrama de flujo – Área 3 .....	9
Figura 5. Molécula de estibeno-s-triazina.....	18
Figura 6. Remoción de Ion metálico por secuestrante .....	21
Figura 7. Compuesto de coordinación .....	22
Figura 8. Molécula de EDTA.....	22
Figura 9. Constante de estabilidad .....	24
Figura 10. Tina de Impregnación .....	29
Figura 11. Caja “J” de vaporización .....	30
Figura 12. Máquina Lavadora.....	32
Figura 13. Estación de Preparación Química.....	34
Figura 14. Control de Relación para tanque de mezclado .....	42
Figura 15. Control en Selectivo en un reactor (Subasta) .....	43
Figura 16. Control por Sobreposición para nivel de tanque .....	44
Figura 17. Control de Rango Dividido para concentración ácido – base .....	45
Figura 18. Control en Cascada para nivel de tanque.....	47
Figura 19. Control Proporcional para las Máquinas Lavadoras .....	94
Figura 20. Control en Cascada para las Máquinas Lavadoras .....	95
Figura 21. Encabezado del Manual de Operaciones.....	102

**ÍNDICE DE GRÁFICAS**

<b>GRÁFICO</b>	<b>Pág.</b>
Gráfico 1. Velocidad en Tina vs. Referencia .....	66
Gráfico2. Tiempo de Impregnación vs. Referencia .....	67
Gráfico 3. Presión de salida en Tina vs. Referencia .....	68
Gráfico 4. Arrastre en Tina vs. Referencia .....	69
Gráfico 5. Tiempo de acumulado en “J” vs. Referencia .....	70
Gráfico 6. Velocidad de entrada en “J” vs. Referencia.....	72
Gráfico 7. Velocidad de salida en “J” vs. Referencia .....	73
Gráfico 8. Temperatura en “J” vs. Referencia .....	74
Gráfico 9. Temperatura del Saturador vs. Referencia.....	75
Gráfico 10. Temperatura del compartimiento 1 vs. Referencia .....	76
Gráfico 11. Temperatura del compartimiento 2 vs. Referencia .....	77
Gráfico 12. Temperatura del compartimiento 3 vs. Referencia .....	78
Gráfico 13. Tiempo de residencia en Lavadora 1 vs. Referencia .....	79
Gráfico 14. pH de salida en Lavadora 2 vs. Referencia.....	80
Gráfico 15. %NaOH en salida de “J” vs. Referencia.....	81
Gráfico 16. Concentración de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> en salida de “J” vs. Referencia .....	81
Gráfico 17. %NaOH en salida de Lavadora 2 vs. Referencia.....	82
Gráfico 18. Concentración de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> en salida de Lavadora 2 vs. Referencia .....	82

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>TABLAS</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Ventajas y desventajas de los controles Feedback.....	40
Tabla 2. Variables en la Tina de Impregnación .....	84
Tabla 3. Valores para las variables en la Tina de Impregnación .....	85
Tabla 4. Variables estandarizadas en la Tina de Impregnación.....	86
Tabla 5. Variables en el Vaporizador.....	86
Tabla 6. Valores para las variables en el Vaporizador.....	87
Tabla 7. Variables estandarizadas en el Vaporizador .....	88
Tabla 8. Variables en las Máquinas Lavadoras.....	89
Tabla 9. Valores para las variables en las Máquinas Lavadoras.....	90
Tabla 10. Variables estandarizadas en las Máquinas Lavadoras .....	91
Tabla 11. Estándares para la Tina de Impregnación.....	92
Tabla 12. Estándares para el Vaporizador tipo “J” .....	92
Tabla 13. Estándares para las Máquinas Lavadoras .....	92
Tabla 14. Normas COVENIN .....	104



## ***1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA***

Las empresas en su totalidad generan productos con el propósito de satisfacer las demandas del mercado, además de las necesidades y requerimientos de los clientes.

El nivel de competencia ha llevado a que los clientes alcancen un grado de exigencia cada vez mayor con respecto a la calidad del producto. Es por esto, que las organizaciones evalúan constantemente su sistema de producción de manera que permita un mejoramiento continuo de la calidad y a su vez, la satisfacción de los clientes.

La evaluación de la eficiencia de los procesos industriales ha llevado a empresas de todos los niveles a replantear su forma de operación, de modo de enfrentar los nuevos retos de los mercados en la actualidad. Muchas empresas han logrado con éxito mejorar su eficiencia y su productividad, a través de la evaluación y mejoramiento de sus procesos de trabajo. La estrategia de evaluación del proceso de producción ayuda a establecer parámetros para garantizar constantemente la calidad, de allí la gran importancia de contar con una herramienta de evaluación apropiada para lograr las metas de producción o productividad planteadas.

Las empresas industriales textiles, son susceptibles a la aplicación de estrategias de evaluación y optimización del proceso.

La empresa textil nacional, Telares de Palo Grande actualmente se encuentra interesada en realizar una evaluación, con miras a la optimización de cada una de las etapas que conforma el tratamiento y procesamiento del algodón. La etapa de ennoblecimiento textil del algodón con sus diferentes operaciones de descolado, descruce y blanqueo oxidante, tiene una enorme importancia en este tipo de industria, de allí que toda mejora que se realice en la eficiencia de esta operación de ennoblecimiento, tendrá un impacto relevante en la productividad y rentabilidad global de la empresa.

Actualmente, la empresa Telares de Palo Grande está confrontando problemas en uno de sus principales productos: las toallas, las cuales están presentando defectos en su calidad, entre los que se tiene la poca absorción y mala coloración entre otros.

En este sentido, se plantea el presente Trabajo Especial de Grado, que tiene como finalidad realizar un estudio detallado que permita optimizar el proceso de ennoblecimiento del algodón que se lleva a cabo en el tren de blanqueo y además generar respuestas y propuestas que, contribuyan a mejorar la calidad actual del producto.

## **2.- OBJETIVOS**

A continuación, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos que se deberán alcanzar en el presente Trabajo Especial de Grado.

### **2.1.- Objetivo General:**

Evaluar y optimizar el Tren de Blanqueo en el proceso de ennoblecimiento del algodón en los Telares de Palo Grande.

### **2.2.- Objetivos Específicos:**

- Establecer las posibles causas que ocasionan los problemas de calidad en las toallas.
- Estandarizar los valores de las variables en el proceso, realizando un seguimiento a las mismas (con las que se opera actualmente) y compararlas con los valores teóricos que maneja la empresa.
- Identificar las variables a controlar en las máquinas lavadoras y proponer un Sistema de Control adecuado.
- Elaborar un Manual de Operaciones para cada uno de los equipos involucrados en el Tren de Blanqueo, además del inicio y parada del proceso.
- Elaborar un Manual de Higiene y Seguridad Industrial para cada uno de los puntos de trabajo involucrados en el proceso.
- Elaborar propuestas de optimización a la operación de los equipos que conforman al tren de blanqueo.

### **3.- MARCO TEÓRICO**

A continuación, se describe el proceso de blanqueo, los aspectos más relevantes del ennoblecimiento textil, sistemas de control y manuales operativos que proporcionaran la información necesaria para el logro de los objetivos propuestos.

#### **3.1- Descripción del Proceso**

Antes de comenzar con la descripción del proceso es necesario conocer las simbologías utilizadas en los diagramas de flujo, las cuales se muestran en la figura 1.

El proceso utilizado por Telares de Palo Grande se inicia en la batea de acumulación, tal como se muestra en la figura 2. El blanqueo textil es en cuerda de tipo continuo, en el cual se introduce el rollo tejido de una referencia específica (forma de clasificar el tejido mediante el grosor y tamaño) en los rodillos de desplazamiento para poder iniciar las operaciones.

Se enciende el motor y unos rodillos desplazan el tejido a la batea de acumulación, donde este dispondrá de forma más eficiente las toallas hacia el proceso.

Ya en la batea, el tejido es enviado a la torre de acumulación de la máquina de impregnación por medio de un Foulard (rodillos de goma utilizados para transportar y deshidratar el tejido), ya que el peso del acumulado proporciona un mejor Pick-up a las toallas. El Pick-up es el porcentaje de fórmula arrastrada o absorbida por la toalla. Posteriormente, las toallas viajan de la torre a la tina donde se impregna de la fórmula de blanqueo, para luego salir por medio de un Foulard que se encuentra a la salida de la tina, el cual deshidrata la fibra para luego ir a la batea de acumulado temporal.

En la tina de impregnación, es suministrada la fórmula de blanqueo por medio de la estación de preparación química que consiste en un tanque principal de 1300 litros donde es preparada la fórmula, luego esta pasa a un tanque de 700 litros que

provee a la tina y por último un tanque pequeño de recirculación donde pasa la fórmula ya utilizada para ser filtrada y luego devuelta al tanque de 700 litros.

Continuando con el proceso, las toallas que reposan en la batea de acumulado temporal, entran al vaporizador tipo “J”, pasando por escurridores controlados por aire y encargados de retirar el exceso de fórmula. Esta parte del proceso se observa en la figura 3.

El vaporizador trabaja con vapor saturado suministrado por un saturador para luego, condensarse sobre la fibra con el objeto de calentarla y de esta forma acelerar la reacción química que produce el desencolado y blanqueo.

Las toallas se van acumulando en el vaporizador, por un mínimo de 45 minutos, para proporcionar el tiempo suficiente de reacción.

Luego, pasan por medio de un Foulard a la salida del vaporizador que seguidamente se desplaza por 3 rodillos móviles antes de entrar al proceso de lavado.

El tejido entra a la primera lavadora, donde se desplaza en forma de zig-zag por dos compartimientos los cuales, contienen agua caliente regulada por medio de intercambio de calor con vapor de agua, ayudando a retirar el encolante y restos de baño de blanqueo contenido en la toalla, como se observa en la figura 4.

Al salir de la primera lavadora por medio de un Foulard, con un aspecto más blanco, entra a la segunda lavadora donde esta posee igualmente 2 compartimientos y trabaja de la misma forma que la anterior, con la única diferencia que la temperatura en ambos compartimientos es mucho más fría que en la primera lavadora, ésta es exprimida y transportada por medio de un Foulard y cilindros guía a las fosas donde son guardadas para el proceso siguiente de suavizado y secado.

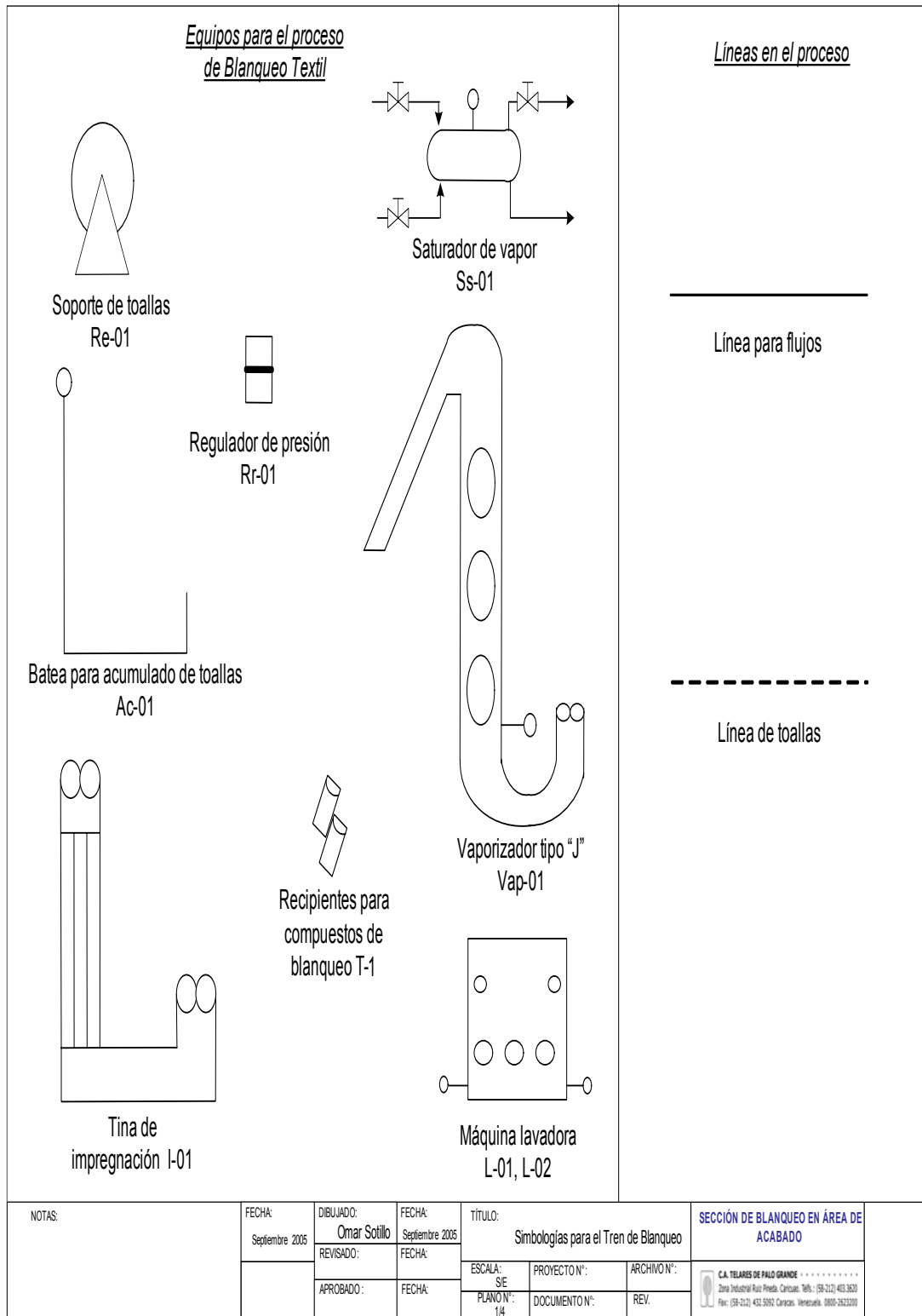


Figura 1. Simbología y Leyenda de los Diagramas de Flujo del Proceso de Blanqueo Textil

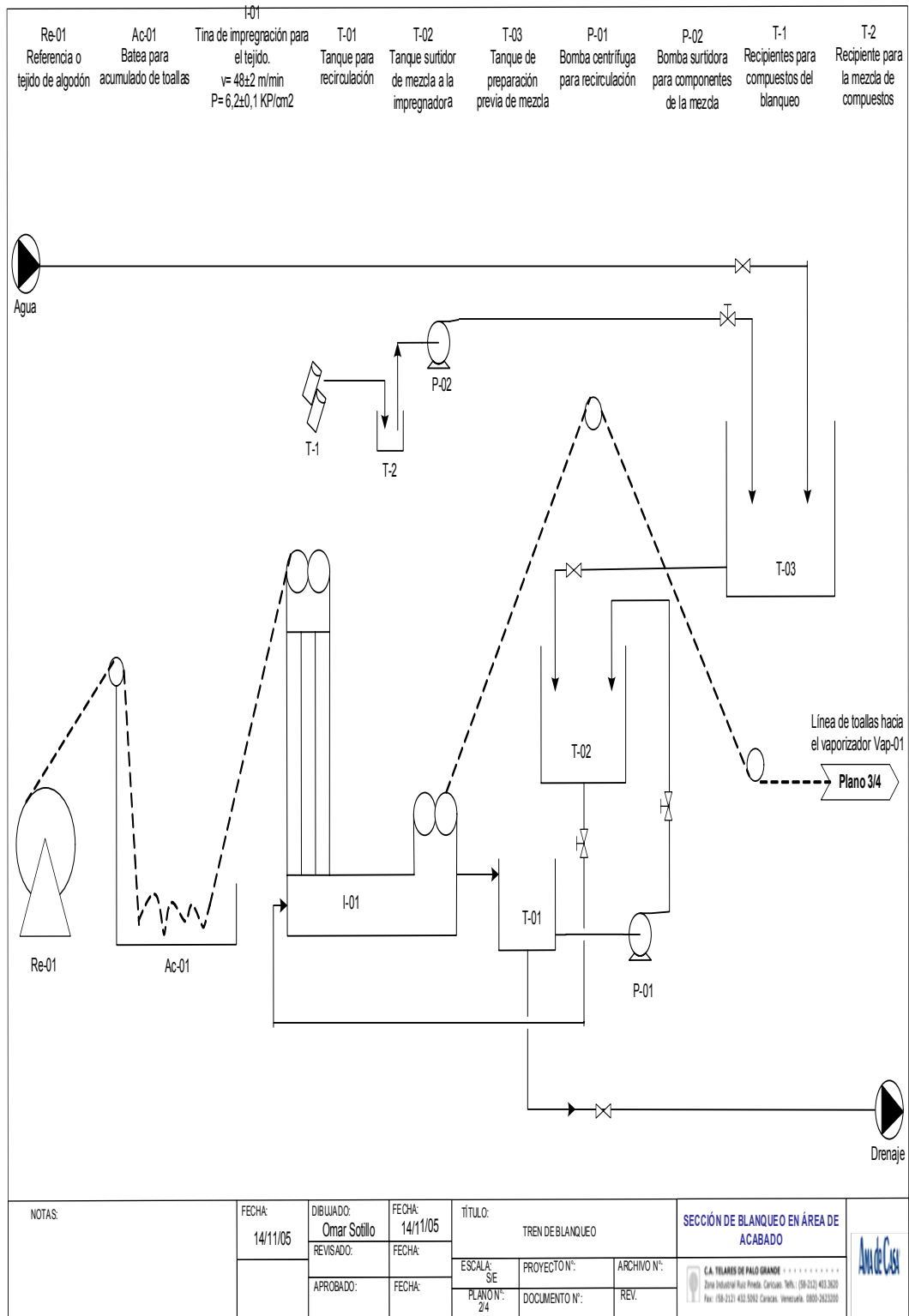


Figura 2. Diagrama de flujo para el tren de blanqueo. Área 1

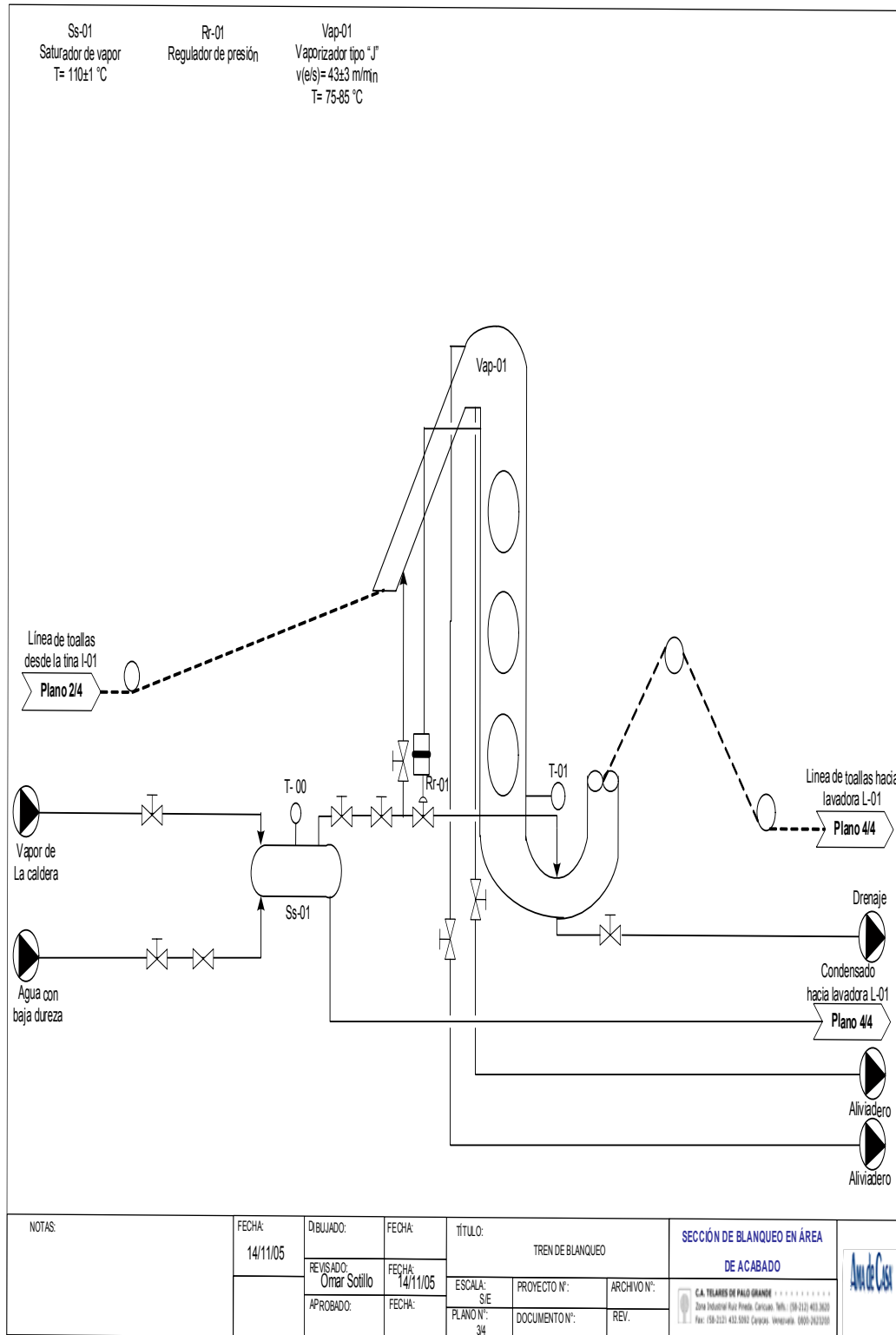
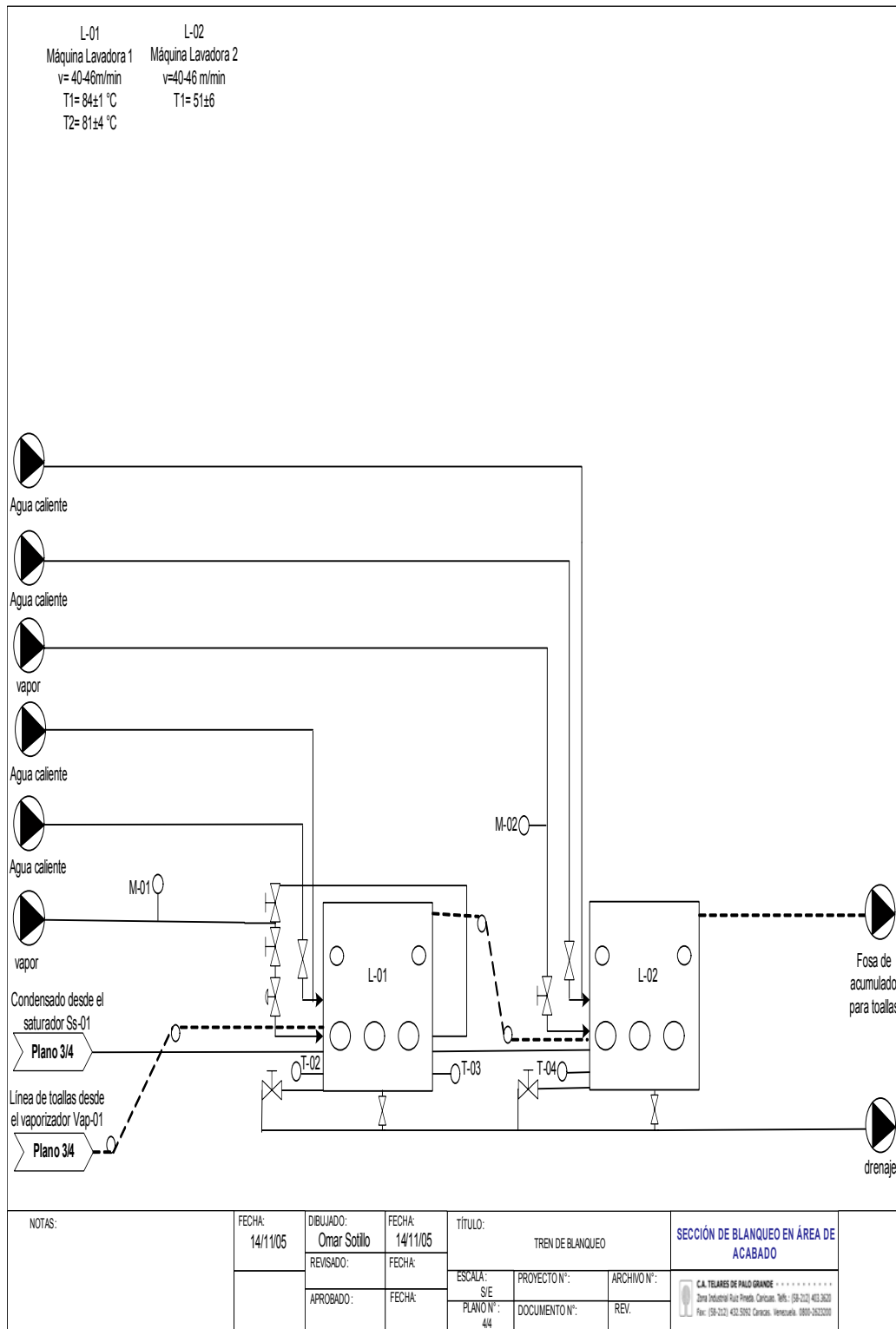




Figura 3. Diagrama de flujo para el tren de blanqueo. Área 2.



**Figura 4. Diagrama de flujo para el tren de blanqueo. Área 3**

Para entender más a fondo el proceso por el cual pasa la fibra textil es necesario conocer la terminología, además de las técnicas y procedimientos utilizados, los cuales se muestran a continuación.

**3.2.- Ennoblecimiento textil**

Se entiende por ennoblecimiento textil los procesos de mejora, tanto estética como técnica, de la fibra textil y sus formas de presentación, la cual pasa por las etapas de preparación, tintura y acabado.

Para la realización de estos procesos es necesario la utilización de auxiliares (productos químicos, colorantes y productos de acabado) aplicados, preferentemente, en medio acuoso y con maquinarias especiales. <sup>(5)</sup>

Todo este proceso requiere de, un conjunto de normas establecidas para obtener calidad tanto en la mano de obra como en el producto terminado además de ahorro de tiempo y dinero.

**3.2.1.- Las fibras en la industria textil**

Estas se dividen en dos grandes grupos: Naturales y Químicas.

Fibras Naturales:

- Fibras Animales:
  - ✓ Seda natural
  - ✓ Lana
  - ✓ Pelo (alpaca, mohair, cabra, etc.)
- Fibras Vegetales:
  - ✓ De semilla: Algodón
  - ✓ De tallo: Lino, Cáñamo, Yute, Ramio.
  - ✓ De hoja: Abacá, Sisal
- Fibra Mineral:
  - ✓ Amianto

Fibras Químicas:

- Fibras de Polímetro Natural:
  - ✓ Alginato
  - ✓ Caucho natural
  - ✓ Celulosa Regenerada: Viscosa, Cupro, Modal, Tencel, Lyocell.
  - ✓ Ester de celulosa: Acetato, Triacetato.
- Fibra de Polímetro Sintético:
  - ✓ Poliolefina: polietileno, Polipropileno, Fluoro fibra.
  - ✓ Polivinilicas: Acrílicas, Modacrílica.
  - ✓ Poliuretano: Elastano
  - ✓ Poliamidas: Nylon, Aramida
  - ✓ Poliéster: Poliéster, Poliéster Modificado <sup>(5)</sup>

3.2.2.- Encolado

En el proceso de encolado la principal función es la de producir tejibilidad en el hilo. La parte principal de la formula encolante, son los ingredientes formadores de la película. En consecuencia, el material base pasa por una formula de cola y se elige en función de su capacidad para formar la película. <sup>(13)</sup>

Las propiedades deseables en las películas encolantes son:

- Resistencia a la tracción
- Flexibilidad
- Lubricación
- Penetración
- Higroscopicidad
- Solubilidad
- Adherencia
- Elasticidad

- Resistencia a la abrasión
- Viscosidad
- Uniformidad
- Estabilidad en el almacén

#### 3.2.2.1.- Aditivos:

Raramente una base de cola contiene todas las propiedades necesarias para inducir un buen tejido en un hilo determinado. Hay aditivos que se requieren generalmente para modificar la base, aumentando o disminuyendo una o más de las propiedades deseables.

#### 3.2.2.2.- Materiales Básicos:

Los principales materiales básicos o ligantes formadores de película para el encolado textil son:

- Almidones
- Dextrinas
- Colas
- Harinas
- Gomas
- Gelatinas

Algunos materiales básicos son usados, ya sea como base o como aditivos, para impartir propiedades deseables a otras bases.

El almidón con sus derivados constituye más del 70% de los productos utilizados para el encolado de fibras. El almidón, es una mezcla de polisacáridos formados por adición de moléculas de glucosa, su descomposición se consigue de tres formas:

- Enzimática
- Oxidativa
- Por Hidrólisis

Los almidones se modifican a través de tratamientos físico-químicos con el fin de variar sus viscosidades y aumentar el grado de cohesión e hidrofiliidad y de esta forma su rendimiento y poder ser eliminados por solubilidad en agua. <sup>(13)</sup>

### 3.2.3.- Tratamiento Previo

Esta parte del proceso tiene como objetivo principal, preparar la fibra textil ya tejida para los procesos posteriores de tintura y acabado, así como para la obtención de artículos blancos.

