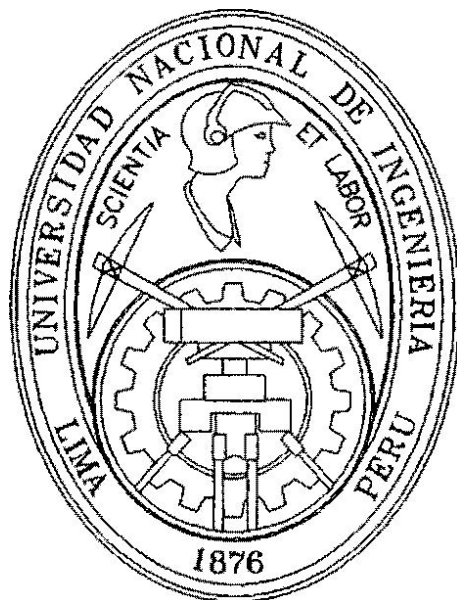


# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL**



## **Optimización del Proceso de Teñido y Engomado de Urdimbre de Algodón para Tejidos Blue-Denim con Colorante Azul Indigo**

### **Tesis**

Para Optar Título Profesional de Ingeniero Textil

Presentado Por:

Wilman Vicente Benites Mitma

Alex Eduardo Guerrero Cabanillas

LIMA – PERU

2004

A nuestros padres por el apoyo constante  
y el ánimo indesmayable con la que nos ha permitido  
forjarnos afrontando todas las adversidades en la vida

## AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a quienes de una y otra forma han contribuido en la cristalización de este trabajo.

De manera muy especial a nuestro asesor Ms. Walter Zaldivar A. y a la Cia Industrial Nuevo Mundo S.A., amigos y familiares

# INDICE

## INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I CONCEPTOS GENERALES

- 1.1. Antecedentes y Objetivos del Proyecto ..... 8
- 1.2. Situación Actual de la Industria Textil en el Perú ..... 9
- 1.3. Evolución del Teñido con Colorante Indigo ..... 12

### CAPITULO II ESTUDIO DEL MERCADO

- 2.1 Mercado Local ..... 16
  - 2.1.1 Identificación de las principales Empresas en Competencia ..... 19
- 2.2 Mercado Internacional ..... 20
  - 2.2.1 Estudio del Mercado Denim 2002 ..... 20
- 2.3 Política de Comercialización ..... 22

### CAPITULO III MATERIA PRIMA

- 3.1 Hilados O.E. de Algodón 100% ..... 24
  - 3.1.1 Características ..... 25
- 3.2 El Colorante Indigo ..... 27
- 3.3 Insumos Requeridos ..... 30
  - 3.3.1 Auxiliares ..... 30
  - 3.3.2 Soda Caústica ..... 32
  - 3.3.3 Hidrosulfito de Sodio (Dithionato de Sodio) .... 33

### CAPITULO IV LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DENIM

- 4.1 Localización de la Planta ..... 35
  - 4.1.1 Aspectos Generales ..... 35
- 4.2 Capacidad Instalada de la Planta ..... 36

### CAPITULO V MAQUINARIA Y EQUIPOS

- 5.1 Selección de Maquinaria ..... 38
  - 5.1.1 Maquinaria de Producción ..... 39
  - 5.1.2 Especificaciones Técnicas ..... 42
  - 5.1.3 Equipos de Control ..... 49
- 5.2 Programa de Mantenimiento ..... 51
  - 5.2.1 Mantenimiento Preventivo ..... 52
  - 5.2.2 Mantenimiento Correctivo ..... 64