Desde el punto de vista químico, el tratamiento previo del algodón lo constituyen procesos de extracción y blanqueo para eliminar las impurezas que acompañan las fibras. Su finalidad consiste en liberar los grupos reactivos de la celulosa, bloqueados por sustancias extrañas, y aumentar el grado de blancura. <sup>(15)</sup>

En general se puede dividir en tres operaciones:

- El desencolado
- El tratamiento con álcali (descruce)
- Tratamiento por oxidación (blanqueo)

El blanqueo continuo por oxidación del tejido, se realiza con un baño de impregnación que contiene:

- Álcali
- Peroxido de Hidrogeno al 50%
- Estabilizante
- Detergente Humectante

A continuación, se hacen reaccionar a las toallas en unas cámaras apropiadas a través de las cuales circula vapor saturado. Cabe destacar que, es de gran importancia aplicar las temperaturas y los tiempos de reacción apropiados.

El agua para el proceso de blanqueo debe estar exenta de minerales como el hierro, magnesio, calcio, cobre e impurezas inorgánicas u orgánicas para evitar que se produzcan sólidos suspendidos (sales minerales) y productos secundarios por reacción química.

Los vaporizadores en forma de jota son de acero inoxidable, cerrada en la parte superior, donde la tela (toallas) es calentada mediante vapor saturado antes de entrar a la parte vertical de la cámara “J”. Por esta razón, cada parte de la tela está sujeta a las mismas condiciones de tratamiento, mientras que la temperatura en la parte vertical puede ser hasta de 90° C.

La acción de este tipo de sistema de calentamiento da como resultado, un apreciable mejoramiento y uniformidad en lo que respecta a incrustaciones, hidrofiliadad, efecto de blanqueo y desintegración de la cascarilla del algodón. <sup>(15)</sup>

#### 3.2.4.- Especificaciones de los tratamientos previos

El algodón crudo contiene del 8 al 12% de impurezas naturales, como hemicelulosas, calcio y magnesio. Encontramos además cantidades variables de resto de polvillo metálico procedentes de las fases previas de la elaboración del algodón. Los tejidos crudos contienen, además de las impurezas citadas, encolantes de 1.5% de viscosidad y auxiliares de encolado de diversas composiciones químicas; esto significa que el tratamiento previo debe eliminar todas estas sustancias extrañas, dejando de un 9 a 10% de impurezas sobre el tejido.

Los productos químicos básicos son: soda cáustica y oxidante que degradan químicamente las impurezas, en tanto que los auxiliares se encargan de los siguientes procesos:

- El transporte del baño (humectación, des-aireación)
- La disgregación (formación de complejos)
- La movilización de productos de reacción (formación de complejos o secuestrantes, emulsionados, dispersados)
- La protección de la fibra (reducción, formación de complejos, estabilización)

Para el tratamiento previo de tejidos de algodón, la mayor seguridad en cuanto a efectos viene dada por varios procesos en uno: desencolado, blanqueo y descruce.

#### 3.2.4.1.- Desencolado:

El desencolado es el proceso mediante el cual se utilizan elementos, compuestos o condiciones determinadas para retirar la cola que se encuentra en el tejido, con el fin de asegurar blancura y absorción primordialmente.

La base de la goma es principalmente almidón modificado y estos constan de dos tipos de carbohidratos: Alfa Amilasa y Beta Amilasa.

El Alfa es insoluble en agua y el Beta es soluble.

El grano de almidón es una membrana o globo de Alfa Amilasa insoluble, lleno de un polvo soluble de Beta Amilasa. El globo es poroso y permite que penetre el agua, pero no deja que se escape el polvo soluble. Al agua fría le resulta difícil penetrar el globo, pero si la temperatura del agua se eleva por encima de ciertos límites, comienza a pasar a través de la membrana del globo, disolviendo el polvo de Beta Amilasa que se encuentra adentro y haciendo que se hinche el globo. Cuanto mas caliente es el agua, mas rápidamente penetra.

Luego mediante el método de licuefacción en las lavadoras, es fácilmente retirada, debido a que su tamaño le hace difícil mantenerse en el tejido. <sup>(4)</sup>

### 3.2.4.2.- Blanqueo

Se le da el nombre de blanqueo a la operación de decolorar una sustancia para volverla blanca. Por lo general, la operación se efectúa por procedimientos químicos.<sup>(7)</sup>

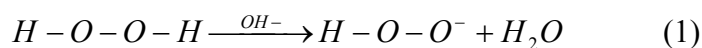
El blanqueo químico suele hacerse con oxidantes y menos frecuentemente con agentes reductores. Entre los primeros están el cloro (álcali y cloro), hipocloritos de sodio, clorito de sodio y dióxido de cloro (cloro, compuestos orgánicos), peróxido de hidrogeno, peróxido de sodio (peróxidos), y con menos frecuencia los bicromatos (cromo, compuestos), perboratos (peróxidos) y otros. Entre los agentes reductores están el anhídrido sulfuroso, los sulfitos, hidrosulfitos (como Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) y tiosulfatos.

#### 3.2.4.2.1.- Blanqueo con agua oxigenada

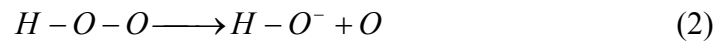
El agua oxigenada ofrece ventajas de aplicación y de orden ecológico respecto a otros blanqueadores, como el hipoclorito o el clorito sódico, desde el punto de vista de la aplicación, las ventajas se concretan en la gran variedad de procesos de blanqueo. Es posible el blanqueo por reposo en frío, el blanqueo con vaporizador, el proceso por impregnación y los procesos de blanqueo en baño de relación grande. Durante la reacción de blanqueo surgen productos de descomposición “ecológicamente puros” como el agua y el oxígeno.

Simplificando el mecanismo de la reacción de blanqueo tenemos que:

Al agregar la lejía (iones OH<sup>-</sup>) se activa el agua oxigenada y se forma el anión perhidroxi. Este se descompone en la forma más estable de ión hidroxilo y oxígeno “naciente”, como se muestra en las reacciones 2 y 3. Este oxígeno activo reacciona químicamente con los dobles enlaces de los sistemas cromóforos, ejemplo de los pigmentos carotinoide que entre otras cosas confiere al algodón crudo su color amarillo parduzco característico.







La oxidación alcalina de los pigmentos cromóforos va siempre acompañada de la oxidación de la misma celulosa, oxidándose los grupos hidroxilos terminales en el aldehído y ácidos carboxílicos, en tanto que los grupos hidroxilos se oxidan convirtiéndose en cetonas. <sup>(4)</sup>

#### 3.2.4.2.2.- Blanqueo con Vaporizador

El blanqueo con agua oxigenada se realiza en el mismo equipo que se utiliza para el descrude, esto es en el vaporizador.

Este tiempo de vaporizado debe ser suficiente para eliminar las cáscaras mas persistentes y lo bastante corto para realizar un blanqueo exento de silicatos y con un alto grado de reproducibilidad.

El avance guiado del género textil en el vaporizador, favorece el calentamiento uniforme del género impregnado en frío y la distribución homogénea del condensado sobre el mismo.

#### 3.2.4.2.3.- Blanqueador Óptico

Los blanqueadores ópticos (abrillantadores), son compuestos orgánicos sustancialmente incoloros, que aplicado a materiales, absorben la luz ultravioleta de la luz solar o la luz fluorescente y emiten la energía absorbida en forma de luz azul visible. La luz azul emitida compensa ópticamente el tono amarillento (original) del material, dándole una apariencia de un color blanco mucho más puro.

La mayor parte de los primitivos blanqueadores ópticos comerciales se utilizaban para el uso en la industria del algodón y del papel, eran derivados del estilbena, fluorescentes y con afinidad para la celulosa.

Hoy en día existen muchos tipos químicos de blanqueadores ópticos, entre ellos nuevos derivados del estilbena y de otros compuestos con incontables modificaciones por introducción de diversos sustituyentes y de grupos solubilizantes.

Los blanqueadores ópticos derivados del estilbeno-s-triazina (colorante del estilbeno) son usados para el blanqueo del algodón y la lana. <sup>(4)</sup>

En la figura 5 se presenta la forma de la molécula del estilbeno-s- triazina:

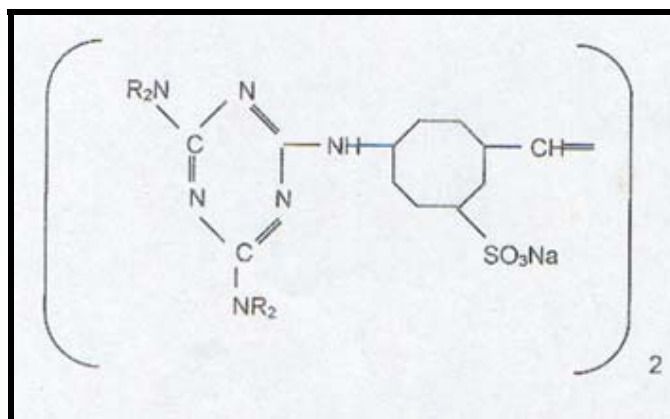


Figura 5. Molécula de estilbeno-s-triazina <sup>(4)</sup>

Donde el grupo  $R_2N$  puede ser:  $C_6H_5NH$ ,  $(HOCH_2CH_2)_2N$ , etc.

Los abrillantadores que tienen afinidad para el algodón, tiñen muy bien el rayón de viscosa, pero carecen de afinidad para otros tejidos finos, como el acetato de celulosa, la lana, la fibra de poliéster Dracón y la fibra acrílica Orlón. Unos cuantos tienen cierta afinidad para el nylon, lo mismo que para el algodón, y ésta es una propiedad excelente por cuanto muchas amas de casa lavan sus prendas de nylon junto con las de algodón.

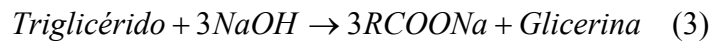
En las aplicaciones a textiles, los blanqueadores ópticos sirven para abrillantar el fondo blanco de los estampados de algodón, se usan en los agentes de acabado de tejido de algodón y en muchos otros casos cuando se desea hacer resaltar los materiales blancos y algunos de color

#### 3.2.4.2- Descrude

El género textil posee en su estructura por lo general impurezas como la cascarilla de la semilla, aceites y grasas naturales y durezas como lo son los iones metálicos. Estos elementos son un gran problema para el proceso de ennoblecimiento

del algodón debido a que le resta propiedades al producto acabado como la mala absorción, mala fijación del tinte, etc. Es por ello que se utilizan algunos elementos fundamentales para su eliminación.

La soda cáustica es utilizada para que reaccione con los aceites y grasas, saponificándolas y transformándolas en jabón, como se observa en la reacción 3, el cual puede ser retirado fácilmente del tejido.



El agua oxigenada por su parte es la encargada oxidar las cascarillas, degradándolas poco a poco hasta retirarlas completamente del tejido.

Los secuestrantes son los encargados de liberar de durezas al tejido, pero para ello se debe escoger el indicado, además de que este posea características específicas durante el proceso.

#### 3.2.4.3.- Secuestrantes:

En la industria textil se ha considerado tradicionalmente el agua como la principal fuente de contaminación de metales en el proceso textil. Pero a comienzos de este siglo se llevó el agua a un segundo plano. El sustrato de algodón es en sí mismo la fuente potencialmente más importante de contaminación con metales pesados y alcalino térreos. Esto es a consecuencia de los desarrollos de los cultivos y forma de recolección con el incremento de uso de defoliantes y fertilizantes.

La presencia de metales, tanto alcalino térreos como pesados, tienen una fuerte influencia en el éxito de la preparación y teñido de algodón y sus mezclas con poliéster y lycra. <sup>(1)</sup>

Los daños potenciales son:

- Reducción de rendimiento del color
- Tonos mas sucios
- Teñidos disparejos
- Reducción de solides

- Degradación de la fibra

La presencia de metales en los procesos húmedos de sustratos celulósicos tiene una significativa influencia en la productividad y calidad de los productos y sus procesos. Son una seria amenaza para tener una producción “bien a la primera vez”

Manejar la amenaza de los metales lleva a encontrar el mejor secuestrante disponible para la aplicación en particular que se trate. La habilidad del secuestrante de manejar esta amenaza esta en función de su poder y capacidad.

La capacidad de secuestrar, de un determinado tipo de secuestrante depende de su estructura y del pH en que se espera sea efectivo.

#### 3.2.4.3.1.- Secuestrantes y Quelantes:

El agua oxigenada en la fórmula de blanqueo se descompone en ión hidroxilo y oxígeno, este oxígeno activo reacciona químicamente con los dobles enlaces de los sistemas cromóforos de la fibra oxidándolos, pero al encontrarse iones metálicos presentes estos reaccionan con el oxígeno trayendo como consecuencia una disminución de la calidad al blanquear en la fibra de algodón.

En el proceso de teñido, las moléculas de colorante en un baño de tintura tienen libertad de movimiento. El grado de movimiento es función de una serie de factores, el cual el más importante es el tamaño de partícula. Las más lentas serán las moléculas grandes como ftalocianina y las triphendioxazinas. <sup>(1)</sup>

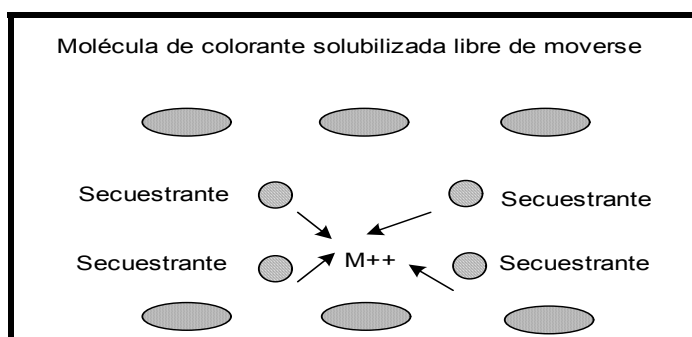
En la presencia de iones metálicos, existe la posibilidad que estos den lugar a la formación de complejos con las moléculas de colorante con un aumento considerable de tamaño.

Esto puede resultar en una disminución de la solubilidad, a la agregación e inclusive a la precipitación.

Debido a este inconveniente son utilizados auxiliares que ayudan a mejorar el proceso, siendo en estos casos los secuestrantes o quelantes.

Un secuestrante es un compuesto químico que tiene la propiedad de formar un complejo con un ión metálico, manteniéndolo en solución, impidiendo la interacción con el colorante al cual el ión metálico podría dañar.

El objetivo de un secuestrante es remover los iones metálicos en la solución para evitar la posible formación de complejos con las moléculas de colorante, como se muestra en la figura 6.



**Figura 6. Remoción de Ion metálico por secuestrante <sup>(1)</sup>**

Un quelante, es un compuesto químico que tienen uno o más grupos que pueden rodear el ión metálico en una especie de círculo o como tenaza. El compuesto resultante es un quelato.

Los secuestrantes trabajan por un mecanismo de formación de complejos, a menudo formando quelatos. Un agente quelante contiene sustituyentes adecuadamente localizados como para formar uno o más anillos quelantes por donación de un electrón al ión metálico. Se forma así un compuesto de coordinación donde la molécula está formada por un átomo central, generalmente, el ión metálico conocido como aceptor, ligado al agente quelante, que puede ser un ión o molécula orgánica o inorgánica, conocido como donante, y el cual se presenta en la figura 7. <sup>(1)</sup> El complejo resultante permanece soluble e inócuo en las condiciones del proceso.

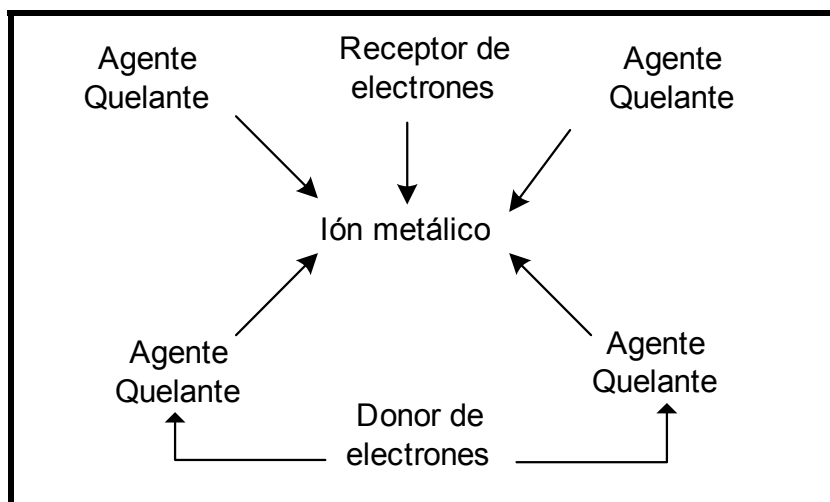
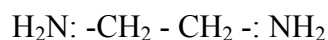


Figura 7. Compuesto de coordinación <sup>(1)</sup>

El donante puede ser un dentado, bidentado o multidentado. Un donante unidentado puede ser un átomo o ión, tal como el ión cloruro o una molécula que contiene un átomo, que tiene un par de electrones disponibles para coordinar con el ión metálico.

Un donante bidentado contiene 2 átomos, cada uno de los cuales tiene un par de electrones para coordinar.

Un ejemplo típico es etilendiamina:



Un ejemplo de un exadentado es el EDTA el cual se muestra en la figura 8.

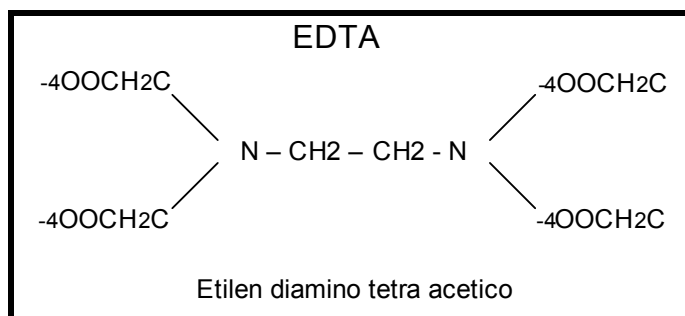


Figura 8. Molécula de EDTA <sup>(1)</sup>

Aunque los ligantes puramente inorgánicos son bien conocidos, el desarrollo y aplicación se ha producido especialmente en el campo de los ligantes orgánicos, por

la variedad de productos que es posible sintetizar y cada uno de ellos con propiedades específicas. Los átomos mas utilizados como donantes son el nitrógeno, que se encuentran en aminas o aminas sustituidas y el oxígeno que puede estar como grupo carboxilo, fosfato o grupo hidroxilo ionizados. <sup>(1)</sup>

La principal característica de los complejos quelantes es su estabilidad. Una forma alternativa de remover las sales de calcio de la solución es por ejemplo el agregar ácido. Pero los quelatos son mucho más estables que las simples sales (como por ejemplo Acetato de Calcio)

Frecuentemente, surge la duda sobre cual es la diferencia entre un secuestrante y un quelante, un agente quelante forma cualquier tipo de complejo mientras un agente secuestrante forma complejos solubles en agua.

Los agentes secuestrantes siempre son multidonantes capaces de formar quelatos solubles con iones metálicos.

Las propiedades más importantes de los secuestrantes son:

- Poder secuestrante
- Capacidad de secuestro
- Estabilidad
- Inhibición de formación de incrustaciones

3.2.4.3.2.- Poder secuestrante:

Se define como poder secuestrante la fuerza de unión de coordinación de información de complejo secuestrante-ión metálico.

3.2.4.3.3.- Capacidad de Secuestro:

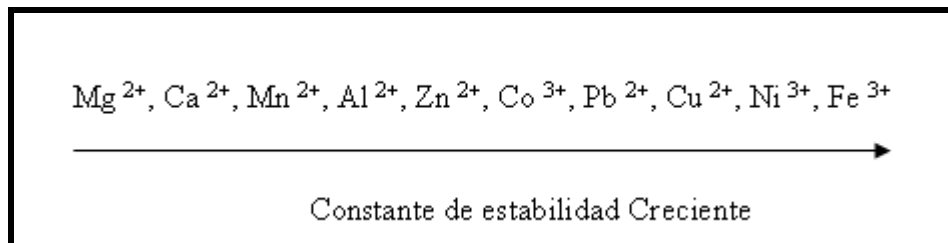
Se define como la cantidad expresada en miligramos de metal secuestrado por gramos de secuestrante.

## 3.2.4.3.4.- Estabilidad:

Se define como estabilidad el efecto de secuestrar los iones metálicos según el orden establecido por la constante de estabilidad. La constante de estabilidad es el logaritmo de la constante de equilibrio de la siguiente reacción:



Una constante de estabilidad alta indica un gran efecto de secuestro. Las constantes de estabilidad para los metales pueden ser listadas en orden creciente de constante de estabilidad, como se muestra en la figura 9.



**Figura 9. Constante de estabilidad <sup>(1)</sup>**

Esto significa que para un determinado secuestrante, este atrapará los iones metálicos en orden de preferencia según la escala mencionada. Es decir que primero secuestrará hierro, luego cobre y finalmente calcio y magnesio. <sup>(1)</sup>

Como ejemplo, se puede decir que si tenemos un complejo de secuestrante-calcio y agregamos hierro, se liberara calcio y se complejara el hierro. Si tenemos hierro y calcio presente en el baño al agregar el secuestrante, primero se complejara el hierro y una vez que todo el hierro esta complejado, se comenzara a complejar el calcio.

## 3.2.4.3.5.- Inhibición de formación de incrustaciones:

Es una propiedad de cierta clase de secuestrantes de prevenir la formación de incrustaciones o depósitos de carbonatos, silicatos o sulfatos. Es decir, se evita la precipitación sobre la maquinaria y / o tuberías.



#### 3.2.4.3.6.- Clases de secuestrantes:

Hay cinco clases de secuestrantes frecuentemente utilizados en la industria textil:

- Ácido Aminopolicarboxílicos
- Polifosfatos
- Ácido Hidrocarboxílicos
- Ácido carboxílicos Poliméricos
- Ácidos Polifosfónicos

Desde el punto de vista de la industria textil las propiedades a considerar para cada clase de secuestrante son:

- Poder secuestrante
- Capacidad de secuestro
- Estabilidad a diferente pH
- Estabilidad a la temperatura
- Estabilidad a la oxidación y a la hidrólisis
- Desmetalización en el blanqueo
- Influencia sobre el tono de los colorantes
- Impacto ambiental

Se deben considerar los requerimientos y parámetros que existen en la planta de producción para la selección del mejor secuestrante los cuales se listan a continuación:

- Rango de trabajo de pH
- Estabilidad a los peróxidos
- Suspensión de suciedad y propiedades dispersantes
- Efectividad en el baño de blanqueo
- Problema de metalización de los colorante

Aparte de las propiedades que posee la formula de blanqueo, las cuales son de suma importancia, existe otro factor importante en el proceso del blanqueo textil y es la técnica utilizada .

### **3.3.- Técnica Utilizada en el Proceso de Blanqueo.**

Existen dos técnicas utilizadas en la industria textil para el proceso de blanqueo de la fibra: el blanqueo en cuerda y el blanqueo a lo ancho.

La técnica utilizada en Telares de Palo Grande es el blanqueo en cuerda y se proporcionara toda la información necesaria a continuación.

#### **3.3.1.- Blanqueo en Cuerda.**

Este método se lleva a cabo cuando el recorrido de la tela a través de los diversos procesos se realiza de manera continua, disponiendo la tela en forma de cuerda.

El proceso de blanqueo en cuerda transporta el tejido por todas las etapas de descolado-desgrude-blanqueo de forma tal que el peso varíe entre 60 gr. por metro lineal, de 80 cm. de ancho y 100 gr. por metro de 280 cm. de ancho.

Al realizar la elección del procedimiento más apropiado se presta atención al grado de blanqueo, hidrofiliidad, grado de daño, contenido de cáscaras, blanqueo y operación, como también a la producción necesaria.

Como principio general puede afirmarse que todas las categorías de mercadería que fueron blanqueadas a lo ancho, también pueden trabajarse en las blanqueadoras en cuerda utilizando un vaporizador o caja “J”.

Todas las experiencias hasta el presente han demostrado que la cocción dentro de la caja “J” con soda cáustica ofrece mejor resultado que en el proceso a lo ancho ya que quedan eliminadas manchas de cocción e irregularidades, los tiempos de tratamiento del genero textil son mas cortos, la organización del trabajo es simple, existe la posibilidad de un tratamiento a la continua y se ahorra mucho vapor debido a que es suficiente calentar aproximadamente 1 a 1,3 litros por Kg. de toallas. Además el vapor se requiere en forma continua y no intermitente.<sup>(6)</sup>

Para alcanzar las temperaturas deseadas sobre las toallas en la caja “J” es imprescindible usar vapor saturado. El sistema de calefacción ofrece la eficiencia mas

elevada, en el cabezal de la caja “J” entra vapor de 0,7 atm y un sobrecalentamiento de 10 a 15%. En el distribuidor de vapor no debe sobrepasarse la temperatura de 110 °C, entonces el vapor sobrecalentado debe saturarse mediante humedecedores.

Cuando el vapor es demasiado caliente, en ciertos casos puede trabajarse con una inyección de agua. Para ello habría que emplear agua de condensación a 100 °C y aplicar una tobera de distribución, para que se formen gotas lo más pequeñas posibles. Es más conveniente trabajar con una estación saturadora de vapor dentro de la cual el vapor es conducido a través de un baño de agua.

Adicionalmente, habría que observar que el vapor utilizado no incluya partículas de hierro, para poder descartar daños por canalización en el curso del blanqueo con peróxido. Por ello, es imprescindible utilizar tuberías de acero inoxidable en todos aquellos lugares donde existe el peligro que se produzca corrosión en los tubos debido a una mayor humedad del vapor.

Respecto a la pureza del agua empleada para el blanqueo, debe llenarse los más estrictos requisitos. En primer término esta debe estar exenta de hierro, manganeso, cobre e impurezas inorgánicas u orgánicas, suspendidas. <sup>(10)</sup>

Entre los Equipos principales utilizados para el blanqueo a cuerda, están la Máquina de Impregnación, la Caja “J”, las Lavadoras y la Estación Química.

#### 3.3.1.1.- Máquina de Impregnación:

La máquina de impregnar contiene una exprimidora de 3 cilindros a la entrada para:

- Obtener una regulación automática de velocidad por medio de un compensador, respecto a la máquina de lavar que le antecede, de manera que no necesita personal para atenderla
- Conseguir un contenido uniforme y reducido de agua en la toalla, para aumentar la capacidad de absorción para el baño de tratamiento.

Debido a esto, será mas reducida la concentración necesaria del baño a agregar, durante el tratamiento, el equilibrio de las concentraciones en el recipiente de mezcla se obtendrá pronto, y el intercambio de productos químicos entre toalla y baño se acelerará.

Las máquinas de impregnar con exprimidoras convencionales han demostrado que trabajando con un cilindro de goma dura y uno de goma blanda, resulta un efecto de exprimido desigual y por lo tanto un contenido de agua irregular sobre el ancho del genero, que oscila entre el 60 y el 150%. Aunque esta diferencia, puede compensarse más o menos por mayor tiempo de impregnación, es evidente que tales fallas reaparecerán nuevamente en el exprimido de salida y afectara la calidad de la mercadería.

Por esta razón, según este sistema, las toallas son exprimidas 2 veces antes de entrar en contacto con el baño del vaporizador, una vez a la salida de la tina de impregnación, dispuesta previamente y una vez antes de entrar al vaporizador.

La ranura de exprimido de salida en la tina realiza una deshidratación previa, la primera ranura del exprimidor de 3 cilindros de deshidratación a fondo del tejido y la siguiente ranura equilibra el contenido de humedad. Esta combinación reduce también el peligro de remendones y rajaduras en la tela, como también aquel de marcas indeseadas.<sup>(6)</sup>

En la figura 10 se presenta la Tina de Impregnación utilizada en el blanqueo en cuerda.



Figura N° 10. Tina de Impregnación.

#### 3.3.1.2.- Caja “J” de Vaporización:

La caja “J” de acero inoxidable es cerrada en la parte superior y el género textil es calentado mediante vapor saturado antes de entrar en la parte vertical de la caja. Por esta razón, cada parte de la tela esta sujeta a las mismas condiciones de tratamiento, mientras que la temperatura del género en la parte vertical puede ser de hasta 90 °C; utiliza una inyección de vapor al fondo de la caja que ofrece la posibilidad de elevar la temperatura del género hasta el punto de ebullición. La acción conjunta de ambos sistemas de calentamiento resulta en un apreciable mejoramiento y uniformidad en lo que respecta a la limpieza, hidrofiliadad, efecto de blanqueo, como también desintegración de las cáscaras y su blanqueo.

Tanto para el fondo como para la cabeza de la caja “J” se prevé una regulación automática para la alimentación de vapor. Mientras que la temperatura del fondo es medida y gobernada por un termómetro, esto no se hace para la cabeza, ya que este procedimiento no reaccionaría aquí con suficiente prontitud, lo cual ocasionaría irregularidades, especialmente durante paradas y la subsiguiente puesta en marcha. Por ello se mide la presión de vapor, que es de alrededor de 6 cm. de columna de agua. Con esta presión se controla la cantidad de vapor que entra.

Al respecto debe tenerse siempre presente, que el género textil es calentado debido a que el vapor se condensa sobre el mismo. Mientras mayor es la capacidad de condensación y pueda evitarse la entrada de aire mediante una presión elevada de vapor, mejor será el calentamiento.

Cuando se blanquean telas tejidas en varios colores es imprescindible evitar que la temperatura llegue al punto de cocción, a fin de que no se produzca migraciones de los colores. También con tejido de mezcla de algodón / poliéster es necesario trabajar con temperaturas mas reducidas. En el sistema existe la posibilidad de ajustar, mantener uniforme y regular la temperatura de la mercadería en la cabeza y fondo de la caja “J”. Por ejemplo también será posible trabajar con un llenado parcial hasta solo la mitad de la caja “J”.

En la figura 11 se presenta la parte frontal y trasera de la caja “J”:



**Figura N° 11. Caja “J” de vaporización.**

### 3.3.1.3.- Lavadoras:

Tanto para toallas livianas a alta velocidad como también para pesadas a poca velocidad, se emplea la máquina lavadora con igual éxito.

Se trata de una construcción con cuerda guiada en forma suelta, dentro de la cual las tensiones son reducidas y no necesitan ser ajustadas nuevamente para las

diferentes calidades de tela, debajo de la máquina se hallan dispuestas ya sean 4 o 6 cajas “J” independientes. En cada caja “J” la mercadería puede mantenerse hasta un máximo de 2 minutos para permitir el intercambio químico, lo cual es especialmente importante cuando se tratan calidades de telas mas pesadas. Todas las máquinas con cuerda de guiado fijo trabajan con tiempos de inmersión apreciable más cortos.<sup>(11)</sup>

La máquina lavadora se emplea en primer término para el blanqueo. Se ha diseñado especialmente para el lavado de los productos químicos según el principio de la licuefacción, para lo cual se emplea una técnica de lavado completamente nueva. Se debe crear en un lapso de tiempo de aproximadamente 12 minutos una gran diferencia de concentración entre la mercadería impregnada de productos químicos y el agua de lavado, para obtener un efecto óptimo y uniforme en las diferentes calidades de tela.

Después de salir de cada una de las cajas “J” la mercadería es exprimida y el agua resultante es desaguada separadamente. Después de este exprimido se rocía la tela con agua fresca, que licua los productos químicos durante la inmersión subsiguiente. Contrariamente a las demás construcciones usuales, aquí se mantiene lo mas reducido posible, el contenido de agua en la máquina lavadora, para posibilitar un intercambio rápido de baños y también para evitar cualquier enriquecimiento de sustancias químicas dentro de la instalación. Para esto, las cajas “J” de las máquinas lavadoras en parte se encuentran perforadas lateralmente para que el agua usada siempre pueda escurrir.

Los exprimidores simples, que constan de un cilindro central de goma dura y de diferentes rodillos simultáneamente sirven para el transporte de la tela. Cada cilindro es accionado simultáneamente por presión neumática, de manera que la cantidad de tela transportada es igual en todos los exprimidores para altas velocidades se entrega una aspa de tracción debajo de las ranuras de exprimido; mediante esto también puede utilizarse las velocidades que son comunes en máquinas que poseen un guiado fijo de la cuerda.

Debido a la adición separada de agua después de cada exprimidor, fácilmente se podría tener la impresión que el consumo de agua es elevado. Sin embargo mediciones comparativas bajo las mismas condiciones han demostrado en la práctica, que ocurre justamente lo contrario.

El agua caliente es un factor de costo apreciable en el blanqueo; por ello se debe reducir su consumo al mínimo posible. Esta también es la razón por la cual se ha diseñado la máquina de lavar, para que según conveniencia, algunas cajas “J” reciban agua caliente en la entrada de tela, mientras que las restantes cajas “J” de inmersión solo reciban agua fría.<sup>(5)</sup>

En la figura 12 se muestra a la máquina lavadora y uno de los dos compartimientos que esta posee en su interior:



**Figura N° 12. Máquina Lavadora**

#### 3.3.1.4.- Estación de Preparación Química:

La estación química consta de un tanque de preparación previa, de 1500 litros, una bomba dosificadora, un recipiente mezclador de 300 litros, el tanque de 400 litros de la máquina impregnadora y una bomba de circulación media, la cual el baño circula suficientemente dentro de la impregnadora y el tanque mezclador. La bomba



mezcladora se encuentra solidaria con el mando principal y trabaja solamente cuando entra mercadería. Las sustancias químicas, concentradas para adicionar son alimentadas al recipiente mezclador. En combinación con el sistema de circulación, es imposible que en el saturador se produzcan sectores con concentraciones más elevadas que pueden ocasionar una absorción irregular de productos químicos y pueden imposibilitar un control y regulación de los mismos.<sup>(5)</sup>

Calidades de tela distintas absorberán cantidades de baño diferentes aunque la presión de los cilindros permanezca igual. El nivel de baño fluctuante por este motivo, es mantenido constante por medio de una regulación del suministro de agua que trabaja automáticamente con ayuda de un comando neumático. Sin embargo, siendo ajustada las velocidades de manera que siempre entren pesos iguales por minuto, la absorción de sustancias químicas por la tela se mantendrá igual a raíz de la alimentación constante de la bomba dosificadora.

Por el exprimido previo, la circulación, el mezclado previo en el tanque mezclador y mediante la regulación de nivel separado con agua, se ha creado una técnica de impregnación que hace frente a los requerimientos universales.

En la figura 13, se muestra cada una de las partes que conforma a la estación de preparación química, donde el recuadro 1, muestra a la bomba de membrana encargada de suministrar los componentes de la fórmula al tanque principal, el recuadro 2, muestra al tanque principal de 1300 litros, el recuadro 3, muestra al tanque surtidor de fórmula (700 litros) a la tina de impregnación y el recuadro 4, representa al tanque de recirculación de fórmula a la tina.



Figura N° 13. Estación de Preparación Química.

Además de conocer la estructura y funcionamiento de cada uno de los equipos para el proceso de blanqueo en cuerda, también es necesario el control de las variables que gobiernan al mismo, por esta razón es necesario implementar el control automático, en especial a las máquinas lavadoras debido a que por ellas transitan las toallas en la última etapa del proceso de blanqueo y es aquí donde esta obtendrá las características requeridas.

### 3.4.- Control Automático en las Máquinas Lavadoras

Uno de los equipos más importantes en el proceso del blanqueo textil es la lavadora, ya que retira las impurezas de la fibra antes de ser teñida y confeccionada, dándole a esta su textura, absorción y homogeneidad requerida como parte de la calidad del producto.

Para obtener excelentes resultados en el lavado textil, es necesario que el equipo trabaje a las condiciones requeridas mediante el control de las variables más importantes, pero muchas veces al ser el control manual, se cometen errores en el ajuste debido a la imprecisión humana y otros factores que perturban el proceso.

Es por ello que para estos casos se requiere del control automático de procesos, debido a que se mantiene la variable controlada en el punto de control, y además: <sup>(14)</sup>

- Evita lesiones al personal de la planta o daños al equipo. La seguridad siempre debe estar en la mente de todos, esta es la consideración más importante.
- Mantiene la calidad del producto (composición, pureza, color, etc.) a un costo mínimo.
- Mantiene la tasa de producción de la planta al costo mínimo.<sup>(2)</sup>

Por tanto, se puede decir que la razón de la automatización de la lavadora es proporcionar un entorno seguro y a la vez mantener la calidad deseada del producto y alta eficiencia del proceso de blanqueo con reducción de la demanda de trabajo humano.

Para entender de forma más clara todo lo relacionado con los sistemas automáticos de control es importante conocer algunos conceptos claves, entre los que se encuentran:

- Set-Point: Valor al cual se quiere mantener a la variable que se quiere controlar.
- Perturbaciones: Variables responsables de alejar a la variable de control de su punto de control.
- Variable Controlada: Variable la cual se quiere mantener en un valor determinado.
- Variable Manipulada: Variable que al modificar afecta directamente a la variable controlada.

Existen dos filosofías en control de procesos:

- Control Feedback.
- Control Feedforward

### 3.4.1.- Control Feedback:

El control Feedback, consiste en mantener la salida del proceso continuamente en el valor de ajuste deseado en presencia de perturbaciones o cambios en el set-point (valor deseado), reaccionando al detectar una desviación del valor de la variable de salida respecto a su punto de control.

La manera en que los controladores Feedback toman una decisión para mantener el punto de control, es mediante el cálculo de la salida con base en la diferencia entre la variable que se controla y el punto de control.<sup>(3)</sup>

Seguidamente, se abordaran los tipos más comunes de controladores que operan bajo esta forma.

#### 3.4.1.1.- Controlador Proporcional (P):

El controlador proporcional es el tipo más simple de controlador, las ecuaciones 1 y 2 representan su comportamiento:

$$m(t) = \bar{m} + Kc(r(t) - c(t)) \quad (\text{Ec 1})$$

$$m(t) = \bar{m} + Kc * e(t) \quad (\text{Ec 2})$$

Donde:

$m(t)$ : Salida del controlador

$r(t)$ : Punto de control

$c(t)$ : Variable que se controla

$e(t)$ : Señal de error; esta es la diferencia entre el punto de control (set-point) y la variable que se controla

$Kc$ : Ganancia del controlador

$\bar{m}$ : Valor base. El significado de este valor es la salida del controlador cuando el error es cero

En las ecuaciones 1 y 2 se puede observar que la salida del controlador es proporcional al error entre el punto de control y la variable que se controla, la

proporcionalidad la da la ganancia del controlador  $K_c$  ; con esta ganancia o sensibilidad del controlador se determina cuanto se modifica la salida del controlador con un cierto cambio de error.

Los controladores que son únicamente proporcionales tienen la ventaja de que solo cuentan con un parámetro de ajuste,  $K_c$ , sin embargo adolecen de una gran desventaja, operan con una desviación o error de estado estacionario en la variable que se controla, es decir, el controlador lleva de nuevo la variable perturbada a un valor estacionario, pero este valor no es el punto de control requerido; la diferencia entre el punto de control y el valor de estado estacionario de la variable que se controla es la desviación.<sup>(3)</sup>

#### 3.4.1.2.- Controlador Proporcional – Integral (PI):

La mayoría de los procesos no se pueden controlar con una desviación, es decir, se deben controlar en el punto de control, y en estos casos se debe añadir inteligencia al controlador proporcional, para eliminar la desviación. Esta nueva inteligencia o nuevo modo de control es la acción integral o de ajuste y en consecuencia, el controlador se convierte en un controlador proporcional – integral.

La ecuación 3 representa su comportamiento:

$$m(t) = \bar{m} + K_c * e(t) + \frac{K_c}{\tau_i} \int e(t) dt \quad (\text{Ec } 3)$$

Donde:

$\tau_i$ : Tiempo de integración o reajuste minutos/repetición. Por lo tanto, el controlador PI tiene dos parámetros,  $K_c$  y  $\tau_i$  que se deben ajustar para obtener un control satisfactorio.

Mediante la observación de la ecuación 3, tanto menor es el valor de  $\tau_i$ , cuanto mayor es el termino delante de la integral,  $K_c / \tau_i$ , y, en consecuencia, se le da mayor relevancia a la acción integral o de ajuste. También se puede notar que mientras está presente el termino de error, el controlador se mantiene cambiando su respuesta, y por tanto, integrando el error, para eliminarlo.

La ventaja de este controlador es que la acción de integración o de ajuste elimina la desviación pero como consecuencia afecta la estabilidad de los circuitos de control.<sup>(3)</sup>

#### 3.4.1.3.- Controlador Proporcional – Integral – Derivativo (PID).

Algunas veces se añade otro modo de control al controlador PI, este nuevo modo de control es la acción derivativa, que también se conoce como rapidez de derivación o preactuación; tiene como propósito anticipar hacia donde va el proceso, mediante la observación de la rapidez para el cambio de error, su derivada.

La ecuación 4 representa su comportamiento:

$$m(t) = \bar{m} + K_c * e(t) + \frac{K_c}{\tau_i} \int e(t) dt + K_c * \tau_D \frac{de(t)}{dt} \quad (\text{Ec 4})$$

Donde:

$\tau_D$ : Rapidez de derivación en minutos

Por lo tanto el controlador PID tiene tres parámetros,  $K_c$ ,  $\tau_i$  y  $\tau_D$ , que se deben ajustar para obtener un control satisfactorio. Hay que notar en la ecuación 4 que solo existe un parámetro para ajuste de derivación,  $\tau_D$ , el cual tiene las mismas unidades, minutos, para todos los fabricantes.

Con la acción derivativa se da al controlador la capacidad de anticipar hacia donde se dirige el proceso, es decir “ver hacia delante”, mediante el cálculo de la derivada del error. La cantidad de anticipación se decide mediante el valor del parámetro de ajuste,  $\tau_D$ .<sup>(3)</sup>

Los controladores PID se utilizan en procesos donde las constantes de tiempo son largas.

Los procesos donde las constantes de tiempo son cortas, son rápidos y susceptibles al ruido del proceso; son característicos de este tipo de proceso los circuitos de control de flujo y los circuitos para controlar la presión en corrientes de líquido.

Los procesos donde la constante de tiempo es larga, son generalmente amortiguados y en consecuencia, menos susceptibles al ruido, sin embargo, se debe

estar alerta, ya que se puede tener un proceso con constante de tiempo larga en el que el transmisor sea ruidoso y en cuyo caso se debe reparar el transmisor antes de utilizar el control PID.

En general, el utilizar el tipo de controlador feedback trae ventajas para el proceso, entre las cuales se nombran a continuación:

- La acción correctiva ocurre tan pronto como la variable controlada se desvía de su punto de ajuste, no importa la fuente o tipo de perturbación.
- Requiere un conocimiento mínimo del proceso que se va a controlar; en particular, no se requiere un modelo del proceso, a pesar de la utilidad del mismo para el diseño de control.
- El controlador Proporcional-Integral-Derivativo (PID) es versátil y robusto. Si las condiciones de proceso cambian, el reajuste del controlador usualmente produce un control satisfactorio.<sup>(3)</sup>

En la tabla 1 se muestran las ventajas y desventajas de los sistemas de control Feedback.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los controles Feedback

<b>Controlador Proporcional</b>	
<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Buena razón de asentamiento</li> <li>✓ Rápido alcance de condiciones estacionarias</li> <li>✓ No es muy oscilatorio, buen alcance de estabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alcanza condiciones estacionarias con un error añadido</li> <li>✓ Presenta un sobrepico alto al presentarse la perturbación</li> <li>✓ Su estabilidad depende del valor de la ganancia</li> </ul>
<b>Controlador Proporcional - Integral</b>	
<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Buena razón de asentamiento</li> <li>✓ Alcanza las condiciones estacionarias eliminando el error añadido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sobrepico alto al generarse la perturbación</li> <li>✓ Presenta oscilaciones decrecientes que tienden al estado estacionario durante un tiempo largo</li> <li>✓ Su estabilidad depende de la ganancia y del tiempo de repetición de ajuste (<math>\tau_i</math>)</li> </ul>
<b>Controlador Proporcional – Integral - Derivativo</b>	
<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Buena razón de asentamiento</li> <li>✓ Alcanza las condiciones estacionarias eliminando el error de la señal</li> <li>✓ Sobrepico más bajo que en el controlador PI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sensible, con oscilaciones pequeñas que tienden al estado estacionario por largo tiempo</li> </ul>



### 3.4.2.- Control Feedforward:

El control Feedforward mide directamente la perturbación y toma acción de control para eliminar su impacto en la salida de proceso. Por lo tanto, estos controladores tienen un potencial teórico para ejecutar un control perfecto.

Para usar control Feedforward las perturbaciones deben ser medibles (o estimables) en línea. La idea es medir las variables de perturbación y tomar acción correctiva antes de que afecten al proceso. <sup>(2)</sup>

Entre las estrategias de control Feedforward más utilizados en los procesos se tienen:

- Control de Relación.
- Control Selectivo.
- Control por Sobreposición.
- Control Rango Dividido.
- Control en Cascada.

#### 3.4.2.1.- Control de Relación

El objeto de este esquema es mantener la relación entre dos o más variables.

El control de relación es un tipo de control de adelanto (Feedforward) ya que toma en cuenta la perturbación. <sup>(2)</sup>

Las aplicaciones típicas del control de relación incluyen:

- Operaciones de mezcla.
- Mantener la relación estequiometrica de reactantes en un reactor.
- Mantener la relación aire/combustible de un proceso de combustión en un valor óptimo.
- Mantener una relación de reflujo específica en una columna de destilación.

Como ejemplo se muestra en la figura 14 este tipo de control para un proceso de mezclado.

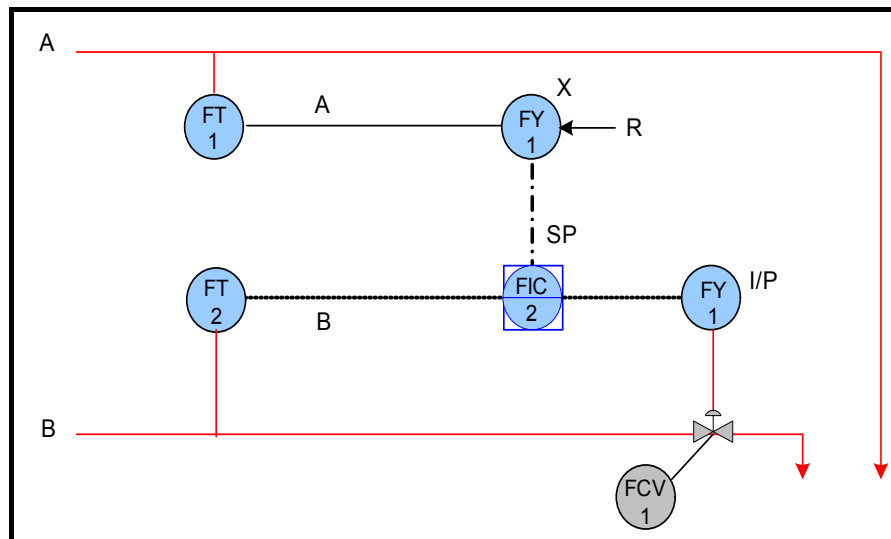


Figura 14. Control de relación para tanque de mezclado <sup>(2)</sup>

#### 3.4.2.2.- Control Selectivo

Cuando hay más variables controladas que manipuladas una solución común a este problema es usar un selector para escoger la variable de proceso (PV) apropiada de entre un número de mediciones disponibles. Los selectores pueden estar basados en múltiples puntos de medición, múltiples elementos finales de control ó múltiples controladores. Los selectores se utilizan para mejorar el desempeño del sistema de control y también para proteger equipos de condiciones de operación inseguras.

Existen dos tipos de Control Selectivo, entre los cuales se tienen: subasta e instrumentación redundante.

La subasta se usa para seleccionar la PV más alta o más baja entre un conjunto de señales y este valor es enviado al controlador como PV. Así, se tiene un controlador selectivo.<sup>(2)</sup>

La instrumentación redundante se usa cuando la falla de un instrumento puede provocar una condición peligrosa, duplicándose el instrumento. En este caso se debe propiciar una selección automática de la PV. La decisión del tipo de selector, de alta o baja depende de lo que se defina como más conveniente o seguro para el proceso.<sup>(2)</sup>

En la figura 15 se puede observar el control selectivo por subasta para un reactor.

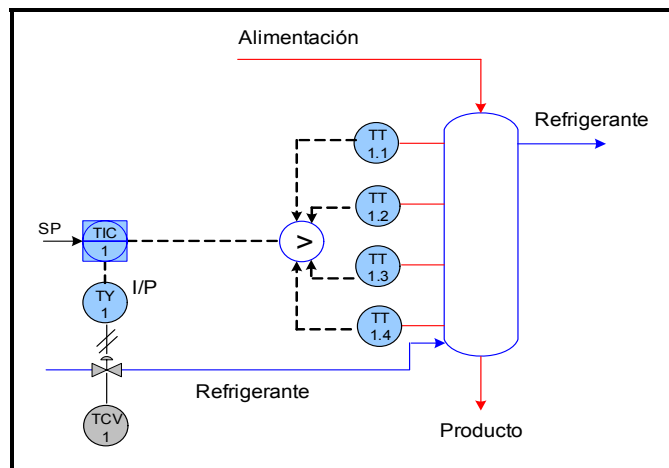


Figura 15. Control Selectivo en un reactor (Subasta) <sup>(2)</sup>

#### 3.4.2.3.- Control de Sobreposición por Seguridad (Override)

Se utiliza como un control de protección para mantener la variable del proceso dentro de ciertos límites. De manera más general, se utiliza cuando una variable manipulada puede o debe ser manejada por varias condiciones de proceso. El caso más común es por seguridad. <sup>(2)</sup>

El control de sobreposición por seguridad se utiliza cuando existen diferentes variables con límites de seguridad y se debe seleccionar una de ellas para manejar la variable manipulada. Para implantar esta estrategia de control se debe conocer:

- Condiciones normales y de seguridad de los controladores involucrados.
- Los set – point de seguridad.
- El tipo de selector (alta o baja). Esta selección depende de la acción de los controladores y de la posición del controlador de seguridad en condiciones normales.

En la figura 16 se muestra un ejemplo al aplicar el control por sobreposición.

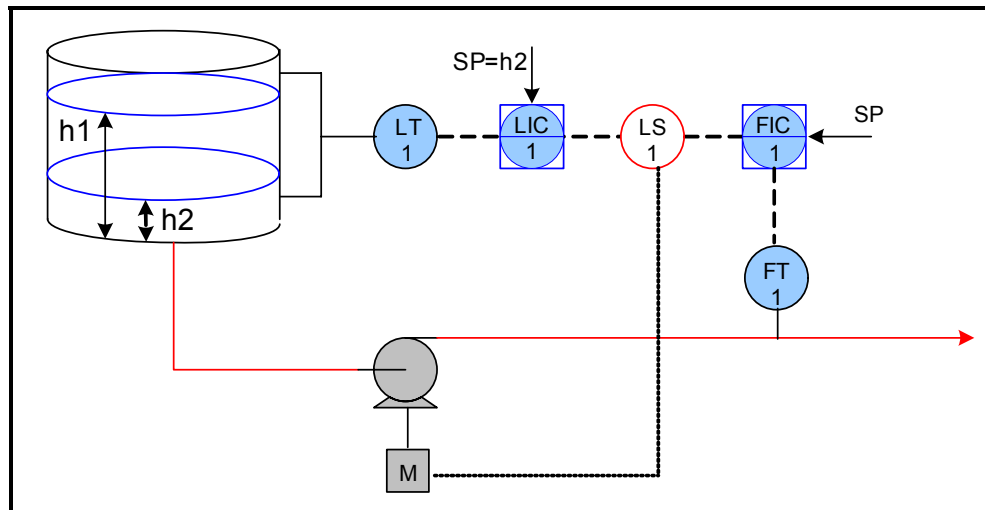


Figura 16. Control por Sobreposición para el nivel del tanque <sup>(2)</sup>

#### 3.4.2.4.- Control de Rango Dividido

La configuración del control de rango dividido tiene una sola medición (salida controlada) y más de una variable manipulada. Dado que solo se tiene una variable controlada, solo se dispone de una señal de control, la cual tiene que dividirse en varias partes, cada una afectando a una de las variables manipuladas disponibles. Esto es, se puede controlar la salida de un proceso sencillo por la acción coordinada de varias variables manipuladas, las cuales pueden tener o no el mismo efecto sobre la salida controlada. El control de rango dividido se usa principalmente en los siguientes casos:

- Cuando el rango de la variable manipulada es muy amplio.
- Cuando se tienen dos variables manipuladas con diferentes efectos sobre la variable controlada.

En la figura 17 se observa el control de la concentración en un reactor, utilizando la configuración de rango dividido para el segundo caso.

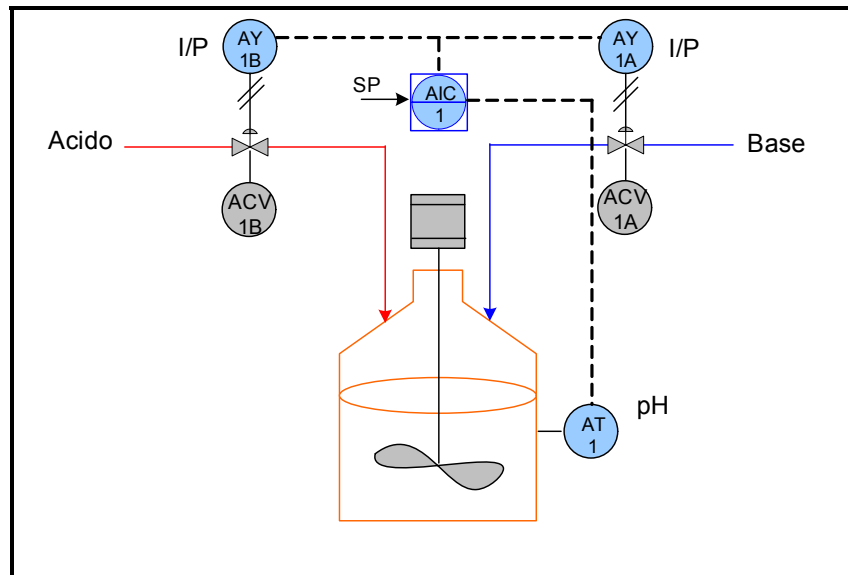


Figura 17. Control de Rango Dividido para concentración ácido – base <sup>(2)</sup>

#### 3.4.2.5.- Control en Cascada

Un enfoque alternativo que mejora la respuesta dinámica para cambios en la perturbación de carga es usar una segunda medición y un controlador Feedback secundario. Esta segunda medición se localiza de manera que reconozca la condición de disturbio más rápido que la variable controlada principal, pero la perturbación no es necesariamente medida. Este enfoque se conoce como Control en Cascada. Este esquema es particularmente útil cuando las perturbaciones están asociadas a la variable manipulada o cuando el elemento final de control exhibe un comportamiento no lineal.<sup>(2)</sup>

El control en cascada es ampliamente usado en la industria y tiene dos características distintivas:

- La señal de salida del controlador principal sirve como SP al controlador secundario.
- Los dos controladores están anidados, con el lazo de control secundario ubicado dentro del lazo de control primario.

El lazo de control secundario también se usa para disminuir oscilaciones en la variable de control principal y para una manipulación precisa del flujo de masa y energía, por medio del controlador primario.

Para que el desempeño del control en cascada sea el más apropiado debe cumplirse:

- La constante de tiempo del proceso secundario debe ser mucho menor que la constante de tiempo del proceso primario, en el orden de cuatro veces.
- Ambas variables deben estar fuertemente relacionadas.
- Generalmente el controlador secundario es proporcional e integral (PI), sin embargo, en algunos casos podrá ser proporcional solamente y el controlador primario es PI o PID.

El controlador primario también se conoce como Maestro y el controlador secundario como Esclavo.

La consideración más importante al diseñar un sistema de control en cascada es que el circuito interno o secundario debe ser más rápido que el externo o primario, lo cual es un requisito lógico. Esta consideración se puede extender a cualquier cantidad de circuitos en cascada; en un sistema con tres circuitos en cascada, el circuito terciario debe ser más rápido que el secundario, y este debe ser más rápido que el primario.

En general, cuando el control en cascada se aplica correctamente, se logra que todo el lazo de control sea más estable y la respuesta más rápida.

Como ejemplo se muestra en la figura 18 un tanque al cual se le controla el nivel utilizando un control en cascada.

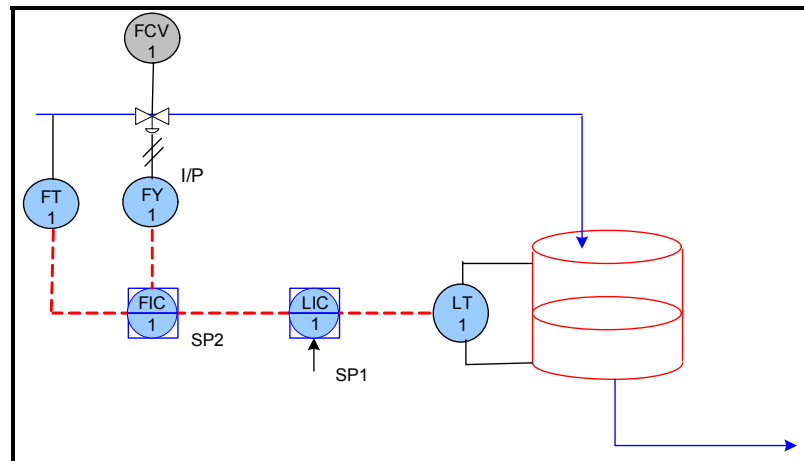


Figura 18. Control en Cascada para nivel de tanque <sup>(2)</sup>

Para las máquinas lavadoras textiles, la temperatura a la que se encuentran los compartimientos es la variable más importante, la cual tiene que ser controlada manipulando el flujo de vapor, incidiendo directamente en el cambio de la misma y de forma no menos importante la temperatura del agua que entra al equipo, el cual influye también en esta variable.

El control de las variables es vital para que el proceso sea más estable y se mantenga las características esperadas del producto, pero no solo con ello se garantiza que los resultados sean más eficientes. Para lograr lo antes dicho, es necesario que se cumplan ciertos procedimientos los cuales suelen estar registrados en manuales que ayudan a obtener mejores resultados, como el ahorro de materia prima y tiempo entre otros.

### **3.5.- Manual de procedimientos**

Para realizar un Manual de Procedimientos es necesario conocer tanto los conceptos asociados como los objetivos al cual se quieren llegar, la estructura que tendrá y las ventajas y desventajas del mismo, los cuales se presentan a continuación.

#### **3.5.1.- Procedimientos:**

Para algunos autores los procedimientos son un conjunto de instrucciones orales y escritas que le dan la sanción legal al sistema, este concepto resulta muy global y estricto.

Otra forma de ver los procedimientos es como el conjunto de rutinas específicas de trabajo, incluyendo el flujo de documentos, la manutención de registros, el establecimiento de normas de trabajo y arreglo de espacio, etc.

Desde el punto de vista de la ingeniería se podría definir como el conjunto de operaciones que se realizan dentro de un proceso, con el fin de obtener un producto o resultado final. <sup>(9)</sup>

Los procedimientos además de los procesos productivos, están formados por un conjunto de actividades con un fin específico, estas actividades se pueden representar por medio de diagramas de proceso en el caso de procesos productivos o por diagramas de flujo en el caso de procedimientos.

#### **3.5.2.- Manual de Procedimientos**

El Manual de Procedimientos es un componente del sistema de calidad interno, el cual se crea para obtener una información detallada, ordenada, sistemática e integral que contiene todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre políticas, funciones, sistemas y procedimiento de las distintas operaciones o actividades que se realizan en una organización.