## CAPITULO VI INGENIERIA DEL PROYECTO

6.1	El Producto. ....	65
6.2	Programa de Producción .....	65
6.3	Proceso Productivo .....	66
6.3.1	Caustificado .....	71
6.3.1.1	Parámetros del Proceso de Caustificado .....	73
6.3.2	Lavado del Caustificado .....	80
6.3.3	Proceso de Teñido .....	83
6.3.4	Técnicas convencionales de Teñido con Indigo .....	93
6.3.4.1	Descripción del Teñido con Indigo .....	94
6.3.4.2	Perfil General de una Máquina de Teñido con Indigo .....	94
6.3.4.3	Tipos de Trenes de Teñido según Manejo de Urdimbre .....	95
6.3.5	Parámetros Convencionales para el Teñido con Indigo .....	95
6.3.5.1	Pre Tratamiento del Hilo .....	95
6.3.5.2	Preparación de Colorante Indigo de Refuerzo (Tina Madre) .....	97
6.3.6	Recomendaciones Técnicas de Operación de Teñido con Indigo .....	101
6.3.6.1	Procedimiento de Control para Minimizar Pérdidas de Hidrosulfito de Sodio ....	102
6.3.6.2	Oxidación del Teñido de Indigo .....	103
6.3.6.3	Parte Final del Proceso de Teñido con Indigo .....	104
6.3.7	Innovación en el Teñido .....	105
6.3.8	Lavado del Teñido .....	116
6.3.9	Secado del Teñido .....	116
6.3.10	Engomado .....	117
6.3.10.1	Técnica del engomado .....	118
6.3.10.2	Secado del Engomado .....	125
6.3.10.3	Sistema de Plegado .....	129
6.3.10.4	Razones del Engomado .....	131
6.3.10.5	Cualidades de la Urdimbre Engomada .....	132
6.4	Requerimientos de Mano de Obra .....	133
6.5	Nuevas Tecnologías .....	136
6.6	Disposición de Planta .....	137
6.7	Disposición de partes de la Maquinaria .....	137
6.8	Plano del Sistema de Recuperación de Soda .....	137

CAPITULO VII SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE CALIDAD.

7.1 Seguridad Industrial .....	138
7.2 Control de Calidad del Teñido .....	147
7.3 Control de Calidad del Engomado .....	149
7.4 Prevención del Medio Ambiente .....	151

CAPITULO VIII ADMINISTRACIÓN Y ORGANIZACIÓN

8.1 Organización de Funcionamiento .....	157
8.1.1 Organización Estructural .....	157
8.1.2 Organización Funcional .....	158

~ CAPITULO IX EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROCESO

9.1 Costo de Maquinaria y Equipos de Control .....	161
9.2 Cálculo de Desperdicios. ....	161
9.3 Costos de Procesos .....	163
9.4 Optimización Económica del Proceso .....	169
9.5 Rentabilidad del Proceso .....	180

CAPITULO X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA  
APÉNDICES

## INTRODUCCIÓN

El teñido con el colorante Indigo ha sido una fuente de fascinación por muchos siglos, en nuestros días nos llama a examinar el impacto de este teñido en nuestra cultura, ciencia y tecnología.

Antes de tratar de comprender el significado del teñido índigo debemos primero detenernos a pensar acerca del significado del color.

Nosotros tenemos la presencia del color en nuestro entorno, el color es una sólida columna de nuestra civilización, esto hace difícil concebir con alguna certeza que habría significado el fenómeno del color en tiempos pasados, pero es evidente que el hombre siempre estuvo interesado en el color perfecto. Las tempranas evidencias del uso del color vienen de las pinturas de las cavernas en la región Franco española producidas por el hombre de Cro Magnon entre 3000 y 10000 años antes de Cristo, mucho se ha escrito de las expresiones y virtuosidades de estos artistas, pero nunca usaron el color azul paradójicamente, éste color estaba en su entorno en el cielo, mar, flores, frutas y plumas de aves.

En la actualidad tenemos el reto de mejorar los métodos tradicionales tanto en el proceso de tratamiento y sus variables como en el uso adecuado de las concentraciones del colorante y los productos auxiliares, para un mejor desarrollo del teñido con colorante indigo, tal que se genere una rentabilidad en la industria peruana en este rubro, basándonos en el conocimiento científico actual de los mecanismos químicos del colorante indigo y de una avanzada tecnología en cuestión de equipos de apoyo.

# **CAPITULO I**

## **CONCEPTOS GENERALES**

### **1.1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO**

El teñido con colorantes tina en este momento se encuentra en pleno auge en el ámbito mundial ya que se prestan fácilmente para el teñido del algodón y mezclas PES / ALG., y se pueden hacer mezclas con los colorantes dispersos para procedimientos de un solo baño.

En la selección de los colorantes tina para un matiz escogido es importante considerar lo siguiente: costos, solidez al matizado, substantividad, habilidad para el igualado, y riesgo de contaminación ambiental.

En vista de que el teñido con colorantes tina, se dedica al algodón 100% hilado de urdimbre en el país, la mayoría de las industrias en este rubro se caracteriza por el uso de la tecnología tradicional, que implica altos costos de producción y continuos reprocesos en el teñido, debiéndose a factores como el uso de colorantes de baja calidad que incurren en la obtención de teñido desuniformes, y a altos ciclos de tiempo de teñido del mismo proceso al efectuarse reprocesos forzados.