Para lograr tener un mayor control de los procesos y un mejoramiento continuo, se elaboran los manuales de procedimientos. Contar con manuales de este tipo, congruentes y estandarizados, no solo representa una manera ordenada de



recopilar el material de trabajo, sino que la uniformidad de los procesos y los instructivos de trabajo proporcionan una cualidad singular, una calidad propia que los hace práctico, esto es, útil a los usuarios, que a su vez redundan en la estandarización de las actividades y los procesos.<sup>(8)</sup>

Los Manuales de Procedimientos deben de cumplir con los siguientes objetivos:

- Compendiar de forma ordenada, secuencial y detallada las operaciones que se efectúan, los equipos que intervienen y los formatos que se van a utilizar en las actividades institucionales, agregadas en un procedimiento.
- Establecer formalmente los métodos y técnicas de trabajo que se deben seguir para la realización de actividades.
- Precisar responsabilidades operativas para la ejecución, control y evaluación de las actividades.

3.5.3.- Qué se obtiene con un Manual de Procedimientos:

Un Manual de Procedimientos debe permitir obtener:<sup>(12)</sup>

- Definición de las responsabilidades
- Explicación de cada procedimiento en forma clara
- Evitar el trabajo o las acciones de duplicidad
- La capacitación del personal en sus áreas de rutina, sobre todo cuando existe cambio de personal
- Una adecuación del personal a sus roles de trabajo

3.5.4.- Propósito de un Manual de Procedimientos:

A continuación se presentan los principales propósitos de un Manual de Procedimientos<sup>(10)</sup>:

- Se usa como guía de adiestramiento, ayuda a entrenar a nuevos empleados
- Ayuda al personal a realizar un mejor trabajo
- Se utiliza como punto de referencia

- El punto de referencia se puede mantener fácilmente al día
- Expone y clarifica actividades
- Define deberes y responsabilidades
- Constituye una mejor garantía del tratamiento uniforme de las tareas repetitivas
- Facilita la introducción de un mejor método, dando datos completos del método actual
- Proporciona medios para la introducción uniforme de trabajos completamente nuevos
- Ayuda al establecimiento de pruebas con vista a un mejoramiento
- Proporciona un sentido de confianza
- Sustituye parcialmente a la memoria, elimina la adivinación. Se necesita menos tiempo para recordar o tratar de hacerlo

#### 3.5.5.- Consecuencias de no poseer un Manual de Procedimientos:

- Costos elevados para entrenar un nuevo personal
- Dificultad para entrenar al nuevo personal
- Duplicidad de trabajos y esfuerzos
- Omisión de procedimientos necesarios
- Inconsistencia de procedimientos
- El pasar la culpa a otro
- Pérdida de tiempo en determinar que hacer
- Actuación equivocada
- Las decisiones del personal son basadas en su conveniencia o beneficio propio

#### 3.5.6.- Ventajas y limitaciones de un Manual de Procedimientos:<sup>(12)</sup>

##### Ventajas:

- Son una fuente permanente de información sobre las prácticas generales
- Facilita la fijación de estándares

- Posibilita la formación de actividades
- Asegura la continuidad y coherencia en las prácticas y normas a través del tiempo
- Aumenta la eficiencia en realización de actividades
- Son una guía de trabajo efectiva y un valioso elemento de consulta
- Son un fenómeno importante para la improvisación

Limitaciones:

- Constituye una herramienta pero no la solución para todos los problemas que puedan presentarse
- Su mala preparación trae serios inconvenientes en el normal desenvolvimiento de las operaciones
- Son en general poco flexible
- Es necesario revisarlo y actualizarlo

### 3.5.7.- Estrategia de trabajo para realizar un Manual de Procedimientos..

Una de las estrategias utilizadas por diferentes empresas al momento de realizar un Manual de Procedimientos consiste en una serie de pasos organizados de control para eliminar, prevenir o minimizar los riesgos y garantizar que las variables estén dentro de límites aceptables.<sup>(8)</sup>

Para identificar los procedimientos más óptimos se deben determinar completamente todos los datos del proceso mediante una serie de tareas previas entre las que se encuentran:

- Conocer en forma detallada el uso, descripción y especificación del producto.
- Realizar entrevistas a las personas responsables del proceso y del producto.
- Se debe hacer observaciones de la operación.
- Realizar una descripción detallada del proceso.
- Conocer los procedimientos de saneamiento y mantenimiento que se llevan a cabo en la planta.

- Elaborar esquemas del proceso, incluyendo la interacción con los servicios industriales.
- Conocer en detalles los equipos implicados en el proceso, la distribución de las líneas de producción y el ambiente de proceso.

Además de las tareas previas generales existen las normas ISO 9001 para los Sistemas de Gestión de la Calidad.

#### 3.5.7.1.- Normas ISO 9001.2000.

Las Normas ISO 9001 del año 2000 especifican los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. Se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente mediante los pasos mostrados a continuación:

- Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización.
- Determinar la secuencia e interacción de los procesos.
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces.
- Asegurarse de la disponibilidad de los recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos.
- Realizar el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos.

#### 3.5.8.- Medidas preventivas para controlar los riesgos

Las medidas preventivas son las acciones y actividades que se requieren para eliminar los riesgos o peligros o reducir su presentación a unos niveles aceptables. Un

riesgo puede necesitar más de una medida preventiva, o también puede ocurrir que una medida preventiva controle eficazmente más de un riesgo.

En el supuesto que se detecte un riesgo en una fase en la que el control es necesario para mantener la inocuidad y no exista una medida preventiva que pueda adoptarse en esa fase o en cualquier otra, deberá modificarse el producto o el proceso de modo que se permita la introducción de la medida preventiva adecuada para la eliminación o reducción al mínimo del riesgo.

Existen una serie de normas y reglamentos utilizados por las empresas, encargados de mantener el área de trabajo bajo un ambiente más seguro, entre los que se encuentran:

- Normas de Higiene y Seguridad Industrial (HYSI)
- Ley Orgánica Para Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT)
- Normas COVENIN

#### 3.5.8.1.- Normas de Higiene y Seguridad Industrial (HYSI)

Según la American Industrial Hygienist Association (AIHA), son las normas que se encargan de la previsión, reconocimiento, evaluación y control mediante técnicas no médicas de aquellos factores ambientales o derivados del lugar de trabajo, los cuales pueden ocasionar enfermedades, ineficiencia, deterioro de la salud del trabajador y de los miembros de la comunidad, además de los diferentes métodos y técnicas preventivas NO MÉDICAS que ayudan a preservar la integridad del trabajador.<sup>(9)</sup>

#### 3.5.8.2.- Ley Orgánica Para Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT)

El objeto de esta ley es establecer las instituciones, normas y lineamientos de las políticas, y los órganos y entes que permitan garantizar a los trabajadores y trabajadoras, condiciones de seguridad, salud y

bienestar en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio pleno de sus facultades físicas y mentales, mediante la promoción del trabajo seguro y saludable, la prevención de los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales, la reparación integral del daño sufrido y la promoción e incentivo al desarrollo de programas para la recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social.<sup>(9)</sup>

### 3.5.8.3.- Normas COVENIN

La norma venezolana COVENIN es el resultado de un laborioso proceso, que incluye la consulta y estudio de las normas internacionales, regionales y extranjeras, de asociaciones o empresas relacionadas con la materia, así como de las investigaciones de empresas o laboratorios, para finalmente obtener un documento aprobado por consenso de los expertos y especialistas que han participado en el mismo.

Desde su aprobación por consenso, es una referencia aprobada por todos, que permite definir los niveles de calidad de los productos, facilitar el intercambio comercial de bienes y servicios, y resolver problemas técnicos y comerciales.

En términos generales, las Normas COVENIN son el resultado de un esfuerzo conjunto debidamente canalizado, que persigue como objetivos principales los siguientes:

- Ofrecer a la comunidad nacional la posibilidad de obtener el máximo rendimiento de los bienes o servicios que requiere, ya sea para su uso personal o para el bienestar colectivo.
- Asegurar la calidad del producto que se fabrica o de los servicios a prestar.
- Proporcionar beneficios tangibles a las empresas productoras.
- Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

### **3.6.- Estandarización de Variables**

La estandarización de variables no es más que el ajuste de los valores de las variables involucradas, a las condiciones óptimas para que un determinado proceso sea lo más eficiente posible.

Los pasos a seguir para la estandarización de las variables en un proceso se muestran a continuación:

- Realizar un seguimiento en un número determinado de ocasiones a las variables independientes involucradas en el proceso, registrando los valores en un formato diseñado para ello.
- Comparar los valores registrados con los estándares requeridos para el proceso.
- Si existen variables que no cumplen con el estándar, escoger los valores de su respectiva variable dependiente que cumplan con lo requerido y los correspondientes valores para la variable independiente.
- Para los valores escogidos de la variable independiente se procede a calcular el promedio y la media aritmética, obteniéndose de esta forma el valor estandarizado.

## ***4.- METODOLOGÍA***

En esta parte se mostrará la metodología utilizada para poder cumplir con los objetivos planteados a continuación.

a.- Realizar la revisión bibliográfica con el fin de familiarizarse con el proceso de ennoblecimiento textil, las condiciones para obtener la calidad en las toallas además de los procedimientos analíticos involucrados y los sistemas de control.

Para proceder a la revisión bibliográfica se realizaron las siguientes actividades:

- Búsqueda de información sobre el proceso en textos relacionados sobre el área textil en las bibliotecas.
- Investigación y extracción información relacionada sobre el blanqueo textil en Internet.
- Búsqueda de información en libros, manuales y trabajos que se encuentren en la empresa.

b.- Establecer las posibles causas que ocasionan los problemas de calidad en las toallas.

Con el fin de analizar las toallas se realizaron las siguientes actividades:

- Reconocer los implementos de laboratorio a utilizar, mediante visitas al laboratorio y entrevistas al jefe del área.
- Seguimiento a cada una de las referencias, registrando los valores de cada variable en el proceso.
- Caracterizaciones analíticas necesarias para cada una de las muestras tomadas a cada referencia de toallas.
- Comparación de los valores estándar con los obtenidos en el seguimiento y análisis de las toallas, mediante gráficos de tendencias.
- Concluir como afectan los valores obtenidos a la calidad de las toallas.



c.- Estandarizar los valores de las variables en el proceso, realizando un seguimiento a los mismos con los que se opera actualmente y compararlos con los teóricos que maneja la empresa.

Para el estudio de las variables en el proceso, se realizaron los siguientes pasos tanto en la lectura del equipo como la lectura manual:

- Documentación de los rangos de las diferentes variables utilizadas actualmente en el proceso.
- Medición para cada referencia de toallas, de las variables con los equipos manuales pertinentes en todo el proceso.
- Registro de los valores en un formato diseñado para ello.
- Comparación de los valores para las variables actuales con los registrados en las mediciones.

A continuación se describirán los pasos seguidos en la evaluación del tren de blanqueo para cumplir con los objetivos “a” y “b”:

- Se seleccionó la referencia a la cual se va hacer el seguimiento.
- Se tomó una muestra de la referencia para el momento de calcular el Pick-Up.
- Al comenzar el estudio, se tomó el tiempo de impregnación desde que la toalla escogida como muestra entró a la tina hasta su salida hacia el vaporizador “J”.
- Se registró la presión a la que esta trabajando el Foulard en la salida de la tina de impregnación.
- Se leyó la velocidad del Foulard de la tina a la salida en el indicador localizado en el tablero de control.
- Se midió la velocidad del Foulard de la tina a la salida con el tacómetro.
- Se leyó la velocidad del Foulard a la entrada del vaporizador localizada en el indicador del tablero de control.

- Se midió la velocidad del Foulard a la entrada del vaporizador con el tacómetro.
- Se retiró una muestra de la toalla escogida para el momento de calcular el Pick-Up.
- Se tomó el tiempo desde que la toalla escogida entró al vaporizador hasta el momento de su salida.
- Durante este tiempo se calculó el Pick-Up.
- Se leyó cada 15 minutos la temperatura del vaporizador y la temperatura a la salida del saturador hasta el momento en que salió la muestra.
- Se midió la velocidad del Foulard a la salida del vaporizador con el tacómetro.
- Se leyó la velocidad del Foulard a la salida del vaporizador en el indicador ubicado en el tablero de control.
- Al momento de salir la muestra del vaporizador se detuvo el cronómetro y se leyó el tiempo transcurrido.
- Se detuvo el proceso y se tomó una muestra para el Pick-Up además de baño de blanqueo de la toalla.
- Se continuó el proceso y se tomó el tiempo desde que la muestra entró hasta que salió de la primera lavadora, además de medir la velocidad de entrada con el tacómetro.
- Durante este tiempo se leyó la temperatura a la que se encontraba cada uno de los compartimientos de ambas lavadoras.
- Al salir la muestra de la primera lavadora, se tomó el tiempo desde que la muestra entró hasta que sale de la segunda lavadora.
- Al salir la muestra de la segunda lavadora, se tomó una muestra además de baño de lavado y se retiró la toalla para el estudio del grado de blanco y calidad en el teñido.

- En el laboratorio, se calculó el porcentaje de soda cáustica y la concentración de agua oxigenada antes y después del lavado con las muestras y baños tomados.
- Se midió el PH de la toalla

d.- Identificar las variables a controlar en las máquinas lavadoras y proponer un sistema de control adecuado.

Para definir las variables a controlar se efectuaron las siguientes actividades:

- Se determinaron las variables que más perturbaban esta parte del proceso mediante el seguimiento a varias muestras.
- Consulta a diferentes proveedores sobre la estrategia de control utilizada para este tipo de equipo.
- Se determinó mediante bibliografía la estrategia de control más óptima para este caso.

e.- Elaborar un manual de operaciones para cada uno de los equipos involucrados en el tren de blanqueo, además del inicio y parada del proceso.

Para la elaboración de los manuales de procedimiento se realizaron las siguientes actividades:

- Investigación del funcionamiento de cada uno de los equipos, a través de bibliografías y de toma de notas a partir del proceso.
- Entrevistas al personal de operación.
- Revisión de los procedimientos operacionales involucrados en cada etapa del proceso, además de los lineamientos para la elaboración de los manuales de procedimientos para el tren de blanqueo, a través de investigación bibliográfica y búsqueda en Internet.

f.- Elaborar un manual de higiene y seguridad industrial para cada uno de los puntos de trabajo involucrados en el proceso.

Para la elaboración de un manual de higiene y seguridad industrial, se realizaron las siguientes actividades:

- Entrevistas al jefe del departamento de Higiene y Seguridad Industrial sobre el formato utilizado por la empresa para un manual de este tipo.
- Investigación sobre leyes y normas relacionadas con la Higiene y Seguridad Industrial.
- Observación de la metodología del trabajo.
- Identificación de las áreas de trabajo que van a ser analizadas.
- Entrevista al personal de cada área de trabajo.

A continuación se presenta el contenido propuesto y el formato que conforman los manuales para el tren de blanqueo textil.

Contenido propuesto:

- Generalidades:  
En esta parte se define el alcance al cual se quiere llegar, además del contenido específico, la estructura de conformación y otros datos de importancia, necesarios para el mejor manejo del manual. Nos ayudará a conocer la conformación de una forma rápida y de darnos herramientas como por ejemplo definiciones básicas que nos facilitarán la comprensión de los temas manejados.
- Identificación de Equipos:  
Aquí se presentan los datos necesarios para cada uno de los equipos; identificación, descripción, imágenes, etc.  
Ayudará a la familiarización del “usuario del manual” con cada uno de los equipos que conforman al tren de blanqueo, sin la necesidad de estar en el área donde éste se encuentra, siendo esto de gran importancia a la hora de una mejor comprensión del proceso.

- Operaciones:

En esta sección se presentan los pasos específicos para cada uno de los procedimientos, como lo son: El inicio y culminación de las operaciones, supervisión e inspección, etc, por medio del cual ayudará a explicar cada procedimiento en forma clara, definir las responsabilidades y evitar el trabajo de duplicidad, además permitir un mejor entrenamiento al personal, debido a que no habrá variaciones entre un entrenador y otro.

- Higiene:

Para esta parte del manual, se exponen todas las condiciones de limpieza y mantenimiento de los equipos y área de trabajo, con el objeto de evitar el deterioro de ellos, además de tener un ambiente limpio y despejado para el mejor desenvolvimiento en el espacio de trabajo.

- Seguridad:

La utilidad de esta parte del manual radica en garantizar la seguridad de cada uno de los trabajadores que laboran en el tren de blanqueo.

Para esta sección se exponen las normas de seguridad, tanto generales como para cada área de trabajo apoyándose en las referencias normativas existentes.

- Proceso:

El objeto de esta sección es la descripción detallada de todo el proceso y del control de las variables más importantes, con el fin de lograr mantenerlas en los valores estandarizados, de esta manera el usuario del manual se identifica con cada una de las etapas del blanqueo textil, además de familiarizarse con los rangos de operación con los que comúnmente se manejan en cada etapa.

#### Formato Propuesto.

Para la realización del manual de procedimientos en el tren de blanqueo se diseñó un formato o encabezado, para cada una de las páginas el cual contendrá información concerniente a cada sección del manual, entre las que se encuentran:

- Logo y nombre de la empresa.

- Título o sección del manual.
- Número de veces en corrección.
- Dígitos alfanuméricos que identifica una determinada sección del manual.
- Numeración de cada una de las páginas de cada sección.

g.- Elaborar propuestas de optimización a la operación de los equipos que conforman al tren de blanqueo.

Se propusieron optimizaciones mediante los pasos mostrados a continuación:

- Comparación de los valores de las variables obtenidas por tablero y las medidas con los instrumentos pertinentes, a los equipos involucrados en el tren de blanqueo.
- Identificación de las causas, de no ser iguales ambas variables medidas (por tablero e instrumentos manuales).
- Se propusieron las mejoras pertinentes.

## **5.- ANTECEDENTES**

En esta sección se presentan los trabajos previos encontrados en la empresa concerniente al área textil en estudio, los cuales se muestran a continuación.

- **Niño Oscar (2002): Evaluación del Proceso de Teñido Textil.** Estudió y documentó los aspectos físicos que debería de tener la materia prima en la industria textil, describiendo además cada etapa por la cual pasa la fibra, desde el hilado hasta el teñido. Concluyó que la fibra mejor trabajada es la natural por sus propiedades hidrofílicas, además de gran afinidad a los colorantes, también el proceso de teñido mas conveniente es de la forma continua debido a la rapidez con que la fibra reposa en el vaporizador, aumentando la producción y por último, el teñido para cualquier tipo de toalla debe hacerse primero en el laboratorio para obtener el color deseado, ya que de no ser así se perdería tanto colorante como fibra.
- **Mijares Grisel (2003): Manual de Operaciones para la Planta de Acabado.** Realizó un manual operativo y descriptivo de la planta de acabado, donde se documentó todo lo relacionado con el proceso de blanqueo y de teñido de la fibra de algodón, además de las normas de seguridad y recomendaciones.
- **Arellano Jormar (2004):Control de las Variables en la Planta de Acabado.** Estableció un control de calidad en la planta de acabado mediante el seguimiento de los tiempos de permanencia de las toallas en el vaporizador, contenido de agua oxigenada, determinación de la dureza total, acidez y alcalinidad de la fibra y densidades. Encontró que el ácido acético en la fórmula de blanqueo regulaba el PH a su valor óptimo, además, el detergente Tricar P no alteraba la estabilidad del agua oxigenada. Por otra parte, la

mayoría de las sustancias que conforman a la fórmula de blanqueo poseen una densidad cercana a la del agua.

- **Charlton Simón (2005): Efectos de los Secuestrantes en el Proceso Textil.** Determinó los peligros de la dureza en el blanqueo y teñido, además del uso de secuestrantes específicos que cumplan el objetivo. Pudo concluir que hay que considerar los metales que puedan causar daños, además de los parámetros del proceso tales como el pH, temperatura y agentes oxidantes, además hay que seleccionar el producto que sea efectivo con los metales problemáticos, también el escoger el producto que pueda funcionar bajo las condiciones del proceso, y por último el emplear el producto que posea las características deseadas como la eficiencia sobre un amplio rango de metales, el trabajar a un elevado pH y el ser estable a la temperatura y a los peróxidos.



## **6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de aplicar la metodología descrita, la cual permitió cumplir con los objetivos propuestos en este Trabajo Especial de Grado.

### **6.1.- Establecimiento de las posibles causas que ocasionan los problemas de calidad en las toallas.**

Seguidamente se presenta, un análisis del comportamiento de las principales variables que acompañan al proceso, para cada una de las referencias, las cuales fueron medidas desde el mes de julio hasta el mes de diciembre del 2005.

Siendo el blanqueo una de las etapas principales en la industria textil, es de vital importancia realizar un estudio a su comportamiento, relacionando las referencias procesadas con cada una de las variables involucradas, a fin de establecer su correlación con el proceso y por ende con los problemas de calidad en las toallas.

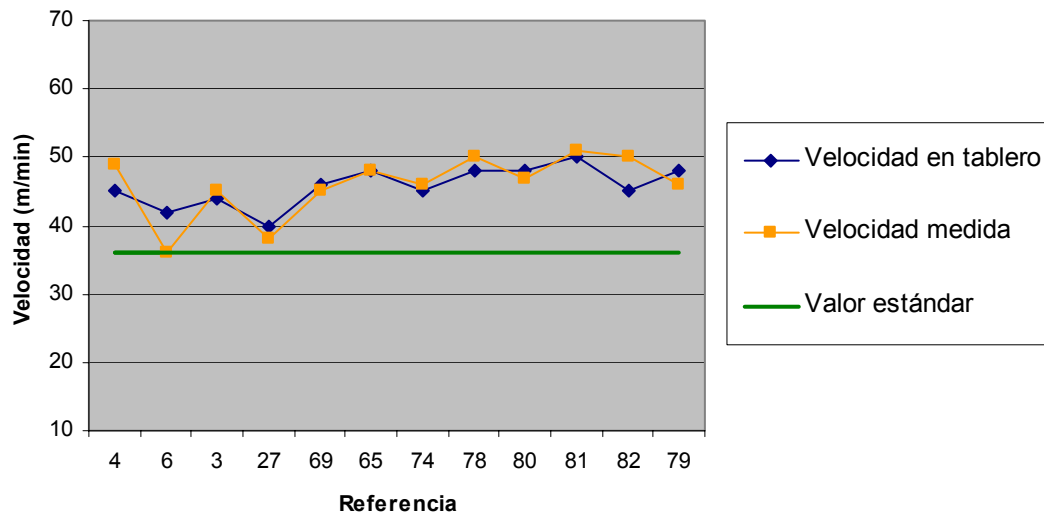
El estudio del comportamiento del proceso de blanqueo fue realizado tomando los datos de las variables en cada uno de los equipos principales, el cual se mostrará a continuación:

#### **6.1.1.- Tina de impregnación**

Una de las variables más importantes durante la absorción de fórmula en las toallas es la velocidad, debido a que de ella dependerá la estadía de la fibra el tiempo suficiente en el equipo para la obtención de las condiciones óptimas.

En el gráfico 1 se presenta el comportamiento de las velocidades en la tina de impregnación para cada una de las referencias, en el cual se muestra tanto la velocidad registrada por el indicador en el tablero de control como la tomada por un tacómetro manual, además del valor estándar en el que debería encontrarse la variable.

Gráfico 1. Velocidad en tina vs referencia

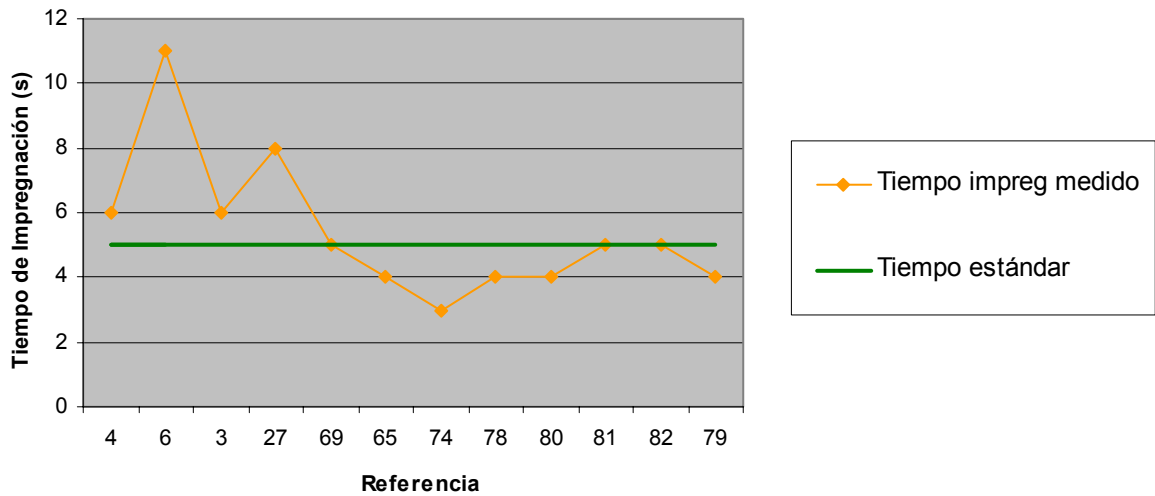


Se puede observar que el comportamiento de la velocidad registrada por el indicador en el tablero, aunque no es exactamente el mismo, sigue la tendencia de la medida manual, sirviendo esto como criterio para establecer que el instrumento en el tablero que mide la velocidad en la tina está operando bajo un rango aceptable.

El gráfico 1 muestra además que esta tendencia no cumple con el valor teórico establecido de 36 m/min. Esto se debe a que el Foulard a la salida, esté trabajando con fallas en el motor por falta de mantenimiento o simplemente por el tiempo que este lleva en operación, lo cual trae como consecuencia las caídas constantes de potencia y por ende las variaciones de velocidad en la tina entre 40 y 50 m/min aproximadamente.

Otro factor importante el cual depende de la velocidad, es el tiempo de impregnación, apreciándose su comportamiento en el gráfico 2.

Gráfico 2. Tiempo de impreg vs Referencia



Como es sabido, la velocidad es directamente proporcional al tiempo, es decir si la velocidad aumenta el tiempo tendría que disminuir, y aunque esto se cumple en las 6 primeras referencias, no sigue el mismo comportamiento en las 6 últimas.

Además se puede observar que la tendencia del tiempo aunque no se mantiene en el valor estándar de 5 segundos, mantiene un rango aceptable de  $\pm 1$  segundo, siendo la causa principal la diferencia de peso para cada una de las referencias.

Para las referencias que obtuvieron los tiempos de 8 y 11 segundos, como se observa en los picos resultantes del gráfico 2, presentaron este comportamiento debido los motores que controlan los Foulard de entrada y salida en el equipo, los cuales necesitan mantenimiento debido al tiempo que estos se encuentra en funcionamiento, ya que los aumentos de su potencia pueden ser observadas en instantes de tiempo.

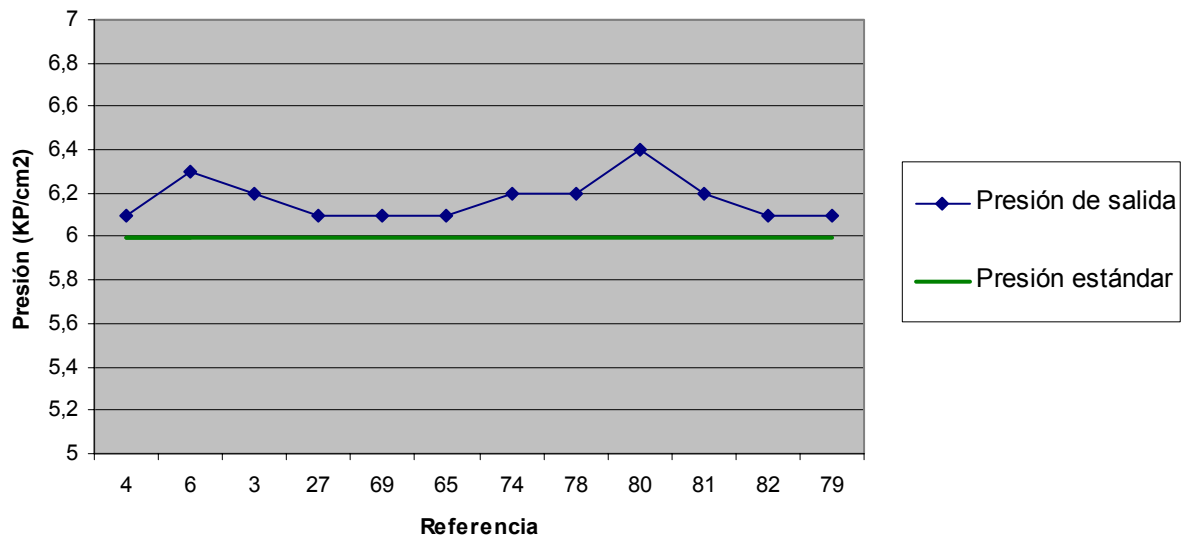
Otra de las variables afectadas por la velocidad es la altura de toallas en la torre de acumulado, ya que al variar, la cantidad de toallas en la torre no se mantendrá constante y puede ocurrir que en muchas ocasiones al no tener el suficiente peso, las

toallas tenderán a flotar por la fórmula, variando el tiempo necesario de impregnación.

Existen otras variables no menos importantes en la tina de impregnación, como lo son el pick-up el cual depende de la presión en el Foulard de salida.