A causa de este hecho, el objetivo del proyecto de Optimización del Proceso de Teñido y Engomado de Urdimbre de Algodón para Tejidos Blue-Denim con Colorante Azul Indigo, efectuar cambios en el proceso de pre-tratamiento, teñido y engomado en función de criterios técnicos que buscan el beneficio económico el cual es detallado en el capítulo IX, logrando procesos eficientes de teñido, que



asegure el matiz del índigo deseado, con menor contaminación del medio ambiente, menor ciclo de tiempo de teñido, y colorantes adecuados de calidad.

La maquinaria y equipos son modernos, de países europeos, por ser más preocupados en desarrollar normas que contemplan los riesgos de contaminación ambiental, de acuerdo a la norma ISO 14000.

La presente tesis de “Optimización del Proceso de Teñido y Engomado de Urdimbre de Algodón para Tejidos Blue-Denim con Colorante Azul Indigo” en planta, servirá como medio de innovación tecnológica a las demás empresas dedicadas a este rubro, así mismo el personal debe ser técnicamente calificado. La empresa seleccionará dentro de su personal los más idóneos para capacitarlos, y de esta forma conseguir una buena calidad del producto que incidirá de manera directa en el incremento de la demanda local e internacional.

Mediante la presente tesis se trata de promover la modernización tecnológica, con el propósito de conseguir, además del progreso tecnológico, una alta producción, reducción de costos, menores ciclos de tiempo del proceso de teñido, personal capacitado para mejor control del proceso, manejo adecuado de productos químicos para preveer riesgos de contaminación ambiental según las normas ISO 14000.

## **1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN EL PERU**

La industria textil es tradicionalmente una de las actividades de mayor importancia dentro del sector manufacturero, ya que participa de manera substancial en el desarrollo del sector económico industrial y es una de las

principales consumidoras de materia prima nacional, ocupando una destacada posición en la exportación no tradicional.

De acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (C.I.I.U.), la industria textil peruana comprende actividades clasificadas en diferentes grupos, siendo los principales los de hilado, tejido, teñido y acabado y los de fabricación de tejido de punto.

La industria textil hace uso aproximadamente de más de un 50% de fibras de origen natural, utilizando un 43% de algodón y de lana un 5% aproximadamente.

El algodón sigue siendo la más importante de todas por poseer excelentes características físicas, que mediante procesos de acabados específicos resultan mejoradas, es así que la industria textil no podrá desligarse de la relación directa al campo por medio de esta fibra como recurso natural.

El sector textil en función del tipo de actividades que desarrolla, representa una gran demanda de mano de obra. El 28% del empleo dedicado a actividades manufactureras se encuentra contratado por este sector, generando puestos de trabajo para 170 000 personas, es decir el 3% del empleo total del país.

Así también vale tratar efectos secundarios de esta actividad sobre el empleo, en la subcontratación de pequeñas empresas que ofertan sus servicios en las diferentes modalidades.

La industria representa el 2,3 % del PBI manufacturero, del cuál 1,0% es generado por el subsector textil, el 1,1% por el de confecciones y el 0,2% por el de cuero y calzado. Así, la producción total a nivel del sector textil y confecciones

asciende a algo más de US\$ 1100 millones, de los cuales US\$ 700 millones están destinados al mercado externo.

Durante los últimos años, la industria textil y de confecciones ha mostrado una tendencia creciente, salvo en el año 1998 que se caracterizó por una coyuntura negativa debido a los efectos del fenómeno del niño y la crisis asiática, perjudicando seriamente la situación de las empresas debido a una menor oferta de algodón, lo que las obligó a importar dicha materia prima con los consiguientes sobrecostos. A ello se sumó la recesión de la economía, que afectó la demanda interna y la cadena de pagos.

Al cierre del año 1999, el crecimiento del sector fue de 7.5% con exportaciones de US\$ 575 millones, significando un crecimiento de 7% en comparación del año anterior. Sin embargo, el sector siguió afectado por la competencia internacional obligando al productor nacional a bajar los precios finales con el fin de mantener su presencia competitiva en el mercado internacional.

De esta manera, en el año 2000, la industria creció en 11,6% siendo el crecimiento de las exportaciones de 21% (US\$ 699 millones), impulsado por la demanda local de las empresas confeccionistas y por el mayor dinamismo de la demanda externa.

A marzo del 2001, del total de créditos del sistema financiero, el sector textil abarca el 2,7%. Asimismo cabe señalar, que el rubro de confecciones ha presentado un importante dinamismo durante los últimos 3 años, participando con algo más del 70% de las exportaciones textiles. Ello gracias a la óptima calidad

de la producción nacional que cuenta con el reconocimiento a nivel mundial, ubicándose, por tanto, en un exigente nicho de mercado atendiendo a las principales marcas de vestir en el mundo.

La industria textil peruana presenta un alto nivel de integración, desde el desmote del algodón hasta la confección, factor altamente apreciado por los clientes externos, debido a que esto ofrece un mayor nivel de fiabilidad en la calidad del producto y sus plazos de entrega. Las fibras peruanas de algodón y alpaca están consideradas entre las mejores del mundo y cuentan con gran aceptación en los principales mercados internacionales.

Hay que sumar a estas ventajas comparativas, el hecho que los empresarios textiles peruanos cuentan con un amplio conocimiento de cada una de las etapas productivas del sector, lo que les permite responder de manera rápida y adecuada a las exigencias de sus clientes.

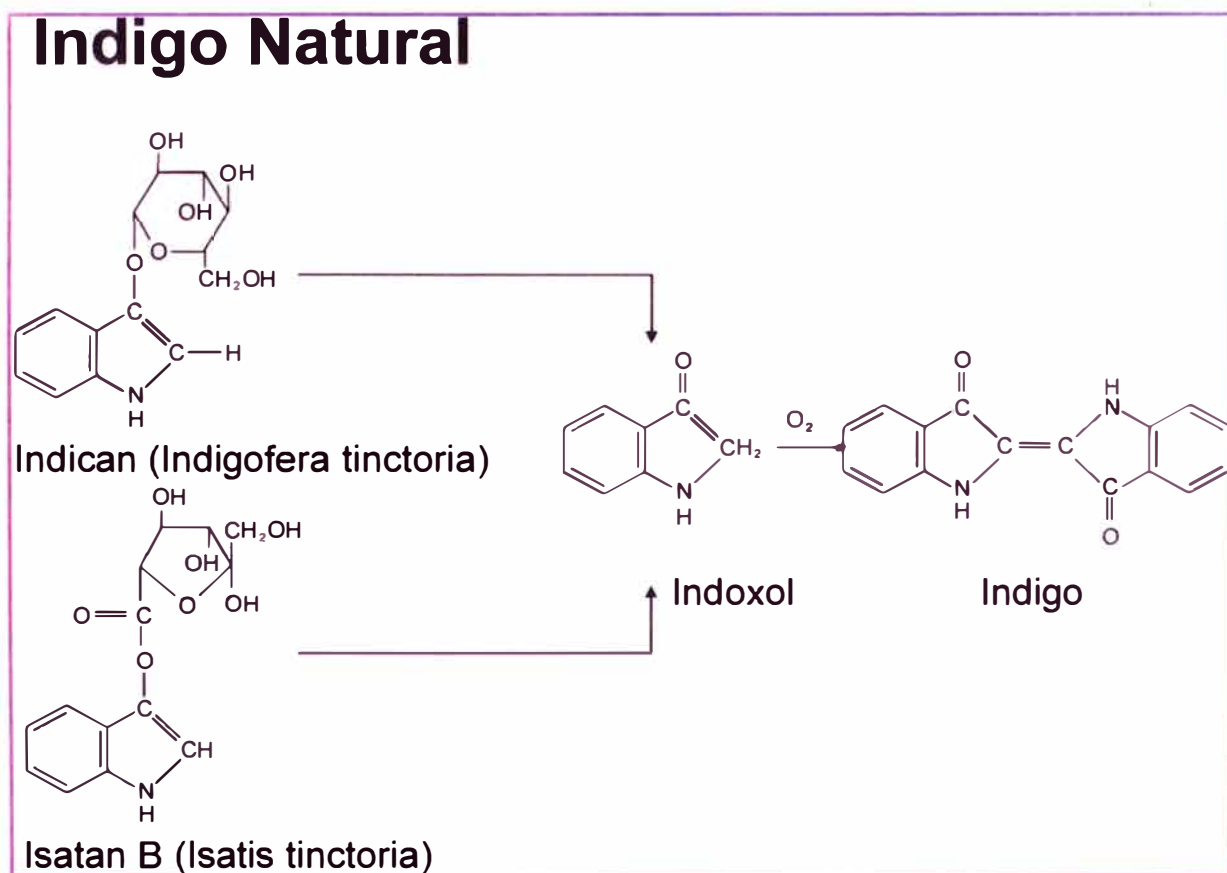
### **1.3. EVOLUCION DEL TEÑIDO CON COLORANTE INDIGO**