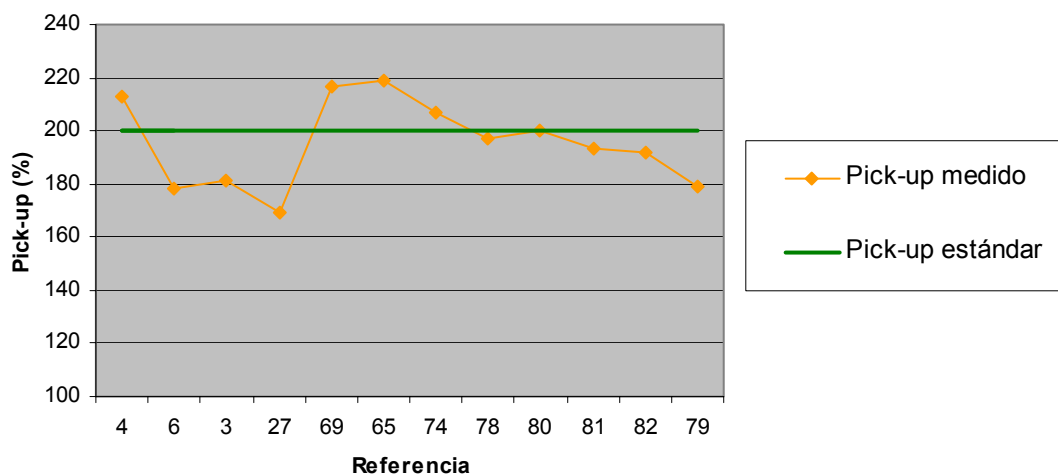
En el gráfico 3 se puede observar la tendencia de la presión para cada referencia, la cual varía poco con respecto a la teórica.

**Gráfico 3. Presión de salida en Tina vs Referencia**



Como la presión del Foulard es manejada por la inyección de aire controlado, se puede decir que las variaciones son mínimas (entre 6,1 y 6,2 KP/cm<sup>2</sup>), pero se puede observar en el gráfico un pico a 6,3 KP/cm<sup>2</sup> y otro a 6,4 KP/cm<sup>2</sup>, siendo la causa principal los aumentos de presión en la línea que se presentan debido al cierre de varias tomas al mismo tiempo en diferentes áreas de la planta, pero en líneas generales la presión se mantiene en un rango óptimo, el cual a su vez mantiene en valores aceptables al pick-up.

Gráfico 4. Arrastre en Tina vs Referencia



En el gráfico 4 se puede observar que el valor del pick-up o arrastre de fórmula se mantiene entre 180 y 220%, no encontrándose en el valor estándar de 200% producto del tipo de referencia para cada toalla, a la calidad del algodón utilizado y las pequeñas variaciones encontradas en la presión del Foulard.

Debido a que para cada referencia existe un grosor y tamaño de toalla, las más grandes y con mayor cantidad de algodón absorberán mayor cantidad de fórmula que las de referencia más delgadas y pequeñas.

Por otro lado, el tipo de algodón procesado durante mucho tiempo fue el egipcio, debido a que este poseía la fibra mucho más larga y con pocas impurezas, en especial iones metálicos. Luego en los últimos años, se empezó a utilizar una mezcla entre algodón paraguayo y nacional los cuales contenían mucho más impurezas y la fibra era mucho más corta que la egipcia, lo cual trajo como consecuencia una disminución en la absorción de la fórmula por parte de la toalla, llevando el pick-up por debajo de 200% a la mayoría de las referencias.

Cabe destacar además que la presión del Foulard a la salida de la tina es la encargada de deshidratar la toalla del exceso de fórmula para luego continuar su recorrido hacia el vaporizador, pero si la presión en los rodillos no fuera la suficiente

continuaría el proceso con un exceso de fórmula y por consiguiente aumentaría el porcentaje del pick-up al ser medido, siendo esta otra de las causas.

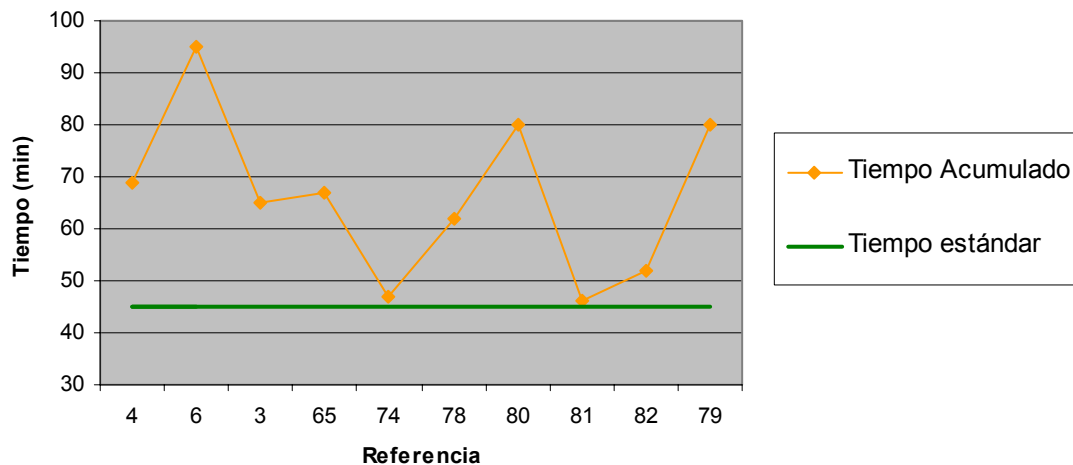
### 6.1.2.- Vaporizador en "J".

El vaporizador o caja "J" es uno de los equipos más importantes en el proceso de blanqueo textil, ya que en él se llevan a cabo las reacciones químicas necesarias a condiciones especiales con el fin de retirar las impurezas y engomado contenidos en la fibra y proporcionar el blanqueo al tejido, para luego ser llevadas al área de lavado.

Una de las condiciones o variables que se quiere controlar es el tiempo de residencia de las toallas dentro del vaporizador, ya que de ello dependerá el tiempo necesario para que las reacciones químicas actúen sobre estas y así poder obtener las condiciones óptimas, además de la facilidad con la que se extraerán las impurezas al ser lavadas.

En el gráfico 5 se muestra la tendencia del tiempo de acumulado para cada una de las referencias..

Gráfico 5. Tiempo de acumulado en "J" vs Referencia



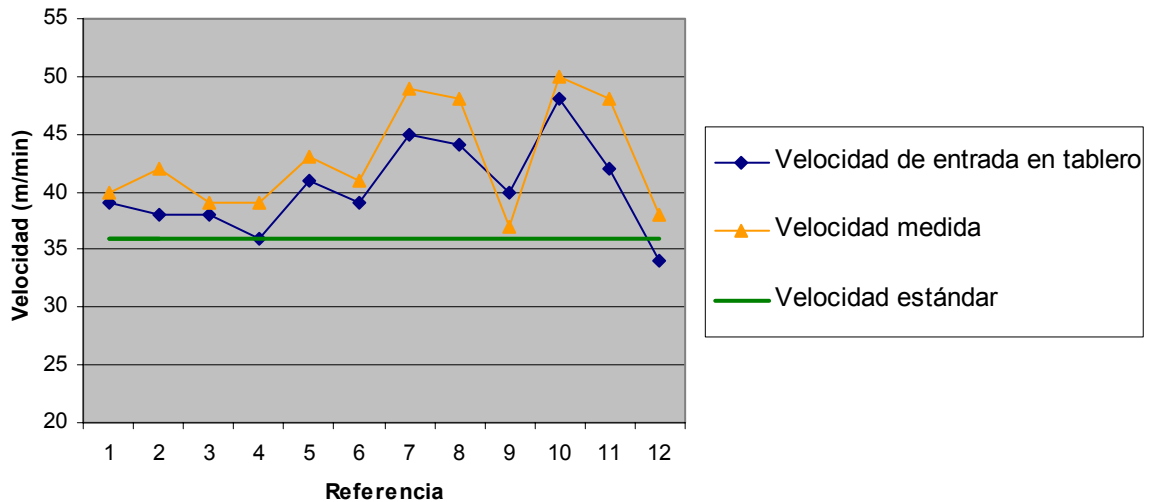
Se puede observar una variación considerable con respecto al valor estándar de 45 minutos. Tales medidas varían considerablemente entre una referencia y otra, es decir, cada referencia permanece dentro del acumulador de toallas en tiempos entre 45 y 80 minutos, siendo en algunos casos excesiva la exposición de la fibra a las condiciones a la cual opera el vaporizador.

Este comportamiento tiene tal tendencia, debido a la variación de la velocidad de entrada con respecto a la de salida de las toallas del vaporizador, lo cual trae como consecuencia que las toallas permanezcan mayor tiempo en el vaporizador cuando la velocidad de entrada es mayor que la de salida o repose un tiempo menor al disponible cuando la velocidad de salida es mayor a la de la entrada.

Si el tiempo es muy corto las reacciones que se llevan a cabo no podrán retirar el máximo de impurezas tanto naturales como químicas de la fibra, ni proporcionaran el blanqueo necesario, ya que para la reacción con el agua oxigenada se necesita un tiempo óptimo para que el oxígeno liberado pueda atacar al grupo cromóforo e impurezas naturales para poder ser oxidados. De igual forma para la reacción de saponificación con soda cáustica donde se necesita retirar la grasa que se encuentra en las toallas. Por otro lado, el agua caliente no penetrara, la cantidad necesaria en la membrana del almidón para poder retirarlo. Si el tiempo es excesivo, se sometería la fibra a altas temperaturas, degradándola lo cual trae como consecuencia daños a las toallas y por consiguiente cambios en las características del producto.

Otro análisis de vital importancia son para las velocidades en el vaporizador, donde se presenta en el gráfico 6 la tendencia de la velocidad de entrada de las toallas en el equipo, tanto la registrada por los indicadores en el tablero de control como las medidas manualmente en el tacómetro, además del valor estándar al cual debería estar la velocidad.

Gráfico 6. Velocidad de entrada en "J" vs Referencia



Al analizar el gráfico se puede detallar que existen tendencias similares para ambas mediciones, lo que permite afirmar que el indicador del tablero está funcionando a niveles aceptables si se compara con la tendencia manual. Por otra parte, la variación es considerable respecto al valor estándar de 36 m/min al cual debería encontrarse esta variable.

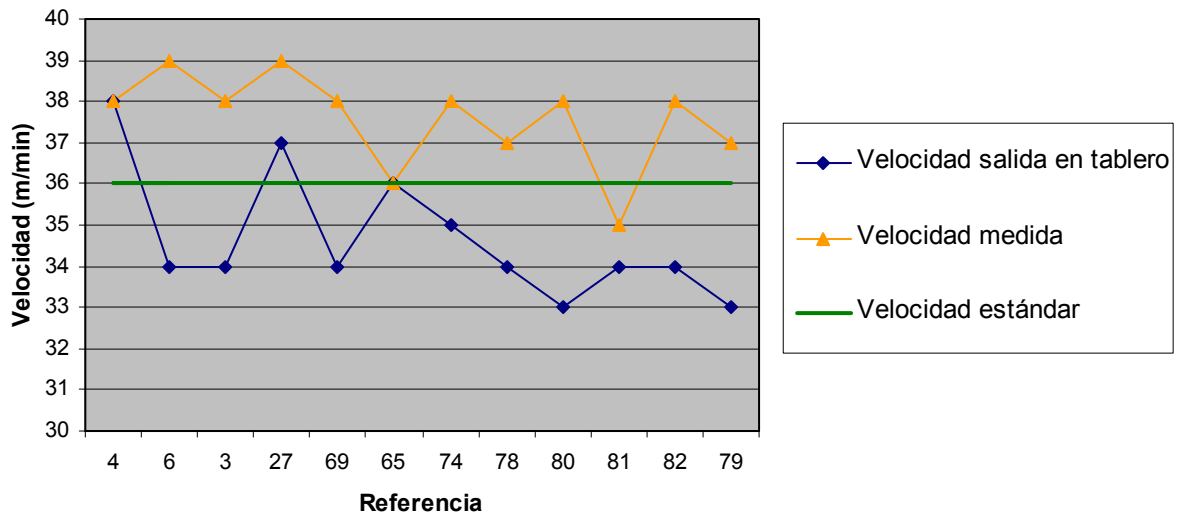
La causa por la cual el valor de la velocidad no se mantiene en el valor estandarizado se debe, a que el motor que imprime el movimiento a la entrada del vaporizador es un equipo desgastado y no mantiene constante la potencia, además debido a las múltiples reparaciones a las que se ha sometido pudo haber variado las condiciones originales, trayendo como consecuencia un aumento en la velocidad pero sin ser ésta constante.

Para la velocidad de salida de las toallas en el vaporizador, se puede inferir del gráfico 7 que las tendencias registradas del indicador en el tablero y la manual no se mantienen en el valor estandarizado debido a las mismas causas que preceden a la velocidad de entrada, es decir problemas en el motor que controla a la velocidad de salida en el vaporizador, además al analizar ambas tendencias se observan que son



muy diferentes, esto es debido a que el indicador en el tablero de control se encuentra dañado, realizando lecturas que no corresponden con la realidad.

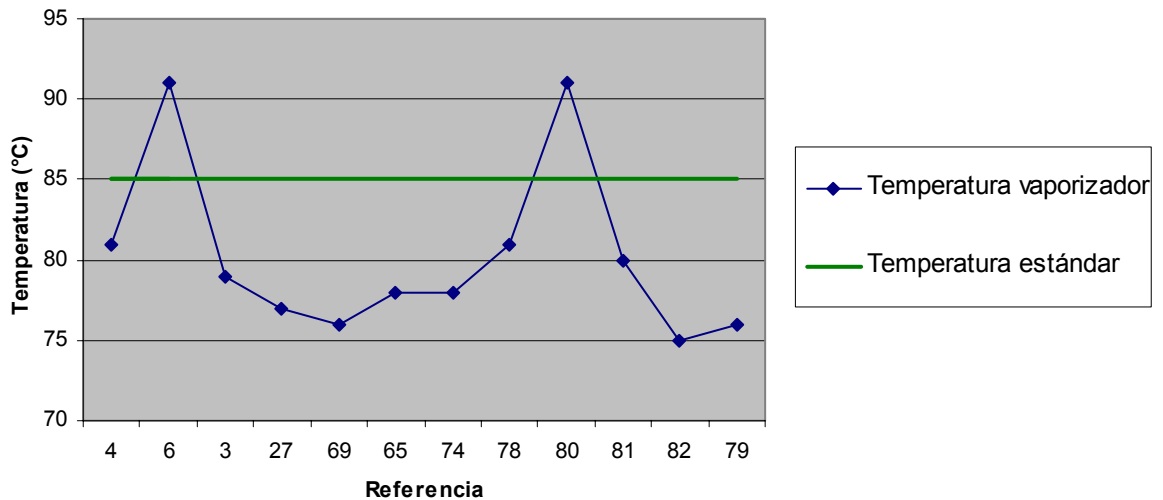
Gráfico 7. Velocidad de salida en "J" vs Referencia



Para el equipo de vaporizado, no solo las velocidades de entrada y salida además del acumulado de las toallas influyen en las condiciones de la fibra, también es necesario estudiar el comportamiento de la temperatura, ya que ella permite a las reacciones, tanto de saponificación de las grasas con soda cáustica como la reacción para producir oxígeno a través del agua oxigenada con el fin de blanquear y oxidar impurezas, además de la interacción entre el agua caliente y la membrana del almidón, se lleven a cabo a la velocidad óptima para el proceso.

En el gráfico 8 se muestra la tendencia de la temperatura dentro del vaporizador, en donde se observa que aunque existen variaciones, esta se mantiene en un rango aceptable para el valor estándar, el cual se encuentra entre 75 y 85 °C.

Gráfico 8. Temperatura en "J" vs Referencia

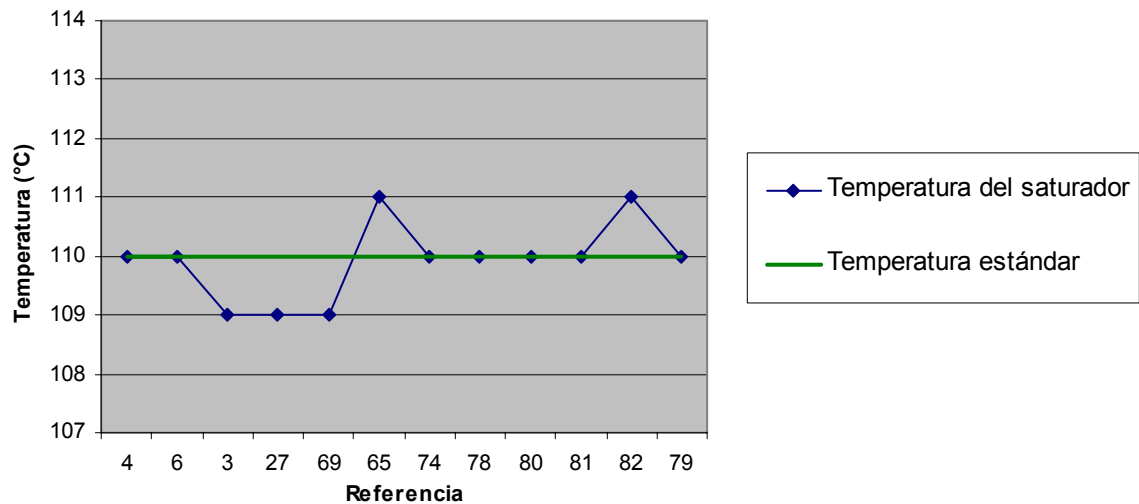


Estas variaciones están relacionadas directamente con las múltiples fisuras en el equipo, lo que permite grandes escapes de vapor y por consiguiente disminuciones constantes de la temperatura interna en el vaporizador. También se puede observar en la tendencia, dos valores por encima de 90 °C producto de una cantidad excesiva de toallas en el vaporizador, lo que acarrea en un aumento de presión y por consiguiente aumento de la temperatura por encima de lo permitido.

Otra de las causas, son los posibles cambios de temperatura en el saturador debido a que éste proporciona el vapor saturado al vaporizador.

La tendencia del comportamiento de esta temperatura se observa en el gráfico 9, donde se puede observar que aunque existen variaciones de un grado centígrado por arriba o por debajo, cumple con los parámetros requeridos por el proceso, es decir se encuentra en un rango aceptable para el valor estándar de 110 °C.

Gráfico 9. Temperatura del Sat vs Referencia



Estas pequeñas variaciones (109 °C y 111°C) son atribuidas a los cambios de temperatura ocurridos en el vapor sobrecalentado que alimenta al saturador. Las causas de estos cambios de temperatura son debido a las caídas y aumentos de presión en la línea de vapor producto del cierre o la abertura de las válvulas en varios puntos de manera simultánea, otra de las causas es atribuida al mal régimen de purga en la caldera, lo que ocasiona la acumulación de sólidos (barro) en ella y por esto retarda la evaporación del agua, disminuyendo la temperatura del vapor sobrecalentado.

#### 6.1.3.- Máquinas Lavadoras.

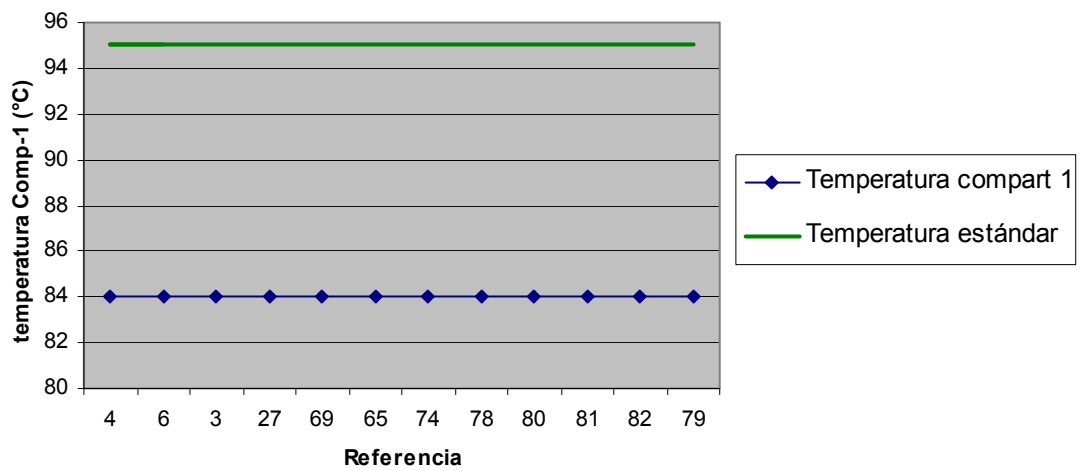
En el proceso de blanqueo textil el lavado es la última etapa, y es aquí donde se obtendrán las características finales requeridas para la toalla.

Una de las variables más importantes es a la temperatura, ya que tendrá la función de ayudar a retirar las impurezas que se encuentran en la fibra mientras ésta pasa por cada uno de los compartimientos de las dos lavadoras que se encuentran en el proceso.

Al medir la temperatura en la primera lavadora para el primer compartimiento se obtuvo la tendencia de esta variable.

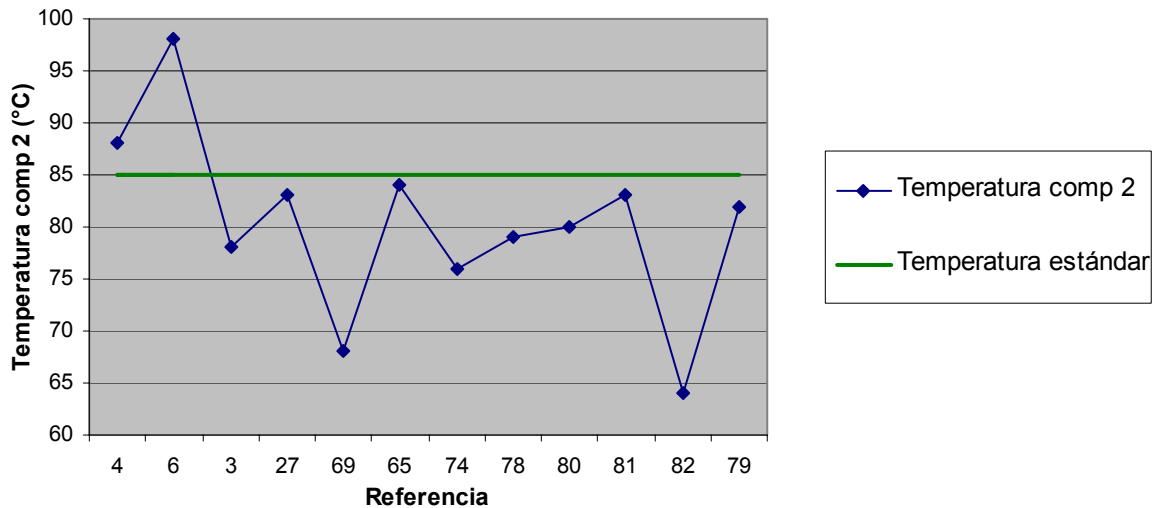
En el gráfico 10 se puede detallar como el valor de temperatura para cada referencia se mantiene constante. Por otro lado, esta tendencia se encuentra por debajo del valor estandarizado (95°C), lo que supone que se deba a un cambio anterior de temperatura para este compartimiento el cual no fue registrado en los estándares del proceso.

Gráfico 10. Temp comp 1 vs referencia



Al realizar las mediciones para el segundo compartimiento se pudo observar que existen diversas variaciones que hacen que se aleje del valor estandarizado de 85 °C, como se muestra en el gráfico 11.

Gráfico 11. Temp comp 2 vs referencia



Esto se debe a las múltiples fisuras que se encuentran en este compartimiento, lo cual hace que no se mantenga una temperatura constante durante el proceso.

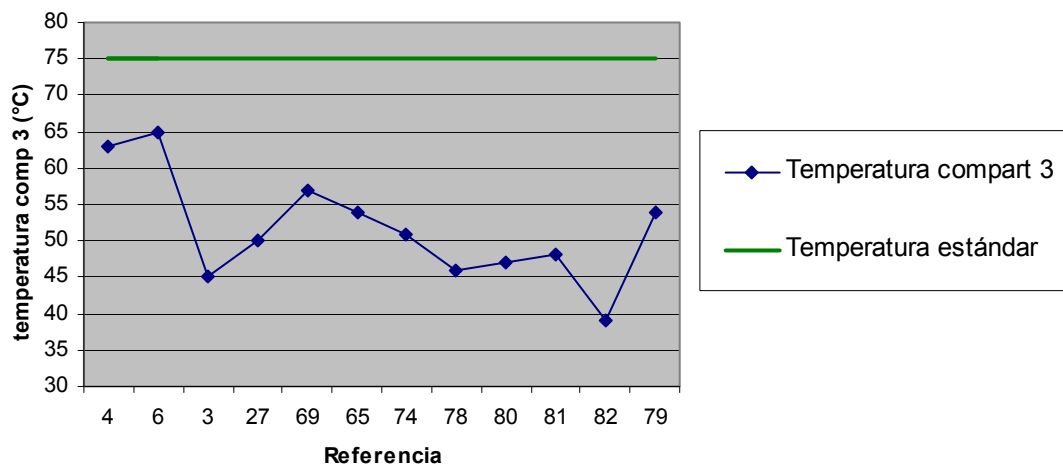
Al estar en funcionamiento las lavadoras, las fisuras encontradas en el equipo dejan escapar ciertas cantidades de agua caliente, además de enfriar en pequeñas proporciones el compartimiento debido a la gran diferencia entre la temperatura ambiente y la existente dentro de éste, lo que trae como consecuencia variaciones constantes durante el proceso.

Se puede observar en la tendencia dos referencias por encima del valor estándar de 85°C siendo la causa el aumento del flujo de vapor por parte del operador, debido a las disminuciones de temperatura, el cual no vuelve a ser regulado, presentándose en un tiempo determinado un aumento de temperatura superior a lo requerido. Por otra parte, se observan dos referencias por debajo de los 70°C, debido a que al ir disminuyendo la temperatura del compartimiento por las fisuras existentes, no se realiza el correspondiente control manual del flujo de vapor para mantener a esta variable dentro del valor establecido.

Al realizar las mediciones al primer compartimiento de la segunda lavadora se puede ver como la tendencia no cumple con lo esperado.

En el gráfico 12 se observa como no se mantiene un valor constante, debido al mismo caso planteado para el segundo compartimiento de la primera lavadora, pero en un estado mucho más crítico, y aunque se intente controlar la temperatura con la entrada del flujo de vapor los daños en el compartimiento ejercen un mayor impacto sobre ella .

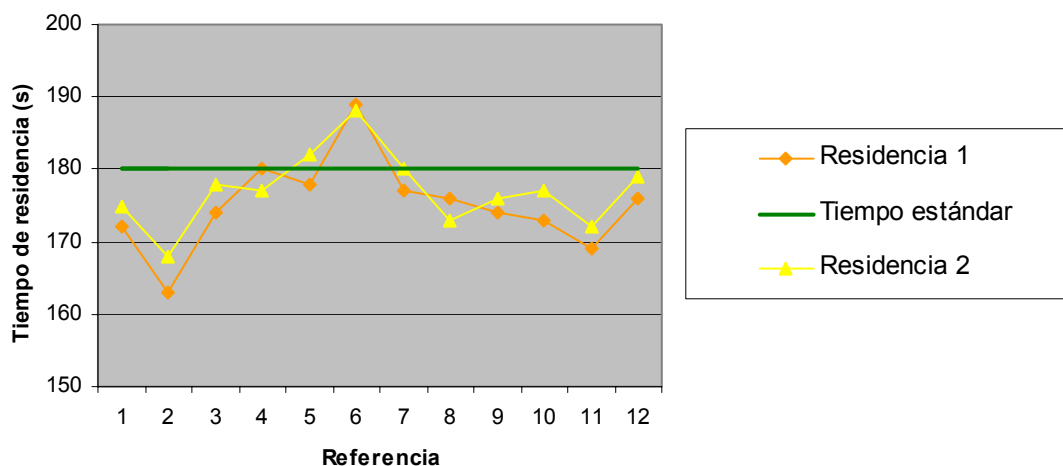
Gráfico 12. Temperatura comp 3 vs referencia



Además de la temperatura que deben tener los compartimientos para estar a óptimas condiciones en el lavado de las toallas, también es necesario considerar al tiempo de residencia como otra de las variables a ser estudiada.

Al tomar el tiempo en que la toalla entra en la primera y segunda lavadora hasta su salida para cada referencia, se obtuvo una tendencia para cada una, la cual se muestra en el gráfico 13.

Gráfico 13. Tiempo de residencia vs referencia



En este gráfico se observa como existe una notable variación en el tiempo de permanencia de la toalla en las lavadoras 1 y 2, además de no encontrarse en el valor estándar necesario para el proceso el cual es de 3 minutos.

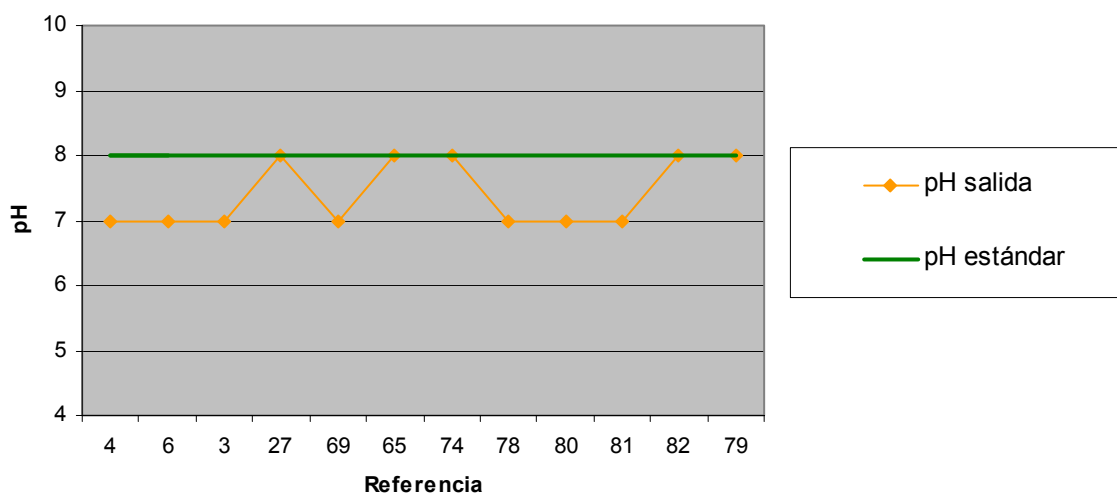
Este fenómeno se debe al largo tiempo de vida que tienen los motores y a las constantes reparaciones a la que ha sido sometido, es decir que como se observa en la tendencia, hubo variaciones en la potencia del motor y por ende variaciones en la velocidad de las toallas en las lavadoras. El pico que se observa para ambas tendencias de aproximadamente 190 segundos se debe a otro factor importante que son las fallas en el Foulard a la salida de las lavadoras, el cual debido a la variación de la velocidad por falta de mantenimiento en su motor, las toallas permanecen mayor tiempo en el lavado.