El origen para lograr un color azul en materiales textiles fue difícil de explicar en todas las culturas que empezaron a usarla, verdaderamente la naturaleza ayudó a descubrir la solución al problema, pero el acceso no fue directo, ello tuvo que ser descubierto y desarrollado como una tecnología específica y que continúa su desarrollo actual.

La naturaleza ofrece en particular dos grandes familias de plantas, la indigófera y la crucifera, que contienen una sustancia que al ser extraída y aplicada a las fibras textiles produce un magnífico color azul.

Los trópicos y los subtropicos son el lugar de numerosas especies del arbusto de plantas INDIGÓFERA, ellas son miembros de la familia PAPIIIONACEAE botánicamente, conocemos más de 500 especies. Un remarcable alto nivel de colorante puede ser encontrado en la INDIGÓFERA TINCTORIA, la cual vino a ser sistemáticamente cultivada por esa razón.

Las zonas templadas eran y aún son el hogar para el CRUCIFEROUS. Ellas son miembros de la familia BRASSICAS, en latín ISATIS TINCTORIA. Sin embargo, esta planta común contiene significativamente menos colorante en sus tallos que la tropical indigófera y a la vez presentan menos pureza por la existencia de otras sustancias que colorean en tonos diferentes.



El teñido con las especies de indigófera probablemente se originó en la India, el nombre deriva de la palabra griega en denominación “para la india”, como actualmente nosotros lo conocemos en forma concreta.

Excavaciones arqueológicas mostraron claramente evidencias del uso del indigo fechadas 2000 años antes de cristo, aun existen trazas de indigo en las uniones y rajaduras de piedras en el Indus River (Pakistán). El hecho de que este colorante haya subsistido por más de 4000 años bajo condiciones subtropicales resulta ser la prueba contundente que demuestra las propiedades inusuales de este colorante.

Según los papyrus stockholm, los cuales datan de 2000 a 3000 años antes de Cristo, se tiene una receta de teñido del antiguo Egipto para el azul indigo, en la que tomaban 25 kg de hierba *Isatis Tinctoria*, que ponían en una vasija de capacidad de por lo menos 600 litros y empaquetado, luego añadían suficiente orina para cubrir la hierba, y de esta manera calentaban la mezcla durante el día al sol; el día siguiente pisaban la hierba *Isatis Tinctoria* con la orina en la vasija en el sol tratando de humedecerlo, y esto lo hacían durante tres días. De esta forma el indigo pudo ser aislado como una sustancia colorante.

Este tipo de teñido maduró ampliamente en Europa y fue usado por tribus alemanas en los comienzos de la época del hierro para obtener teñidos de textiles azules. La tecnología de fermentación con el *Isatis Tinctoria* era muy similar al de teñido del indigófera, sin embargo el principio común del teñido no fue descubierto. Esto tuvo que esperar las últimas investigaciones científicas.

A comienzos del siglo XIX el teñido en azul tuvo que ser conducido de acuerdo a recetas complicadas y procedimientos tradicionales estrictos, esto no solo garantizaba al tintorero su permanencia en su oficio, sino también guardaban el secreto de su conocimiento acerca del teñido. Pero ellos no compartían alguna luz sobre la complejidad de las transformaciones materiales. El procedimiento del teñido consistía en 12 horas de trabajo fuerte para la preparación de la solución del teñido, y el tratamiento del material textil a teñir, con un periodo de tiempo semejante en la exposición del material textil al aire para su respectiva oxidación y la aparición del color azul.

En la actualidad se ha llegado a industrializar el proceso del teñido mediante máquinas diseñadas para este fin, que hacen uso de grandes volúmenes de soluciones de inmersión de teñido y concentraciones de colorante indigo más puras, con el uso de auxiliares que permiten la estabilidad del baño de teñido y la utilización del colorante, ya no en su forma natural sino en la forma sintética. Esto es lo que actualmente se emplea como método tradicional por las empresas dedicadas al teñido de material textil con el colorante indigo.