Por otro lado, las condiciones a la que se encuentran las lavadoras no son las mismas que al momento de su instalación, y por ello la tendencia difiere para la mayoría de las referencias del valor estándar inicial.

Otra de las variables importantes, es el pH que poseen las toallas al momento de salir del lavado debido a que sirve como referencia para la obtención de las características necesarias de las toallas en el proceso de teñido.

Al realizar las mediciones en el laboratorio para cada referencia, después del proceso de lavado se pudo determinar como se muestra en el gráfico 14, que aunque la tendencia no se encuentre en el valor estándar de 8, la variación es muy poca, es decir, el valor del pH en la tendencia se encuentra entre 7 y 8, siendo un rango aceptable para obtener las características requeridas en las toallas.

Gráfico 14. pH de salida en Lav 2 vs referencia



Estas pequeñas variaciones pueden ser a causa del rastro de fórmula que queda en las toallas después de ser lavadas.

Para poder conocer la cantidad de rastro de fórmula blanqueadora que queda impregnada en la fibra, se procedió a medir el porcentaje de NaOH y la concentración de  $H_2O_2$  para cada referencia antes de entrar a las lavadoras y después de salir de ellas para poder realizar las comparaciones antes y después del lavado.

Como se muestra en los gráficos 15 y 16 para el porcentaje de NaOH y la concentración de  $H_2O_2$  a la entrada de las lavadoras, existen variaciones que no permiten cumplir con el valor estándar. Este comportamiento puede ser consecuencia de las constantes variaciones a la que se encuentra el vaporizador, lo que ocasiona



que no reaccione totalmente el NaOH y el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> quedando un excedente de ellos a la entrada de las lavadoras, pero si bien es cierto no son grandes cantidades de NaOH y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> si se toma en cuenta que aún no han pasado por el proceso de lavado.

Gráfico 15. %NaOH en salida de "J" vs Referencia

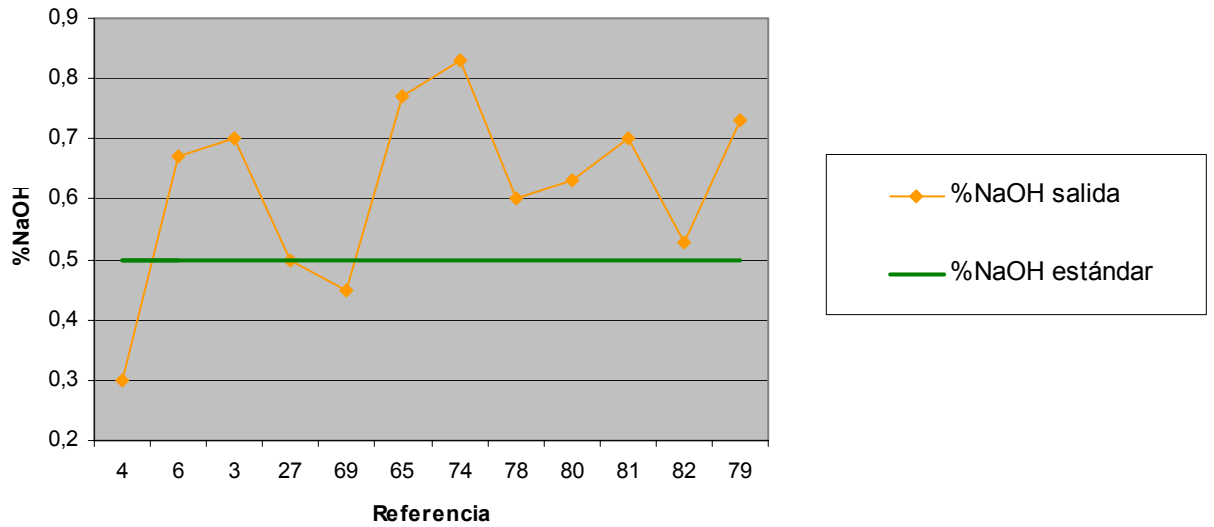
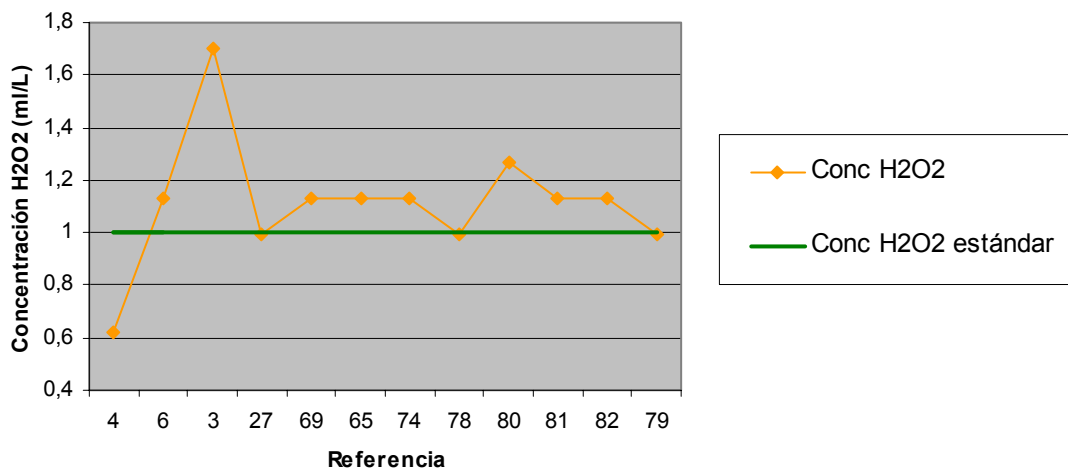


Gráfico 16. Conc H2O2 en salida de "J" vs referencia



Al observar las tendencias de las mediciones para el porcentaje de NaOH y la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a la salida del proceso de lavado en los gráficos 17 y 18, se puede verificar que existen variación para los valores de NaOH medidos que se encuentran por encima del valor estándar de 0,04%, esto afecta la calidad de las toallas ya que repercute directamente tanto en la absorción requerida como en la fijación del colorante, siendo la causa de estas variaciones los continuos cambios de temperatura en los compartimientos de las lavadoras y en el vaporizador.

Gráfico 17. %NaOH salida vs referencia

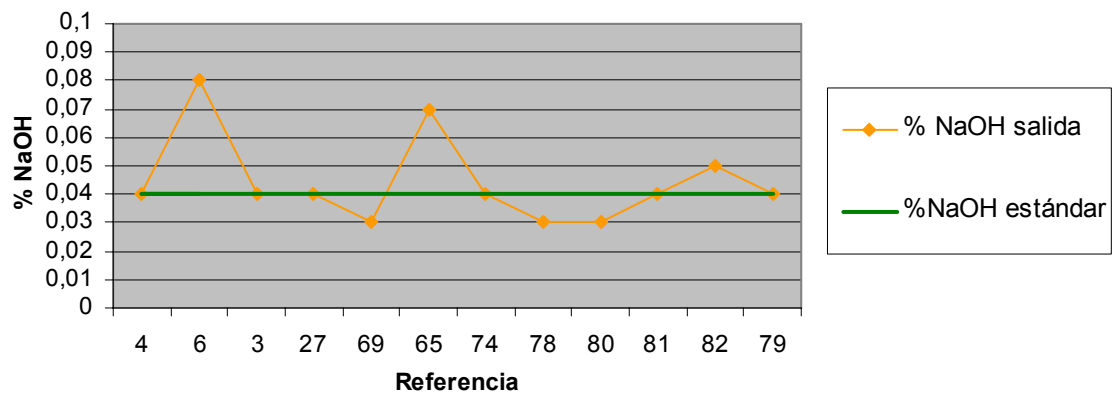
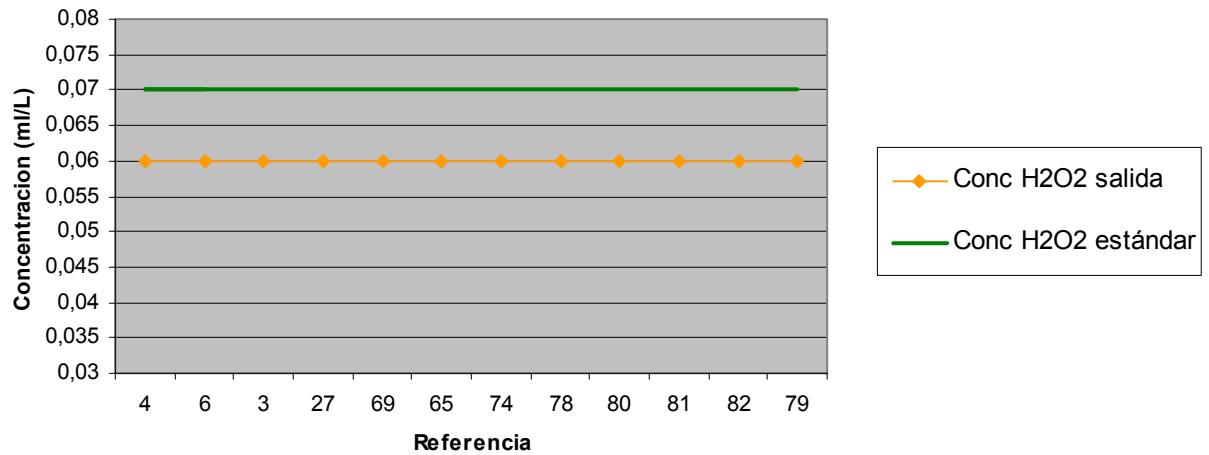


Gráfico 18. Concentrac H2O2 en salida Lav 2 vs referencia



Para la medición de las concentraciones de  $H_2O_2$  se puede observar que se mantiene en un valor constante de 0,06 ml/L para cada referencia y por debajo del valor estándar de 0,07 ml/L, es decir una cantidad despreciable que no afecta las condiciones futuras en las toallas y el cual se debe a que el proceso de lavado esta retirando efectivamente el  $H_2O_2$  aunque éste presente problemas de temperatura en sus compartimientos.

## **6.2.- Estandarización de las variables en el Proceso de Blanqueo Textil.**

Para la estandarización de las variables más relevantes en el proceso de blanqueo textil fue necesario reconocer cuales eran las variables dependientes e independientes, con el objeto de corregir los valores independientes de forma tal que éstos sean ajustados al valor en el cual las variables dependientes se encuentren a las condiciones requeridas.

La adaptación o estandarización se realizó seleccionando aquellos valores de las variables dependientes que cumplieron con los rangos establecidos y luego se verificaron los valores para los cuales se encontraban las variables independientes a esas condiciones, registrándolos para después ser promediados aritméticamente utilizando la Media Aritmética y encontrar así el valor requerido al cual debería encontrarse dicha variable.

La forma en que se mostrarán los resultados será para cada uno de los equipos con sus respectivas variables involucradas, los cuales se presentan a continuación.

### **6.2.1.- Tina de Impregnación.**

En este equipo se procedió a identificar las variables dependientes e independientes, como se observa en la tabla 2.

**Tabla 2. Variables en la Tina de Impregnación**

<b>Variables Independientes</b>
Velocidad a la salida
Presión a la salida
<b>Variable Dependiente</b>
Tiempo de impregnación
Pick-up

Debido a que el tiempo de impregnación depende de la velocidad por medio de la cual pasa la toalla por la fórmula, y el Pick-up depende de la presión a la que el Foulard deshidrata el tejido, se tomaron aquellos valores en cada referencia para los cuales el tiempo de impregnación y el Pick-up cumplían con lo esperado, además de los valores independientes de presión y velocidad correspondiente, como se puede observar en la tabla 3. Donde el tiempo estándar es de 4-5 s y el Pick-up estándar es de 190-210 %.

**Tabla 3. Valores para las variables en La Tina de Impregnación**

Variable Independiente	Variable Dependiente
Velocidad de salida (m/min)	Tiempo de Impregnación (s)
46	5
48	4
48	4
48	4
50	5
45	5
48	4
Presión de salida (KP/cm <sup>2</sup> )	Pick-up
6,2	207
6,2	197
6,4	200
6,2	193
6,1	192

Luego se procedió a promediar los valores de las variables independientes mediante la Media Aritmética y la Desviación Estándar, resultando de ello los valores a los cuales deberían encontrarse las variables, como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4. Variables estandarizadas en la Tina de Impregnación**

Velocidad de salida (m/min)	48±2
Presión de salida (KP/cm <sup>2</sup> )	6,2±0,1

Para los valores de velocidad y la Presión a la salida en la Tina de Impregnación, se puede observar que éstos, después de la estandarización cambiaron de 36 m/min a 48±2 m/min para la Velocidad y de 6 a 6,2±0,1 para la Presión, siendo estos valores en el cual las variables dependientes como el Tiempo de Impregnación y el Pick – up cumplen con los valores establecidos por la empresa.

Este cambio ayudará a que el proceso de impregnación para las toallas sea más eficiente, debido a que el equipo operará con valores que se ajustan a la realidad y como opera actualmente, el cual es controlado por valores teóricos que desmejoran el proceso con el tiempo, si no se actualizan los rangos de las variables involucradas.

#### 6.2.2.- Vaporizador o Caja “J”.

Para el Vaporizador o Caja “J” se procedió a reconocer las variables independientes y dependientes como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5. Variables en el Vaporizador**

Variables Independientes	Variable Dependiente
Velocidad de entrada	Tiempo de acumulado
Velocidad de salida	Temperatura del Vaporizador
Temperatura del Saturador	

Al observar que el tiempo de acumulado en el vaporizador depende de la velocidad de entrada y salida, además la temperatura en el vaporizador depende de la temperatura del saturador y que las concentraciones de NaOH y de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a la salida

depende tanto de las velocidades como de la temperatura en el saturador, se procedió a tomar los valores dependientes (como se realizó para la Tina de Impregnación) que cumplieron el rango requerido y los respectivos valores de las variables independientes, como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6. Valores para las variables en el Vaporizador**

Variable Independiente	Variable Dependiente
Velocidad de entrada (m/min)	Tiempo de acumulado (s)
38	65
45	47
44	62
48	46
42	52
Temperatura del Saturador (°C)	Temperatura del Vaporizador (°C)
110	81
109	79
109	77
109	76
111	78
110	78
110	81
110	80
111	75
110	76

Donde el tiempo de acumulado estándar es de 45 a 1h:05 min y la temperatura estándar en el vaporizador es de 75-85 °C.

A continuación se procedió a promediar los valores de las variables independientes, como se realizó para la Tina de Impregnación.

Cabe destacar que debido a que la velocidad de entrada y salida tienen que ser iguales solo se promedió la velocidad de entrada y el valor final se tomó como valor estándar también para la velocidad de salida en el vaporizador.

En la tabla 7 se observan las variables independientes estandarizadas.

**Tabla 7. Variables estandarizadas en el Vaporizador**

Velocidad de entrada (m/min)	43±3
Velocidad de salida (m/min)	43±3
Temperatura del Saturador (°C)	110±1

Al estandarizar las variables independientes en el Vaporizador se pudo observar que la velocidad de entrada y salida varió de 36 m/min a 43±3 m/min, mientras que la temperatura en el Saturador se mantuvo prácticamente igual en 110±1, debido a que con estas condiciones las variables dependientes cumplen con los valores estandarizados por la empresa.

Mediante estos cambios de valores, el proceso de vaporizado para las toallas será mucho más eficiente debido a que se obtendrá un acumulado óptimo, además de una temperatura adecuada ya que la velocidad será la ideal en conjunto con el valor de la temperatura del Saturador con que se opera actualmente.



6.2.3.- Lavadoras.

Para las variables involucradas en los equipos de las máquinas lavadoras se procedió a diferenciar las variables independientes de las dependientes, como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8. Variables en las Máquinas Lavadoras**

Variables Independientes	Variables Dependientes
Velocidad de entrada	Tiempo de residencia (Lavadora 1)
Temperatura (compartimiento 1)	Tiempo de residencia (Lavadora 2)
Temperatura (compartimiento 2)	Concentración de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> a la salida
Temperatura (Compartimiento 3)	%NaOH a la salida
-----	pH a la salida

Debido a que el tiempo de residencia tanto en la lavadora 1 como en la 2 dependen de la velocidad de entrada, pero es la misma para la velocidad de salida del vaporizador, se tomaron los valores en este caso para los tiempos de residencia que cumplieran con las velocidades estándar, luego se tomaron los valores de las demás variables independientes que cumplieran con los valores dependientes estandarizados, como se puede observar en la tabla 9.

Tabla 9. Valores para las variables en las Máquinas Lavadoras

Variables Independientes		Variables Dependientes
Temperatura (Comp 2)	Temperatura (Comp 3)	%NaOH a la salida
88	63	0,04
78	45	0,04
83	50	0,04
76	51	0,04
80	47	0,04
83	48	0,04
Velocidad entrada a la Lavadora (m/min)		Tiempo de residencia (min)
41		178
45		177
44		176
40		174
42		169

Donde el valor estándar del porcentaje de NaOH es 0.04% y el valor estándar de la velocidad de entrada a la lavadora es de 40 – 46 m/min.

Tanto el porcentaje de NaOH, la concentración de  $H_2O_2$  y el pH a la salida de las lavadoras, dependen de las temperaturas en los compartimientos, pero debido a que los valores tanto en la concentración de  $H_2O_2$  y el pH son constantes y están en el rango establecido se escogen los valores del porcentaje de NaOH debido a que son mas desiguales y de ellos se tomarán solo aquellos que cumplan con el valor estándar, además de los valores correspondientes a las variables independientes, para luego promediarlos por los procedimientos antes descritos para la tina y el vaporizador,

obteniendo el valor estandarizado de las temperaturas en los compartimientos 2 y 3, ya que el compartimiento 1 cumple con el valor esperado.

Por otro lado, debido a que el tiempo de residencia en la lavadora 1 tiene que ser igual al tiempo de residencia en la lavadora 2, solo se toman los valores de una de ellas.

En la tabla 10 se observan los valores estandarizados para las variables involucradas en el proceso de lavado textil.

**Tabla 10. Variables estandarizadas en las Máquinas Lavadoras**

Temperatura - compartimiento 1 (°C)	84±1
Temperatura – compartimiento 2 (°C)	81±4
Temperatura – compartimiento 3 (°C)	51±6
Tiempo de residencia – lavadora 1 (s)	175±3
Tiempo de residencia – lavadora 2 (s)	175±3

Para las variables independientes estandarizadas en la Máquina Lavadora se puede observar como se ajustaron las variables a valores exactos como por ejemplo los compartimientos 1,2 y 3 de las Lavadoras, donde antes estaban a 95, 85 y 75°C , para ser llevados a 84±1, 81±4 y 51±6, siendo éstos los indicados para que tanto el pH, la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y el porcentaje de NaOH cumplan con los valores establecidos por la empresa.

Otra variable importante fue el tiempo de residencia que aunque es una variable dependiente, se pudo estandarizar mediante la velocidad la cual es una variable independiente que ya había sido estandarizada y debido a ello este nuevo

valor de  $175 \pm 3$  segundos servirá como indicador para saber si la velocidad permanece igual tanto en la entrada como en la salida de las lavadoras.

En las tablas 11,12 y 13, se pueden observar las variables con los nuevos valores estandarizados para cada uno de los equipos que operan en el proceso de Blanqueo Textil en la empresa Telares de Palo Grande.

**Tabla 11. Estándares para la Tina de Impregnación**

<i>Indicador de velocidad (m / min.)</i>	<i>Impregnación (seg.)</i>	<i>Presión del Foulard (KP/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Pick-Up (%)</i>
48±2	4 - 5	6,2±0,1	190 - 210

**Tabla 12. Estándares para el Vaporizador tipo “J”**

<i>Tiempo de Acumulado (h)</i>	<i>Altura de toallas en el vaporizador</i>	<i>Velocidad de entrada Indicador (m/min.)</i>	<i>Velocidad de salida indicador (m/min.)</i>	<i>Temperatura salida del saturador (°C)</i>	<i>Temperatura del vaporizador (°C)</i>	<i>% NaOH</i>	<i>Conc H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ml/l)</i>
45' - 1h 5'	2da ventana	43±3	43±3	110±1	75 - 85	0.5	1

**Tabla 13. Estándares para las Máquinas Lavadoras**

<i>Entrada</i>	<i>Lavadora 1</i>			<i>Lavadora 2</i>			<i>Salida</i>		
<i>Velocidad de entrada (m/min.)</i>	<i>Comp.1 (°C)</i>	<i>Comp.2 (°C)</i>	<i>Tiempo de residencia (min.)</i>	<i>Comp. 1 (°C)</i>	<i>Comp. 2 (°C)</i>	<i>Tiempo de residencia (min.)</i>	<i>% NaOH</i>	<i>Conc H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ml/l)</i>	<i>PH</i>
40 - 46	84±1	81±4	2' 55''±3''	51±6	x	2' 55''±3''	≤0.04	≤0,07	7-8

Estos valores serán la estandarización que utilizará la empresa a partir de este momento al ser controladas las variables del proceso tanto por los operadores como por los supervisores de planta

En el anexo 9.1 se presentan los Cálculos Tipo utilizados para la estandarización de las variables en el proceso de Blanqueo Textil.

### **6.3.- Identificación de las variables a controlar en las Máquinas Lavadoras y proposición de un Sistema de Control adecuado.**

Para proponer los sistemas de control automático adecuados a los equipos de lavado textil es necesario identificar las variables más importantes y que pueden desviarse del valor requerido a causa de las perturbaciones.

En la mayoría de las máquinas Lavadoras textiles existen dos variables de suma importancia para la buena operación de lavado, entre las cuales tenemos:

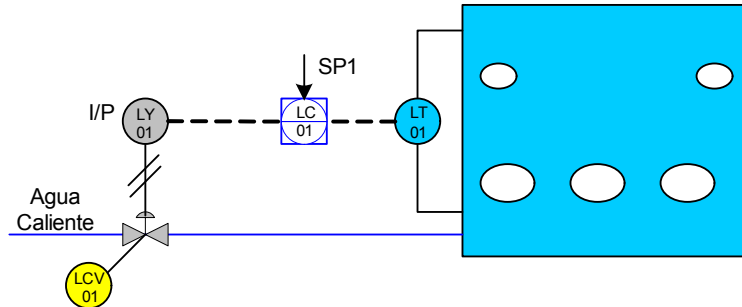
- El nivel de agua.
- La temperatura en cada compartimiento.

Una de las variables que se necesita controlar para mantener la seguridad en los equipos es el nivel de agua en los compartimientos, debido a que muchas veces se exceden los límites permitidos por causa de que restos de fibra obstruyen la salida del drenaje, también se puede dar el caso de un aumento o disminución del flujo de agua caliente que va hacia el equipo, etc.

Se propone entonces para este caso el control Feedback con un controlador de tipo Proporcional, debido a que la desviación de esta variable del valor requerido no daña la materia prima, ni pone en peligro la vida del operador, es decir no es necesario un control tan riguroso, además:

- La acción correctiva ocurre tan pronto como la variable controlada se desvía de su punto de ajuste.
- Requiere un conocimiento mínimo del proceso de lavado textil.
- Aunque no se toma acción correctiva hasta que ocurre la desviación en la variable controlada, ni provee control predictivo para compensar por los efectos de perturbación, es un buen sistema ya que el error de arrastre no afecta al proceso de lavado.

En la figura 19 se observa el diagrama ISA del sistema de control propuesto para el nivel de agua en los compartimientos.



**Figura 19. Control Proporcional para las Máquinas Lavadoras**

En el sistema de propuesto, el nivel de cada compartimiento o variable controlada se mide con un sensor y transmisor (LT-01) que genera una señal proporcional a la emitida por el sistema de nivel; la señal del transmisor o medición se envía al controlador (LC-01), donde se compara contra el set-point, entonces la función del controlador es generar una señal de salida, con base en el error o diferencia entre la medición y el punto de control. La señal de salida del controlador se conecta entonces al actuador de la válvula de control del flujo de agua mediante un transductor de corriente a presión (I/P), esto se debe a que el transmisor y el controlador generan señales de corriente eléctrica, pero el actuador de la válvula se debe operar mediante presión de aire. La función del actuador es situar la válvula en proporción con la señal de salida del controlador.

Otra de las variables a la cual se necesita un control más riguroso es a la temperatura en cada compartimiento, para lo cual se propone una estrategia de Control en Cascada debido a que constantes cambios de temperatura puede dañar la materia prima y poner en riesgo tanto al personal como a los equipos, además:

- Puede medir y controlar en el mismo sistema a la temperatura del compartimiento y a la temperatura de agua caliente que entra al equipo.

- La señal de salida del controlador principal sirve como set point al controlador secundario, registrando de forma continua a más de una variable.
- Disminuye la inversión en instrumentación debido a que se instalará un solo sistema de control para dos variables y no uno para cada variable.

En la figura 20 se muestra el sistema de Control en Cascada, donde se pueden observar las variables controladas y manipuladas además de las fallas de las válvulas y la acción de cada controlador.

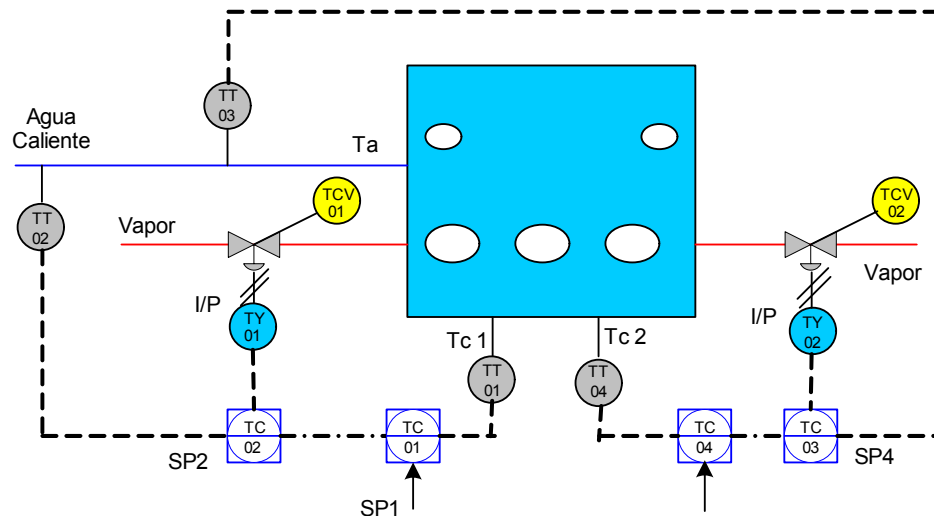


Figura 20. Control en Cascada para las Máquinas Lavadoras.

Para el proceso de lavado textil, el objetivo es retirar los restos de engomado, impurezas de la fibra y fórmula de blanqueo de las toallas. La etapa del lavado consiste en utilizar agua desde 85 °C para retirar los agentes extraños a la fibra más fácilmente, separándolos al pasar por cada uno de los compartimientos, hasta llegar al último compartimiento donde se utilizará agua a temperatura ambiente para poder enfriarla y retirarla del proceso.

Si la temperatura en los compartimientos es muy alta, provocará la ruptura de la membrana del almidón, haciendo imposible retirar los restos del engomado que se

encuentra en la fibra, y si la temperatura es muy baja, el tiempo estándar utilizado en el proceso para el lavado sería muy poco debido a la lentitud con que se separarían los globos de almidón y excedentes de las toallas. Además existen perturbación que pueden afectar las condiciones del agua caliente que alimenta las máquinas lavadoras.

Cualquier cambio en la temperatura del agua caliente que es suministrada a los equipos de lavado, afectará a la temperatura requerida en los compartimientos después de un tiempo considerable, lo cual resultará en un circuito ineficiente y en general lento.

Utilizando un Control en Cascada, con  $T_a$  como variable secundaria, se pueden reconocer las perturbaciones y ser controlada antes de que estas afecten a la variable primaria  $T_c$ .

Si en el equipo se introduce alguna perturbación como el cambio en la temperatura del agua caliente,  $T_a$  se desviará del set-point y los controladores TC-02 y TC-03 iniciarán una acción correctiva antes de que cambien  $T_{c1}$  y  $T_{c2}$ . Lo que se hace es dividir el atraso total del sistema en dos, para compensar la perturbación antes de que se afecte a la variable controlada principal.

Si por el contrario, se detecta directamente un cambio de temperatura en uno de los compartimientos, la variable controlada ( $T_{c1}$  o  $T_{c2}$ ) se desviará del punto de control produciendo que el controlador principal (TC-01 ó TC-02) inicie una acción correctiva. Esta señal servirá de set point al controlador secundario el cual será el encargado de mandar la señal de ajuste al elemento final de control.

Con los sistemas de Control Automático propuestos para las variables: nivel de agua y temperatura en cada compartimiento, el proceso de lavado resulta más eficiente debido a que disminuyen los errores al tratar de ser controladas las variables manualmente, además de mantener a las mismas en el punto de control requerido.



#### **6.4.- Elaboración de un Manual de Operaciones para el proceso de Blanqueo Textil.**

El Manual de Operaciones para el Proceso de Blanqueo Textil está conformado principalmente por la identificación de equipos, donde se describe al detalle a cada uno de ellos además de proporcionar su forma física para familiarizar al usuario con el mismo y la forma de operar el proceso. Otra área del manual la conforman las Operaciones, para el cual se muestran los pasos en que se tiene que proceder al inicio y culminación de operaciones, la forma de supervisar e inspeccionar cada área y la forma de preparación de cada una de las fórmulas de blanqueo textil. Por último, se tiene la sección del Proceso, donde explica de forma general como funciona el área de blanqueo desde que entran las toallas crudas hasta su salida ya blanqueadas.

El enfoque utilizado para lograr este objetivo esta basado en las normas ISO 9001 del año 2000, con el propósito de mejorar la eficiencia del proceso, además se diseñó un encabezado y una estructura que permite al usuario familiarizarse de una forma rápida con el contenido del presente manual de operaciones.

La información utilizada se presentará a continuación.

##### **6.4.1.- Normas ISO 9001: 2000**

La sección utilizada de esta norma fue el “**Sistema de Gestión de la Calidad**” la cual proporcionó todas las pautas necesarias para obtener los procedimientos en un proceso industrial.

##### **6.4.2.- Estructura utilizada en el Manual de Operaciones para el Proceso de Blanqueo Textil.**

El Manual de Operaciones para el Proceso de Blanqueo Textil está estructurado por los siguientes aspectos:

6.4.2.1.- Objeto:

Define el propósito que se pretende conseguir con la aplicación de una norma o procedimiento.

6.4.2.2.- Alcance:

Descripción de los límites en los cuales el documento tendrá aplicación dentro de una determinada área funcional, equipo, seguridad, manejo y calibración.

6.4.2.3.- Responsable:

La persona(s) encargada de hacer cumplir la normativa(s) implementada en el documento.

6.4.2.4.- Referencias Normativas:

La bibliografía, especificaciones técnicas, folletos, etc. utilizado para la elaboración de documentos.

6.4.2.5.- Identificación del Equipo:

Se identifica al equipo por:

- Nombre del Equipo.
- Marca del Equipo.
- Función del Equipo.
- Ubicación del Equipo.
- Capacidad del Equipo.

6.4.2.6.- Descripción del Equipo:

Es nombrar los componentes, accesorios más importantes, etc.

6.4.2.7.- Definiciones:

Conceptos de interés relacionados con el procedimiento.

6.4.2.8.- Procedimiento:

Se describen las instrucciones de calibración, manejo, mantenimiento o seguridad.

6.4.2.8.1.- Normas que debe cumplir el operario referente a la seguridad, manejo o mantenimiento del equipo:

Se describen las precauciones para evitar cualquier accidente en el manejo y uso del equipo. Son reglas que requieren ser cumplidas por el operario.

6.4.2.8.2.- Instrucción para el manejo del equipo:

Se detallan las actividades y/u operaciones que permiten conocer el manejo cuidadoso y la calibración idónea para obtener los resultados deseados.

6.4.2.8.3.- Sistema de codificación:

Atendiendo a la codificación de las normas mediante códigos compuestos por grupos de dígitos; a continuación se esquematiza la combinación utilizada (códigos) e el presente manual:

La estructura para el sistema de codificación es el siguiente:

6.4.2.8.3.1.- **Para normas y procedimientos:** se dispone de un código alfanumérico conformado de la siguiente manera:

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
X	XXX	XXX

**a:** Este primer dígito consta de un carácter alfabético cuyo rango corresponde al tipo de documento.

**A:** Generalidades.

**I:** Identificación.

**O:** Operaciones.

**H:** Higiene.

**S:** Seguridad.

**P:** Proceso.

**X:** Anexos.

**b:** Este elemento consta de tres caracteres alfabéticos y corresponde al área, departamento o sección donde está ubicado el documento

Ejemplo:

**MTB** = Manual Tren de Blanqueo.

**c:** Este elemento es de tipo numérico y representa un consecutivo de la identificación según el punto “**b**” y su rango va desde 001 hasta 999.

Ejemplo:

**AMTB-001**

Donde:

**A:** Generalidades.

**MTB:** Manual Tren de Blanqueo.

**001:** Primer procedimiento Tren de Blanqueo.

6.4.2.8.3.2.- **Manuales:** El código correspondiente a la edición de los manuales de normas contienen tres (3) elementos, los dos (2) primeros caracteres alfabéticos están relacionados con los manuales del sistema de calidad de la C. A Telares de Palo Grande, seguido de dos caracteres numéricos que indican el año de vigencia de dicha edición y finalmente dos (2) dígitos para identificar el usuario del mismo.

**d e f**  
XXX XX XX

El elemento “**d**” está relacionado con los manuales del sistema de la calidad, de acuerdo a:

**MTB** = Manual Tren de Blanqueo

El segundo elemento “**e**” va seguido de “**d**” mediante dos puntos (:) e indica el año de vigencia del manual con los últimos dos dígitos de este.

El tercer elemento “**f**” va separado de “**e**” mediante dos puntos (:) e indica la copia del usuario correspondiente, el cual se identifica en la “Lista de Distribución del Manual”.

De acuerdo a lo siguiente:

00 (Original) = Departamento emisor (Planta de Acabado).

01 (Copia) = Presidencia.

02 (Copia) = Gerencia de Producción.

03 (Copia) = Otra áreas o departamentos.

Ejemplo:

MTB: 2005: 01

**d e f**

Donde:

**MTB** = Manual Tren de Blanqueo.

**2005** = Año de vigencia.

**01** = Copia Presidencia.

6.4.2.9.- Anexo:

Es la ilustración en forma representativa de las figuras del equipo, piezas, partes, componentes, accesorios, etc. Además de datos concerniente a la información manejada.

6.4.3.- Encabezado utilizado en el Manual de Operaciones para el Proceso de Blanqueo Textil.

Para el presente Manual de Operaciones en el Proceso de Blanqueo Textil se diseñó un encabezado con el objetivo de facilitar al usuario el manejo del instructivo, el cual se muestra en la figura 21.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	1	TITULO	REVISIÓN:	3
		2	CODIGO:	4
			PAG: DE:	5

**Figura 21. Encabezado del Manual de Operaciones.**

Donde:

- 1.- Logo y nombre de la empresa.
- 2.- Título o sección del Manual.
- 3.- Número de veces en corrección.
- 4.- Dígitos alfanuméricos que identifica una determinada sección del manual.
- 5.- Numeración de cada una de las páginas de cada sección.

El Manual de Operaciones, se presenta con el formato general con que han sido realizados la mayoría de los manuales en la empresa.

En el anexo 9.2 se muestra parte del Manual de Operaciones, donde se incluyen las Generalidades del manual y los procedimientos tanto para la Batea de Acumulado como para la Tina de Impregnación.

### **6.5.- Elaboración de un Manual de Higiene y Seguridad Industrial para cada uno de los puntos de trabajo involucrados en el proceso.**

El presente Manual de Higiene y Seguridad contiene todo lo referente a la parte de Higiene Industrial, donde se detalla paso a paso la forma en que se debe realizar el mantenimiento a cada uno de los equipos y áreas del proceso de blanqueo textil. Otra parte, esta referida a la Seguridad Industrial donde se especifican todas las normas que se deben cumplir para minimizar tanto las fallas en el proceso como accidentes laborales, además se describen los implementos de seguridad que debe usar el trabajador en cada área de trabajo.

El diseño del presente manual se realizó con el fin de, proporcionar al trabajador una herramienta que ayude a identificar las posibles causas de las fallas más comunes además de los riesgos existentes al momento de estar en el área de trabajo.

Para la realización de este manual fue necesario utilizar varias leyes y reglamentos, además de una estructura y un encabezado, los cuales se presentan a continuación:

6.5.1.- Leyes y Reglamentos utilizados en el Manual de Higiene y Seguridad para el Proceso de blanqueo Textil.

6.5.1.1.- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT):

Para la realización del presente Manual de Higiene y seguridad se utilizaron los artículos de la LOPCYMAT presentados a continuación:

- Artículo 19°: **Obligaciones de los Empleadores.**
- Artículo 20° : **Obligaciones de los Trabajadores**

6.5.1.2.- Reglamento de las condiciones de Higiene y Seguridad Industrial (HYSI)

Para el desarrollo del Manual de Higiene y Seguridad se utilizó las normas y reglamentos generales relacionados con **“los deberes y derechos de los patronos y trabajadores”**

6.5.1.3.- Normas COVENIN

En la tabla 14 se presentan las normas COVENIN utilizadas para el Manual de Higiene y Seguridad Industrial en el Proceso de Blanqueo Textil.

**Tabla 14. Normas COVENIN**

N°	CODIGO	TÍTULO	ÁREA DE APLICACIÓN
1	2266-85	Guía general para la inspección de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo.	Condiciones de Higiene y Seguridad en el trabajo
2	2165-84	Guantes de goma natural y materiales sintéticos para uso industrial.	Materiales de uso industrial
3	2266-85	Guía general para la inspección de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo.	Inspección de las condiciones
4	2237-89	Ropa, equipo y dispositivos de protección personal. Selección de acuerdo al riesgo ocupacional.	Protección Personal
5	2260 - 85	Guía para la elaboración del Programa de Higiene y Seguridad Industrial. (Provisional)	Programa HYSI

6.5.2.- Estructura utilizada en el Manual de Higiene y Seguridad para el Proceso de Blanqueo Textil.

La estructura utilizada para el Manual de Higiene y Seguridad fue la misma que se aplicó al Manual de Operaciones.



**Nota:** Ver punto 5.4.2: “Estructura utilizada en el Manual de Operaciones para el Proceso de Blanqueo Textil”

6.5.3.- Encabezado utilizado en el Manual de Higiene y Seguridad para el Proceso de Blanqueo Textil.

El encabezado utilizado para el Manual de Higiene y seguridad es el mismo que se aplicó al Manual de Operaciones.

**Nota:** Ver punto 5.4.3: “Encabezado utilizado en el Manual de Higiene y Seguridad para el Proceso de Blanqueo Textil”

El Manual de Higiene y Seguridad Industrial se presenta con el formato general con que han sido realizados la mayoría de los manuales en la empresa.

En el anexo 9.3 se muestra parte del Manual de Higiene y Seguridad Industrial, donde se podrá observar la sección de Seguridad Industrial en detalles.

## **6.6.- Elaboración de propuestas de optimización al Tren de Blanqueo Textil.**

Para cada uno de los equipos que conforman al tren de blanqueo textil se presentan una serie de propuestas que contribuirán a mejorar el proceso y por consiguiente la calidad de las toallas, las cuales se presentan a continuación.

### 6.6.1.- Tina de Impregnación:

- Realizar un mantenimiento semanal al motor que controla el Foulard a la salida o en su defecto, reemplazarlo por un motor nuevo debido a los cambios de velocidad detectados en el equipo.
- Realizar un mantenimiento al manómetro que mide la presión a la salida de la tina, debido a la cantidad de fluido que se encuentra atrapado en el.

### 6.6.2.- Evaporador tipo “J”:

- Hacer cambios de las piezas que conforman el cabezal del vaporizador, debido a que en varias ocasiones quedan las toallas atrapadas por existir fallas.
- Realizar mantenimiento semanal al motor que controla el Foulard a la salida o en su defecto, reemplazarlo por uno nuevo debido a la variación de velocidad detectada en el equipo.
- Reparar las fisuras que se encuentran en la estructura del vaporizador debido a los cambios de temperatura que se producen en su interior o en su defecto, reemplazar el vaporizador completamente.
- Realizar mantenimiento semanal del Foulard a la salida del vaporizador, debido a que en varias ocasiones quedan atrapadas las toallas o en su defecto reemplazar por nuevas piezas.
- Reemplazar los tacómetros que se encuentran en el tablero de control, debido a las condiciones de daño en que se encuentran.

- Reparar las partes oxidadas del saturador, ya que se pueden ocasionar fisuras en el equipo.
- Reemplazar el medidor de nivel del saturador, para poder tener una mejor visión del nivel de agua.

#### 6.6.3.- Máquinas Lavadoras.

- Realizar mantenimiento mensual a los motores de las máquinas lavadoras.
- Reparar las múltiples fisuras que presentan las lavadoras, debido a las variaciones de temperatura que están presentes.
- Realizar mantenimiento mensual a los Foulard de salida en las máquinas lavadoras.
- Reemplazar el medidor de caudal, ya que el que se encuentra actualmente está dañado.
- Realizar mantenimiento mensual o en su defecto, reemplazar las válvulas que controlan el paso de vapor a los equipos.
- En la medida de lo posible, reemplazar las máquinas lavadoras por equipos modernos debido a las condiciones a las que se encuentran.

## **7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1.- Conclusiones.**

A continuación se presentan las conclusiones a las que se llegó luego de la realización del presente Trabajo Especial de Grado, siguiendo el orden de los resultados obtenidos.

- Para la Tina de Impregnación, las variaciones de velocidad en el Foulard de salida se deben a fallas en el motor.
- Los cambios en el tiempo de impregnación, son causados a una cantidad insuficiente de toallas en la torre de acumulado.
- Las pequeñas variaciones de presión en el Foulard a la salida de la Tina de Impregnación, son ocasionadas por las caídas de presión en la línea de aire controlado.
- El valor del Pick-up, no se mantiene en el estándar debido al tipo de algodón utilizado.
- Las variaciones en el tiempo de acumulado ocurridas en el Vaporizador, son causadas por la diferencia entre la velocidad de entrada y salida en el equipo.
- La diferencia entre la velocidad de entrada y salida en el Vaporizador, se debe a que los motores que generan el movimiento en ambos casos presentan fallas.
- Los cambios de temperatura en el Vaporizador, son ocasionados por las múltiples fisuras encontradas en el equipo.
- Las pequeñas variaciones de temperatura en el Saturador, son ocasionadas por las caídas de presión en la línea del vapor sobrecalentado o al mal régimen de purga en la caldera.

- La temperatura para los compartimientos de las Máquinas Lavadoras se alejan del valor estándar, debido a las fisuras encontradas en los equipos.
- El tiempo de permanencia de las toallas en las lavadoras varía debido a que los motores ya cumplieron con su tiempo de vida útil.
- El pH de las toallas luego de ser blanqueadas se encuentra en valores óptimos.
- Las variaciones en el porcentaje de NaOH por encima del valor estándar, luego del lavado de las toallas, afecta la calidad de teñido.
- Las concentraciones de  $H_2O_2$  en las toallas a la salida del lavado son despreciables.
- Los valores para las variables independientes en el Proceso de Blanqueo Textil fueron ajustados tomando en cuenta las condiciones actuales en que operan los equipos, y a partir de los valores estándar de las variables dependientes.
- Las variables más importantes a controlar en la Máquina Lavadora, son el nivel de agua y la temperatura en cada uno de los compartimientos.
- El Sistema de Control Automático necesario para el nivel de agua en la Máquina Lavadora, es el Control Feedback del tipo Proporcional.
- El Sistema de Control Automático necesario para la temperatura en cada uno de los compartimientos, es el Control Feedforward del tipo Cascada.

## **7.2.- Recomendaciones**

A continuación se presentan las recomendaciones relacionadas con el Proceso de Blanqueo Textil en la empresa Telares de Palo Grande, que pueden ser consideradas para futuras mejoras:

- Automatizar el proceso de Blanqueo Textil, a través de la implementación de las estrategias de control existentes.
- Sustituir el tablero de control principal del Tren de Blanqueo, debido al nivel de daño en que se encuentran los instrumentos de medición.
- Paulatinamente sustituir cada uno de los equipos del Tren de Blanqueo, por equipos nuevos, para mejorar la eficiencia del proceso.
- Obtener nuevas tecnologías, que permitan generar la materia prima de una forma más rápida sin que esto afecte su calidad.
- La empresa necesita, establecer como política el Desarrollo e Implantación del sistema de calidad ISO 9001:2000 en todas sus líneas de producción.
- La empresa necesita formar profesionales en sistemas de calidad, proporcionándoles capacitación en principios y valores humanos como parte medular de la escala formativa, de modo que alcance la sensibilidad necesaria y cumpla con el rol que la empresa y la sociedad requieren.
- Incentivar a todo el personal obrero y empleado, mediante charlas y actividades a la utilización de los conceptos de calidad ISO en todo momento.
- El equipo de calidad deberá siempre, mantener actualizado el Manual de Procedimientos mediante los métodos de Validación y Verificación.
- Realizar un estudio económico relacionado con las propuestas de cambio, para poder conocer el grado de rentabilidad que esto trae a la empresa.

## 8.- BIBLIOGRAFÍA

1. Arellano Jormar. 2004. Trabajo Especial de Grado. “ **Control de Calidad en la Planta de Acabado**”. Escuela Técnica Industrial Julio Calcaño. Caracas – Venezuela.
2. Blanco Berenice. 1999. “**Guía de Control de Procesos**”. Escuela de Ingeniería Química. Universidad Central de Venezuela. Control de Procesos. Caracas – Venezuela.
3. Corripio Smith. 2002. “**Control automático de procesos**”. Editorial Limusa. México
4. Escobar Sanz Carlos. 1966. “**Blanqueo, Tintorería, Acabados y estampación textil**”. Editorial tecnológica. Costa Rica.
5. Federación latinoamericana de química textil.1967. “**2do Congreso Latinoamericano de Químicos Textiles**”. Santiago de Chile, Chile.
6. Instituto Tecnológico Textil. “**Mejoras técnicas para productos industriales textiles**”. Disponible: <http://www.aitex.es/frames/frbuscar.htm> [Consulta: 2005, Octubre 27]
7. Instituto Textil de Chile. “**Tecnologías**”. Disponible: [http:// www.intech.cl/](http://www.intech.cl/) [Consulta: 2005, Octubre 10]
8. León Katty. 2005. Trabajo Especial de Grado. “**Determinación y evaluación de los puntos críticos de control en el proceso de elaboración de refrescos en Pepsi-Cola Venezuela C.A. Planta Caucagua, basado en la aplicación del sistema HACCP**”. Universidad Central de Venezuela. Caracas – Venezuela.
9. Márquez Maria, Sifontes Carolina.1999. “**Diseño de un manual de procedimientos de recepción de documentos**”. Universidad José Maria Vargas. Miranda – Venezuela.
10. Mijares Grises. 2003. Trabajo Especial de Grado. “**Manual Descriptivo de la Planta de Acabado**”. Universidad de Oriente.

11. Rodney Hunt. **“Equipos de máquinas lavadoras textiles”**. Disponible: <http://www.Rodneyhunt.com> [Consulta: 2005, Diciembre 9]
12. Rudd D.F, Watson C.C. 1982. **“Estrategia en Ingeniería de Procesos”**. Editorial Alambra Universidad. USA.
13. Seydel Paúl.1979. **“Encolado de Urdimbre Textil”**. America’s Textiles. Edición Latinoamericana.USA.
14. Sierra Amelia. 2005. Trabajo Especial de grado. **“Estudio de la eficiencia de combustión de la sala de calderas de la empresa Remavenca establecimiento Turmero Edo Aragua”**. Universidad Central de Venezuela. Caracas – Venezuela.
15. Teodor Erhardt, Adolf Blumcker, Walter Markln, Gottfried Quinzler. 1990. **“Tecnología Textil Básica”**. Tomo 1, 2, 3. Editorial Trillas. Alemania.



## **9.- ANEXOS**

***9.1.- Cálculos Tipo utilizados en la estandarización de las variables  
para el proceso de Blanqueo Textil.***

Para la estandarización de las variables que más impacto producen en el proceso de Blanqueo Textil, fue necesario aplicar el método de la Media Aritmética y la Desviación Estándar, las cuales se presentan en las ecuaciones 5 y 6.

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{N} \quad (5)$$

$$S = \sqrt{\frac{(Xi - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (6)$$

Donde:

$Xi$  : Valor por referencia de toalla.

$N$  : Numero de valores medidos.

$\bar{X}$  : Media Aritmética.

$S$  : Desviación Estándar.

A continuación, se presentan los cálculos tipo utilizados en la estandarización de la Tina de Impregnación.

- Se escogieron los valores de las variables dependientes que cumplieran con el estándar requeridos por la empresa, como lo son el tiempo de impregnación y el Pick-up, para cada referencia de toalla:

Tiempo de impregnación (s): 5, 4, 4, 4, 5, 5, 4.

Pick-up (%): 207, 197, 200, 193, 192.

- Para cada valor escogido de las variables dependientes, se tomó el correspondiente valor de las variables la cual ellas dependen (variables independientes), que para este caso fueron la velocidad de salida y la presión de salida:

Velocidad de salida (m/min): 46, 48, 48, 48, 50, 45, 48.

Presión de salida (KP/cm<sup>2</sup>): 6.2, 6.2, 6.4, 6.2, 6.1

- Luego se procedió a calcular para cada variable independiente la Media Aritmética y la Desviación Estándar:

$$\overline{X}_V = \frac{(46 + 48 + 48 + 48 + 50 + 45 + 48)}{7} = 48$$

$$S_V = \sqrt{\frac{(46 - 48)^2 + (48 - 48)^2 + (48 - 48)^2 + (48 - 48)^2 + (50 - 48)^2 + (45 - 48)^2 + (48 - 48)^2}{7 - 1}} = 2$$

$$\overline{X}_P = \frac{(6,2 + 6,2 + 6,4 + 6,2 + 6,1)}{5} = 6,2$$

$$S_P = \sqrt{\frac{(6,2 - 6,2)^2 + (6,2 - 6,2)^2 + (6,4 - 6,2)^2 + (6,2 - 6,2)^2 + (6,1 - 6,2)^2}{5 - 1}} = 0,1$$

- Quedando la Velocidad de salida y la Presión de salida en la Tina de Impregnación estandarizadas.

$$\boxed{\text{Velocidad}(m/\text{min}) = 48 \pm 2}$$

$$\boxed{\text{Presión}(KP/cm^2) = 6,2 \pm 0,1}$$

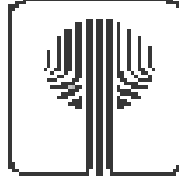
***9.2.- Fragmento del Manual de Procedimientos para el Proceso  
de Blanqueo Textil***



**C.A. TELARES DE PALO GRANDE**


**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS  
TREN DE BLANQUEO**

**MTB: 05: 00**



C.A TELARES DE PALO GRANDE

## I.- GENERALIDADES

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>GENERALIDADES</b>	CODIGO: AMTB-001
		Página 01 de 01

## INTRODUCCIÓN


El manual de procedimientos del tren de blanqueo ha sido elaborado con el fin de dar a conocer las operaciones, control del proceso, mantenimiento y cuidado de los equipos además de las medidas de seguridad necesarias.

C.A Telares de Palo Grande en su afán por mejorar cada uno de sus procesos a iniciado controles de reingeniería como parte del proceso de reestructuración que se lleva a cabo.

El tren de blanqueo es parte del tratamiento previo de la fibra y por ello, es de suma importancia conocer todos aquellos factores que de alguna u otra forma perturben al proceso.

La información contenida en este manual fue extraída de la evaluación, análisis, documentación y entrevistas al personal.



 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>GENERALIDADES</b>	CODIGO: AMTB-002
		Página 01 de 01


## ALCANCES

El presente manual especifica cada uno de los lineamientos en cuanto a la identificación y manejo de los equipos en el proceso de blanqueo, mantenimiento, higiene y seguridad además de los formatos utilizados.

El objetivo principal del manual es la de proporcionar una metodología de trabajo óptima, garantizando que los documentos elaborados permanezcan actualizados y disponibles.

Este manual es exclusivo para procedimientos y equipos en el tren de blanqueo o área de tratamiento previo de la fibra.

Los procedimientos son un conjunto de operaciones que se realizan dentro de un proceso, con el fin de obtener un producto o resultado final más eficiente.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	GENERALIDADES	CODIGO: AMTB-003
		Página 01 de 02

## TABLA DE CONTENIDOS


### SECCIÓN

#### I.- GENERALIDADES

- Introducción ..... AMTB-001
- Alcances ..... AMTB-002
- Tabla de Contenidos..... AMTB-003
- Estructura del manual..... AMTB-004
- Definiciones ..... AMTB-005

#### II.- IDENTIFICACION DE EQUIPOS

- Batea para acumulado de toallas..... IMTB-001
- Tina de Impregnación ..... IMTB-002
- Caja “J” ..... IMTB-003
- Lavadoras ..... IMTB-004
- Estación de Preparación Química ..... IMTB-005
- Panel de Control..... IMTB-006
- Colocador de Toallas ..... IMTB-007

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>GENERALIDADES</b>	CODIGO: AMTB-003
		Página 02 de 02

### III.- OPERACIONES

- Inicio de Operación..... OMTB-001
- Culminación de operación ..... OMTB-002
- Preparación de Formula ..... OMTB-003
- Supervisión e Inspección ..... OMTB-004

### IV.- HIGIENE


- Higiene en el tren de blanqueo..... HMTB-001

### V.- SEGURIDAD

- Seguridad en el tren de blanqueo ..... SMTB-001

### VI.- PROCESO EN EL TREN DE BLANQUEO

- Proceso en el tren de Blanqueo ..... PMTB-001

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	GENERALIDADES	CODIGO: AMTB-004
		Página 01 de 04

## ESTRUCTURA DEL MANUAL

El manual contiene los siguientes aspectos:

### 1.- OBJETO:

Define el propósito que se pretende conseguir con la aplicación de una norma o procedimiento.

### 2.- ALCANCE:

Descripción de los límites en los cuales el documento tendrá aplicación dentro de una determinada área funcional, equipo, seguridad, manejo y calibración.

### 3.- RESPONSABLE:

La persona(s) encargada de hacer cumplir la normativa(s) implementada en el documento.

### 4.- REFERENCIAS NORMATIVAS:

La bibliografía, especificaciones técnicas, folletos, etc. utilizado para la elaboración de documentos.

### 5.- IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO:

Se identifica al equipo por su nombre, marca, función, ubicación, capacidad, descripción.

5.1.- Nombre del Equipo

5.2.- Marca del Equipo


5.3.- Función del Equipo

5.4.- Ubicación del Equipo

5.5.- Capacidad del Equipo

### 6.- DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

Es nombrar los componentes, accesorios más importantes, etc.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	GENERALIDADES	CODIGO: AMTB-004
		Página 02 de 04

## 7.- DEFINICIONES:

Descripción de piezas, partes, función, uso, etc.

## 8.- PROCEDIMIENTO:

Se describen las instrucciones de calibración, manejo, mantenimiento o seguridad.

8.1.- Normas que debe cumplir el operario referente a la seguridad, manejo o mantenimiento del equipo:

Se describen las precauciones para evitar cualquier accidente en el manejo y uso del equipo. Son reglas que requieren ser cumplidas por el operario.

8.2.- Instrucción para el manejo del equipo:

Se detallan las actividades y/u operaciones que permiten conocer el manejo cuidadoso y la calibración idónea para obtener los resultados deseados.

8.3.- Sistema de codificación:

Atendiendo a la codificación de las normas mediante códigos compuestos por grupos de dígitos; a continuación se esquematiza la combinación utilizada (códigos) e el presente manual:

La estructura para el sistema de codificación es el siguiente:

8.3.1.- **Para normas y procedimientos:** se dispone de un código alfanumérico conformado de la siguiente manera:

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
X	XXX	XXX


**a:** Este primer dígito consta de un carácter alfabético cuyo rango corresponde al tipo de documento.

**A:** Generalidades

**I:** Identificación

**O:** Operaciones

**H:**Higiene

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	GENERALIDADES	CODIGO: AMTB-004
		Página 03 de 04

**S:** Seguridad

**P:** Proceso

**X:** Anexos

**b:** Este elemento consta de tres caracteres alfabéticos y corresponde al área, departamento o sección donde está ubicado el documento

Ejemplo:

**MTB** = Manual Tren de Blanqueo

**c:** Este elemento es de tipo numérico y representa un consecutivo de la identificación según el punto “**b**” y su rango va desde 001 hasta 999.

Ejemplo:

**AMTB-001**

**A:** Generalidades

**MTB:** Manual Tren de Blanqueo


**001:** Primer procedimiento Tren de Blanqueo

8.3.2.- **Manuales:** El código correspondiente a la edición de los manuales de normas contienen tres (3) elementos, los dos (2) primeros caracteres alfabéticos están relacionados con los manuales del sistema de calidad de la C. A Telares de Palo Grande, seguido de dos caracteres numéricos que indican el año de vigencia de dicha edición y finalmente dos (2) dígitos para identificar el usuario del mismo.

**d e f**  
XXX XX XX

El elemento “**d**” está relacionado con los manuales del sistema de la calidad, de acuerdo a:

**MTB** = Manual Tren de Blanqueo

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	GENERALIDADES	CODIGO: AMTB-004
		Página 04 de 04

El segundo elemento “e” va seguido de “d” mediante dos puntos (:) e indica el año de vigencia del manual con los últimos dos dígitos de esta.

El tercer elemento “f” va separado de “e” mediante dos puntos (:) e indica la copia del usuario correspondiente, el cual se identifica en la “Lista de Distribución del Manual”.

De acuerdo a lo siguiente:

00 (Original) = Departamento emisor (Planta de Acabado).

01 (Copia) = Presidencia

02 (Copia) = Gerencia de Producción

03 (Copia) = Otra áreas o departamentos.

Ejemplo:

MTB: 2005: 01  
**d e f**


**MTB** = Manual Tren de Blanqueo

**2005** = Año de vigencia

**01** = Copia Presidencia

## 9.- ANEXO:

Es la ilustración en forma representativa de las figuras del equipo, piezas, partes, componentes, accesorios, etc. Además de información concerniente a la información manejada.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	GENERALIDADES	CODIGO: AMTB-005
		Página 01 de 02

## DEFINICIONES:

### 1.- Acción Correctiva

Proceso que se sigue si una deficiencia seria o crítica esta sucediendo, o cuando un límite crítico se excede.

### 2.- Calidad

Grado en que un conjunto de características inherentes cumple con unos requisitos, necesidad o expectativa, generalmente implícita u obligatoria.

### 3.- Equipo

Es un conjunto de piezas, instrumentos, accesorios que sirven para realizar un determinado ensayo de medición o una actividad y/o ejercicio en particular de una profesión.

### 4.- Higiene

Parte de la ciencia que enseña a conservar la salud, el aseo y la limpieza.

### 5.- Instrumento

Maquina o herramienta que sirve para ejecutar algún trabajo, el mismo es empleado para alcanzar un resultado.

### 6.- Manual de Procedimiento

Documento que contiene el establecimiento de pasos a seguir para asegurar un proceso optimo.


### 7.- Mantenimiento

Acción aplicada a un equipo e instrumento, para mantenerlo en óptimas condiciones de funcionamiento.

### 8.- Medida Preventiva

Cualquier acción que evite la introducción de riesgos en el equipo.



 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	GENERALIDADES	CODIGO: AMTB-005
		Página 02 de 02

### **9.- Procedimiento**

Modo de proceder, método de ejecutar algunas acciones.

### **10.- Proceso**

Conjunto de actividades y recursos relacionados que participan en la transformación de elementos de entrada en elementos de salida.

### **11.- Punto de control**

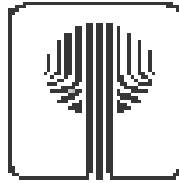
Valor en el cual se quiere llevar la variable a controlar, es decir, aquel valor teórico al que se quiere llevar una de las variables del proceso.

### **12.- Normas de Seguridad**

Reglas que permiten asegurar de riesgos aquellas personas que realizan algún trabajo en específico.

### **13.- Verificación**


Revisión periódica por la organización con el fin de determinar la efectividad de un plan.



C.A TELARES DE PALO GRANDE

## II.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

### BATEA DE ACUMULACIÓN

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACION DE EQUIPOS</b> <b>Batea de Acumulación</b>	CODIGO: IMTB-001
		Página 01 de 04

### 1.- OBJETO:

Identificar el equipo con su respectivo nombre además de conocer la función y sus características.

### 2.- ALCANCE:

Describe las características y función para la identificación del equipo

### 3.- RESPONSABLES:

Jefe de producción y supervisores.

### 4.- REFERENCIAS NORMATIVAS:

Manuales operativos, el texto del 2do congreso latinoamericano de química textil 1967, etc. estas referencias indican los nombres de los equipos.

### 5.- IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO:

5.1.- Nombre del Equipo: Batea de acumulación

5.2.- Marca del Equipo: SIN MARCA COMERCIAL.

5.3.- Función del Equipo: Disponer las toallas de forma eficiente hacia el proceso.


5.4.- Ubicación del equipo: Tren de Blanqueo, Área 01 (planta de acabado)

5.5.- Capacidad del Equipo: 1.5 m<sup>3</sup>.

### 6.- DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

El equipo consta de:

- Tres rodillos para desplazamiento del rollo de toallas.
- Dos rodillos guía.
- Dos rodillos en el tope para disponer las toallas.
- Un contador de metraje.
- Un acumulador vertical de toallas.
- Una batea para el acumulado final.
- Maquina para coser.
- Motor para cilindros tractores.
- Swich para encendido / apagado del motor

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACION DE EQUIPOS</b> <b>Batea de Acumulación</b>	CODIGO: IMTB-001
		Página 02 de 04

## 7.- DEFINICIONES:

### **Contador de Metraje:**

Instrumento diseñado para medir longitud de toallas procesadas.

### **Maquina para coser:**


Utilizada para coser el cabezal a las toallas crudas.

### **Rodillos:**

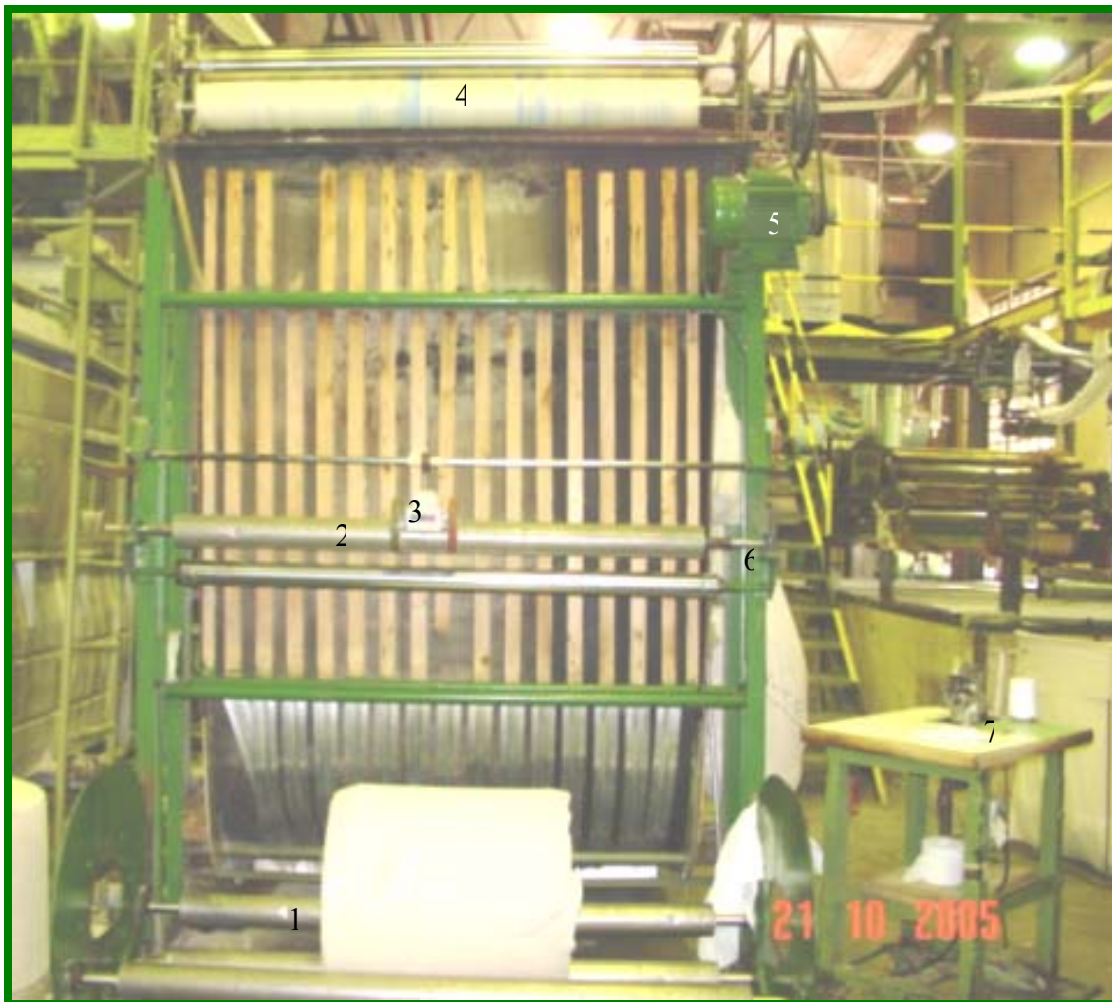
Cilindros cuya función es guiar o desplazar las toallas.

## 8.- ANEXO:

Ver figuras ilustrativas.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b>	CODIGO: IMTB-001
	<b>Batea de Acumulación</b>	Página 03 de 04


A continuación se presentarán cada una de las partes que conforman la batea de acumulación en las siguientes figuras:



**Figura 1. Vista posterior de la batea de acumulación.**

Donde:

- 1.- Rodillos para desplazamiento del rollo.
- 2.- Rodillos guía para la toalla.
- 3.- Contador de metraje.
- 4.- Rodillos tractores de toalla.
- 5.- Motor para los rodillos tractores.
- 6.- Switch para encendido / apagado del motor.
- 7.- Máquina para coser.

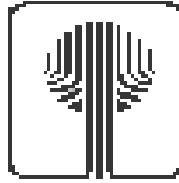
 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> <b>Batea de Acumulación</b>	CODIGO: IMTB-001
		Página 04 de 04



**Figura 2. Vista anterior de la batea de acumulación.**

Donde:

- 1.- Batea para acumulado de toallas.
- 2.- Toallas crudas.
- 3.- Acumulador vertical para toallas.



C.A TELARES DE PALO GRANDE

## II.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

### TINA DE IMPREGNACIÓN

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> <b>Tina de Impregnación</b>	CODIGO: IMTB-002
		Página 01 de 08

### 1.- OBJETO:

Identificar el equipo con su respectivo nombre además de conocer la función y sus características.

### 2.- ALCANCE:

Describe las características y función para la identificación del equipo

### 3.- RESPONSABLES:

Jefe de producción y supervisores.

### 4.- REFERENCIAS NORMATIVAS:

Manuales operativos, el texto del 2do congreso latinoamericano de química textil 1967, etc. estas referencias indican los nombres de los equipos.

### 5.- IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO:

5.1.- Nombre del Equipo: Tina de Impregnación

5.2.- Marca del Equipo: Kleinewefers

5.3.- Función del Equipo: Suministrar formula de blanqueo al género textil crudo

5.4.- Ubicación del equipo: Tren de Blanqueo, Área 01 (planta de acabado)


5.5.- Capacidad del Equipo: 150 Litros

### 6.- DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

El equipo consta de:

- Un Foulard a la entrada
- Una cámara vertical para toallas
- Un tanque o tina
- Dos controles neumáticos para los Foulard (entrada y salida)
- Dos válvulas neumáticas (entrada y salida)
- Foulard a la salida



 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> <b>Tina de Impregnación</b>	CODIGO: IMTB-002
		Página 02 de 08

## 7.- DEFINICIONES:

### **Equipo:**

Es un conjunto de piezas, instrumentos, accesorios, etc. que sirven para realizar una actividad y/o ejercicio en particular de una profesión.

### **Foulard:**

Cilindros (uno de goma dura y otro de goma blanda) que tienen como función exprimir la fibra con el propósito de retirar la mayor cantidad de baño posible.

### **Válvulas:**


Instrumentos diseñados para regular la entrada o salida de un fluido.

### **Manómetro:**

Instrumento que mide la presión ejercida de un fluido o la existente en un área específica.

## 8.- ANEXO:

- Teoría sobre el equipo
- Figuras ilustrativas

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> <b>Tina de Impregnación</b>	CODIGO: IMTB-002
		Página 03 de 08


## ANEXO:

### Tina de Impregnación

La tina de impregnación esta compuesta de un:


- **Foulard**, de entrada para la acumulación del genero textil en la torre vertical mediante un control neumático que debe estar regulado a una presión de 3.8 bar, para permitir mantener una altura de llenado de la torre de acumulación de 1.30 m. desde el borde la tina.
- **Tina de impregnación de acero inoxidable**, debe estar llena al 100% de su capacidad, verificando que esté rebozando hacia el tanque de filtrado de forma constante, para su recirculación a través de la bomba hacia el tanque de dosificación. Para verificar que la bomba está funcionando, observe si la luz indicadora de la misma está encendida en el panel de control.
- **Tanque de filtrado**, consta de una maya metálica que sirve como filtro para la formula química proveniente del rebosamiento de la tina de impregnación. Además posee una bomba de accionamiento eléctrico (el cual tiene un interruptor de encendido en el panel de control con su respectiva luz indicadora), su función es recircular el baño filtrado hacia el tanque de dosificación de la tina de impregnación.

**Nota:** la válvula del tanque de dosificación debe estar regulada de tal forma que halla un flujo constante de la formula desde el tanque principal (1300 L) al tanque de dosificación (700 L), y desde este a la tina de impregnación, para asegurar la disponibilidad de la formula y dar tiempo para la preparación del tanque principal cuando este se termine.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> <b>Tina de Impregnación</b>	CODIGO: IMTB-002
		Página 04 de 08

- **Tanque principal**, para la preparación de la formula química, este se prepara según la formula establecida, (ver fórmula de blanqueo). Para la preparación de la Formula se utiliza una bomba neumática que es accionada mediante un regulador de presión de aire, su función es succionar los productos para enviarlos al tanque de dosificación de la formula.
- **Tanque de dosificación**, permite obtener una reserva de la formula, para que esté dosificando la tina de impregnación constantemente y de esta forma dar el tiempo suficiente para preparar la misma en el tanque principal cuando este se termine.
- **Foulard de salida de la tina de impregnación**, tiene un control neumático que debe estar regulado a una presión de 7 bar. Además el accionamiento es a través de un motor eléctrico cuyo interruptor está en el panel de control para su encendido (verifique que la luz del panel del panel este encendida) y apagado. A su vez tiene un pulsador para incrementar o disminuir la velocidad según el requerimiento del proceso, este se visualiza con un instrumento llamado tacómetro que indica la velocidad del dispositivo mecánico.

**Nota:** Dicho interruptor del motor acciona ambos foulard de la tina de impregnación, es decir el foulard de entrada y el de salida simultáneamente.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> <b>Tina de Impregnación</b>	CODIGO: IMTB-002
		Página 05 de 08


A continuación se presentarán cada una de las partes que conforman a la tina de impregnación en las siguientes figuras:



**Figura 1. Tina de impregnación**

Donde:

- 1.- Cámara vertical para toallas.
- 2.- Control neumático y abertura de los Foulard.
- 3.- Tina donde se localiza la fórmula de blanqueo.
- 4.- Cámara donde se localiza el Foulard de salida.
- 5.- Botón para parada de emergencia


 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> <b>Tina de Impregnación</b>	CODIGO: IMTB-002
		Página 06 de 08



**Figura 2. Tina de impregnación.**

Donde:

- 1.- Cámara vertical para acumulado de toallas.
- 2.- Cámara donde reside el Foulard de salida.


 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> <b>Tina de Impregnación</b>	CODIGO: IMTB-002
		Página 07 de 08



**Figura 3. Foulard a la entrada de la tina de impregnación.**

Donde:

- 1.- Foulard a la entrada de la tina de impregnación.
- 2.- Aro guía para procesar las toallas en cuerda.
- 3.- Cámara vertical para el acumulado de toallas.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS</b> <b>Tina de Impregnación</b>	CODIGO: IMTB-002
		Página 08 de 08



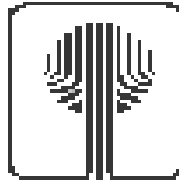
**Figura 4. Control de los Foulard para la entrada y salida**

Donde:

- 1.- Control abierto / cerrado para Foulard a la entrada.
- 2.- Manómetro para medir presión del Foulard de entrada.
- 3.- Válvula reguladora para controlar la presión del Foulard a la entrada.
- 4.- Control abierto / cerrado para Foulard a la salida.
- 5.- Manómetro para medir presión del Foulard a la salida.
- 6.- Válvula reguladora para controlar la presión del Foulard a la salida.


***9.3.- Fragmento del Manual de Higiene y Seguridad para el Proceso de  
Blanqueo Textil.***





C.A TELARES DE PALO GRANDE

## V.- SEGURIDAD INDUSTRIAL

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	SEGURIDAD INDUSTRIAL	CODIGO: SMTB-001
		Página 01 de 11

**1.- OBJETO:**

Garantizar la seguridad de cada uno de los trabajadores que laboran en el tren de blanqueo.

**2.- ALCANCES:**

Aplica solo al área de acabado, específicamente al tren de blanqueo.


**3.- RESPONSABLES:**

Gerencia de seguridad integral, jefe de producción y supervisores

**4.- REFERENCIAS NORMATIVAS:**

LOPCYMAT (Ley orgánica de prevención, condiciones y medio ambiente de trabajo), reglamento de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo, además de las normas COVENIN mostradas a continuación:

N°	CODIGO	TÍTULO	ÁREA DE APLICACIÓN
1	2266-85	Guía general para la inspección de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo.	Condiciones de Higiene y Seguridad en el trabajo
2	2165-84	Guantes de goma natural y materiales sintéticos para uso industrial.	Materiales de uso industrial
3	2266-85	Guía general para la inspección de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo.	Inspección de las condiciones
4	2237-89	Ropa, equipo y dispositivos de protección personal. Selección de acuerdo al riesgo ocupacional.	Protección Personal
5	2260 - 85	Guía para la elaboración del Programa de Higiene y Seguridad Industrial. (Provisional)	Programa HYSI

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	CODIGO: SMTB-001
		Página 02 de 11

## 5.- DEFINICIONES:

### **Accidente:**

Es todo suceso imprevisto y no deseado que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad y puede originar las siguientes consecuencias: lesiones personales, daño material y/o pérdidas económicas.

### **Higiene Industrial:**

Es la ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por o con motivo del trabajo y que puede ocasionar enfermedades, afectar la salud y el bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad.

### **Incidentes:**

Accidente fortuito, causal o imprevisto.

### **Riesgo:**

Es aquella condición existente capaz de producir un accidente o incidente (suceso imprevisto y no deseado que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad sin consecuencias adicionales).

**Riesgo ergonómico:** al ser la ergonomía la disciplina metódica y racional que busca la forma de adaptar el trabajo al hombre y el hombre al trabajo, se puede definir el riesgo ergonómico como la probabilidad de que la falta de confort en el trabajo pueda afectar el desempeño o la salud de un empleado.


**Riesgo físico:** es aquel riesgo que se desarrolla cuando en el ambiente laboral se presentan condiciones adversas debido a fenómenos físicos, tales como ruido, iluminación, vibraciones, etc.

**Riesgo mecánico:** el riesgo mecánico se presenta cuando, durante el proceso, existe la posibilidad de que ocurra una transferencia de energía entre el trabajador y alguna máquina o entre el trabajador y el entorno de trabajo.

**Riesgo químico:** es la probabilidad que posee todo trabajador de sufrir algún accidente cuando se expone a sustancias químicas, bien sean tóxicas, corrosivas, venenosas, etc.

### **Seguridad Industrial:**

Es el conjunto de principios, leyes, criterios y normas formuladas cuyo objetivo es el controlar el riesgo de accidentes y daños, tanto a las personas como a los equipos y materiales que intervienen en el desarrollo de toda actividad productiva.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	CODIGO: SMTB-001
		Página 03 de 11

## 6.- PROCEDIMIENTOS:

### 6.1.- Normas de Seguridad General.

El área de acabado tiene la responsabilidad de cumplir rigurosamente las normas de seguridad establecidas en la empresa por el Departamento de Seguridad Integral. Así mismo, el personal del tren de blanqueo debe estar atento al cumplimiento de la normativa de seguridad interna establecida para éste.

La normativa general para el tren de blanqueo establece los siguientes aspectos:

A.- Colaborar en el mantenimiento del orden y limpieza en el área del tren de blanqueo.

B.- Estar informado de toda publicación relativa a seguridad integral, en especial aquellas relacionadas con su propio trabajo.

C.- Dar a conocer el reglamento interno del tren de blanqueo a todo el personal que ingrese a esta área de trabajo.

D.- Utilizar los implementos de seguridad requeridos para las operaciones y otras actividades en el tren de blanqueo y la permanencia en el área de acabado.


E.- Los operarios deben reportar a su superior inmediato cualquier condición insegura y contribuir si esta dentro de sus posibilidades en la resolución del problema.

F.- Inspeccionar y reportar al superior inmediato el estado de los equipos, aparatos y herramientas en el tren de blanqueo, para llevar un control de fallas si se presenta.

G.- Cumplir las normas de seguridad establecidas en la empresa:

- Toda persona que transite por las instalaciones, debe estar alerta al movimiento de materiales y equipos, y debe utilizar los implementos de seguridad
- Cualquier parte de la maquinaria o equipo que debido a su funcionamiento origine riesgos, debe estar debidamente resguardado, en caso de no estarlo debe reportarse al supervisor.
- Es responsabilidad

H.- Verificar el cumplimiento de las normas de seguridad en el área del tren de blanqueo.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	SEGURIDAD INDUSTRIAL	CODIGO: SMTB-001
		Página 04 de 11

I.- Evitar la presencia de objetos, materiales, herramientas, cerca del piso; cables de extensión, mangueras, rejillas sueltas o ligeramente colocadas, e las áreas de tránsito del tren de blanqueo.

J.- Evitar áreas de trabajo desordenadas y el almacenamiento inadecuado.

## 6.2.- Implementos de seguridad personal

El personal de laboratorio debe atender al uso de los siguientes implementos de seguridad, durante la permanencia en el área de acabado.

### Protectores auditivos:

Utilizarlos en zonas de alto nivel de ruido.

### Mascarilla anti – polvo:

Usarla cuando se trabaje en áreas contaminadas de polvo, fibras flotantes, colorantes y químicos volátiles.

El uso de la mascarilla o protección respiratoria es estrictamente personal.

### Guantes de Seguridad:


Utilizarlos al manipular productos químicos irritantes, tóxicos y corrosivos.

El uso de guantes se extenderá a todo aquellos casos donde se requiera brindar protección contra peligros tales como:

- Contacto con disolventes u otros productos químicos (ácido, soda cáustica, etc.)
- Cuando se manipulan materiales extremadamente abrasivos o astillosos, sustancias tóxicas e irritantes.
- Cuando se requiera el resguardo de las manos y brazos contra el calor.
- Por su seguridad no deben usarse guantes mientras se trabaja con máquinas en movimiento, que pudiesen atraparlos e impulsarlo hacia la zona peligrosa.

### Lentes de seguridad:

Usarlo para la recolección de muestras, en áreas contaminadas de polvo y fibra flotante o agentes físicos y químicos que pudieran ocasionar lesiones.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	SEGURIDAD INDUSTRIAL	CODIGO: SMTB-001
		Página 05 de 11

### 6.3.- Normas de seguridad específicas para el tren de blanqueo

Antes del inicio de operación diaria, colocarse todos los implementos de seguridad, dependiendo del área de trabajo.

#### Área de blanqueo:

Para el área de blanqueo es necesario que el operario posea:

- Un casco.
- Un par de botas de seguridad.
- Una faja protectora.
- Un par de guantes de goma ( si es necesario).
- Una mascarilla para polvo y fibra.
- Lentes de seguridad.
- Protectores auditivos.


A continuación se presenta una serie de medidas de seguridad para cada punto de trabajo en el tren de blanqueo.

#### Punto de Trabajo: Batea de acumulación

- Al inicio de operación cerciorarse que el motor de los rodillos esté apagado al momento de enhebrar la toalla en ellos.
- Evitar distracciones al momento de utilizar la maquina de coser, ya que puede producir heridas e los dedos con la aguja.
- Tener la faja protectora al manipular los rollos de tela debido al impacto que produce el peso en la zona lumbar.
- Asegurarse de tener colocada la mascarilla para polvo, debido a la cantidad de fibrilla de algodón en el aire, que puede ser aspirada.

#### Punto de trabajo: Tina de Impregnación

- Evitar el contacto con la fórmula de blanqueo (tanto en la tina como en el tanque) debido a que sus propiedades corrosivas pueden provocar daños a la piel.
- Evitar el contacto con las cadenas, poleas y foulard a la salida de la tina, debido a las lesiones que estos pueden producir.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	SEGURIDAD INDUSTRIAL	CODIGO: SMTB-001
		Página 06 de 11

Punto de Trabajo: Caja “J” y Saturador

- Tener especial cuidado en no apoyarse en las paredes del vaporizador “J” y saturador, debido a las quemaduras que pueden producir las altas temperaturas a la que se encuentran.
- No introducir la mano en el foulard a la entrada del vaporizador ya que puede producir lesiones.
- Tener cuidado al caminar en las zonas altas del equipo debido a que la altura es considerable.
- Ser precavido al estar en la parte superior del vaporizador debido a que este expide vapor a altas temperaturas y puede provocar quemaduras.
- Estar alerta con la fosa donde se localiza el vaporizador, si se esta verificando las ventanillas, ya que la caída puede provocar lesiones.
- Evitar los vapores que expide el foulard a la salida del vaporizador ya que puede producir quemaduras.
- No introducir los dedos en las poleas que transportan las toallas a las lavadoras, ya que puede provocar lesiones.

Punto de Trabajo: Lavadoras

- Evitar el contacto con las paredes de las lavadoras, debido a las altas temperaturas a la que se encuentran, ya que puede provocar quemaduras.
- No apoyarse en las poleas y correas de las lavadoras además de las tuberías de vapor debido a las lesiones y quemaduras que puede acarrear.


Punto de Trabajo: Colocador de Toallas:

- Evitar el contacto con el colocador de toallas a la fosa, cuando esté en movimiento, debido a las lesiones que puede producir.
- Estar alerta en no caer a la fosa al cambiar el colocador de toallas, ya que la altura es considerable.

**Área de cocina de colorantes:**

Para el área de cocina de colorantes, es necesario que el colorista posea:

- Un casco.
- Un par de botas de seguridad.
- Un delantal.
- Un par de guantes de hule.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	CODIGO: SMTB-001
		Página 07 de 11

- Una mascarilla para vapores tóxicos.
- Lentes de seguridad.


A continuación se presentan las medidas de seguridad necesarias:

- Utilizar todos los implementos de seguridad.
- No dejar los recipientes destapados ya que escapan vapores tóxicos y pueden ser inhalados.
- Evitar el contacto de los componentes corrosivos sobre la piel ya que puede producir lesiones graves.
- Tener a la mano las hojas de seguridad MSDS para los diferentes compuestos que conforman la fórmula de blanqueo.

#### 7.- ANEXOS:

- Figuras ilustrativas.
- LOPCYMAT y Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
  - Planilla de declaración de accidentes HYSI.
  - Hojas de seguridad para componentes químicos utilizados.



 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	CODIGO: SMTB-001
		Página 08 de 11

**ANEXO:**


A continuación se presentarán los equipos de seguridad que deben tener los operarios y coloristas en las siguientes figuras:



**Figura 1. Implementos de seguridad para operarios**

Donde:

- 1.- Casco
- 2.- Lentes de seguridad
- 3.- Mascarilla para polvo
- 4.- Faja protector
- 5.- Botas de seguridad


 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	CODIGO: SMTB-001
		Página 09 de 11



**Figura 2. Implementos de seguridad para el colorista**

Donde:

- 1.- Casco.
- 2.- Lentes de seguridad.
- 3.- Mascarilla para vapores tóxicos.
- 4.- Delantal.
- 5.- Guantes de hule.
- 6.- Botas de seguridad.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	CODIGO: SMTB-001
		Página 10 de 11

A continuación se presentan los artículos de la LOPCYMAT y el reglamento de las condiciones de higiene y seguridad aplicada en la empresa.

La *Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT)* tiene como objetivo "...garantizar a los trabajadores permanentes y ocasionales condiciones de seguridad, salud y bienestar, en un medio ambiente de trabajo adecuado y propicio para el ejercicio de sus facultades físicas y mentales." En esta se entiende por medio ambiente de trabajo a "Los lugares, locales o sitios, cerrados o al aire libre, donde personas vinculadas por una relación de trabajo presten servicios a empresas, oficinas, explotaciones, establecimientos industriales, agropecuarios y especiales o de cualquier naturaleza que sean, públicos o privados..."

Dentro de esta ley el artículo 19° define como **obligaciones de los empleadores**: "Garantizar a los trabajadores condiciones de Prevención, Salud, Seguridad y Bienestar en el Trabajo...", "Instruir y capacitar a los trabajadores respecto a la prevención de accidentes y enfermedades profesionales, así como también en lo que se refiere a uso de dispositivos personales de seguridad y protección..." así como: "Oír de los trabajadores sus planteamientos y tomar por escrito las denuncias que estos formulen en relación a las condiciones y medio ambiente de trabajo."


Por otro lado se define en el artículo 20° las **obligaciones de los trabajadores** como: "2. Dar cuenta inmediata a su superior jerárquico... de cualquier situación que constituya una condición insegura que amenazare la integridad física o la salud de los trabajadores."

"3. Usar obligatoriamente, reclamar, aceptar y mantener en buenas condiciones los implementos de seguridad personal, dando cuenta inmediata al responsable de su suministro, pérdida, deterioro o vencimiento de los mismos..."

"5. Acatar las instrucciones, advertencias y enseñanzas que se le impartieren en materia de Higiene y Seguridad Industrial."

6. Respetar y hacer respetar los carteles, avisos y advertencias que se fijaren en diversos sitios, instalaciones y maquinarias de su centro de trabajo, en materia de salud y seguridad."

Se entiende por **accidentes de trabajo** todas las lesiones funcionales o corporales permanentes o temporales, inmediatas o posteriores, o la muerte, resultantes de la acción violenta de una fuerza exterior que pueda ser determinada o sobrevenida en el curso del trabajo por el hecho o con ocasión del trabajo; será igualmente considerado como accidente de trabajo, toda lesión interna determinada por un esfuerzo violento, sobrevenida en las mismas circunstancias.

 C.A. TELARES DE PALO GRANDE	TITULO	REVISIÓN: 00
	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	CODIGO: SMTB-001
		Página 11 de 11

A la ley antes mencionada se debe agregar el cumplimiento del ***Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo***. Aquí nuevamente se establecen normas y reglas a ser cumplidas tanto por los empleadores como por los trabajadores. Los “patronos están obligados a hacer del conocimiento de los trabajadores, tanto los riesgos específicos de accidentes a los cuales están expuestos, como las normas esenciales de prevención”. Igualmente “los trabajadores deben hacer uso adecuado de las instalaciones de higiene y seguridad y de los equipos personales de protección”. En este se establece que “toda persona que instale o ponga en uso maquinaria o equipo de trabajo sin los dispositivos de seguridad, será sancionada de acuerdo a las disposiciones de la ley del trabajo” para ello “los artículos de protección personal deberán mantenerse en perfectas condiciones de uso”.