## **CAPITULO II**

### **ESTUDIO DE MERCADO**

#### **2.1 MERCADO LOCAL:**

Nuestro estudio de mercado está enfocado al hilado demandado para la elaboración de las telas de tejido denim en sus distintas variedades.

Referente al hilo de urdimbre 100% de algodón teñido con colorante indigo y engomado es fabricado en máquinas Open End en la misma Compañía Industrial Nuevo Mundo S.A.

Este estudio de la demanda del hilo procesado (teñido y engomado) para el denim se realizará considerando en cuanto y qué cantidad se puede vender, de acuerdo al precio del mercado, especificando las características del producto, y enfocando parte de su comercialización.

El objetivo del estudio del mercado en el proyecto consiste en estimar la cantidad de hilo a procesar que el mercado del Denim requiere, y que va a llevarse a cabo con la Optimización del Proceso de Teñido y Engomado de Urdimbre de Algodón para tejidos Blue-Denim con Colorante Azul Indigo en la planta, y que la comunidad de fabricantes de confecciones estaría dispuesta a adquirir a determinados precios según la especificación del producto. Esta cantidad de metros de hilo a procesar representa la demanda desde el punto de vista de nuestro proyecto de Optimización del Proceso de Teñido y Engomado de Urdimbre de Algodón para tejidos Blue-Denim con Colorantes Azul Indigo, a la producción del hilado teñido que se especificará para periodos convencionales de 1 año.



Sobre la base del mercado nacional podemos estimar la demanda de nuestro producto (hilado teñido y engomado), de acuerdo al cuadro 2.1 que se muestra:

**Cuadro 2.1 Producción de Hilado de Urdimbre Denim por año (en metros)**

Produce.	1997	1998	1999	2000	2001
Denim					
5,5 Ne	1'759 680	1'785 640	1'788 996	1'759 665	1'820 273
8,0 Ne	3'079 440	3'124 870	3'130 743	3'079 410	3'185 476
10,0 Ne	6'158 880	6'249 738	6'261 486	6'158 821	6'370 952
12,0 Ne	3'666 000	3'720 082	3'727 075	3'665 965	3'792 234
Total	14'664 000	14'880 330	14'908 300	14'663 861	15'168 935

**Referencia: Cia Industrial Nuevo Mundo**

Para estimar la demanda con los datos del cuadro 2.1, se hará uso del método de ajuste lineal o regresión lineal, como muestra el cuadro 2.2:

**Cuadro 2.2 Cálculos Estadísticos para pronosticar la Producción**

Año	$X_i$	$Y_i$	$X_i^2$	$X_i Y_i$	$Y_i^2$
1997	1	14'664 000	1	14'664 000	$2.150329 \cdot 10^{14}$
1998	2	14'880 330	4	29'760 660	$2.214242 \cdot 10^{14}$
1999	3	14'908 300	9	44'724 900	$2.222574 \cdot 10^{14}$
2000	4	14'663 861	16	58'655 444	$2.150288 \cdot 10^{14}$
2001	5	15'168 935	25	75'844 675	$2.300965 \cdot 10^{14}$
$N = \sum X_i = 15$		74'285 426	55	223'649 679	$11.038398 \cdot 10^{14}$

La recta de aproximación debe ser:  $Y^* = a + bX$

Siendo  $a$  y  $b$  los parámetros a determinar, mediante las ecuaciones normales

$$\sum Y = a.n + b.\sum X \dots\dots\dots (1)$$

$$\sum XY = a.\sum X + b.\sum X^2 \dots\dots\dots (2)$$

donde:  $a$  : producción anual estandar

b : incremento estimado por año

n : número de periodos

Reemplazando los valores obtenidos en el cuadro en las ecuaciones (1) y (2), tenemos:

$$74'285\ 426 = 5a + 15b \dots\dots\dots ( I )$$

$$223'649\ 679 = 15a + 55b \dots\dots\dots ( II )$$

Al resolver ( I ) y ( II ), hallamos los valores de a y b

$$a = 14'619\ 064,9 \quad \text{y} \quad b = 79\ 340,1$$

Entonces la ecuación de recta de ajuste, viene a ser:

$$Y^* = 14'619\ 064,9 + 79\ 340,1X$$

$$r = \frac{5(223'649679) - (15)(74'285426)}{\sqrt{[5(55) - (15)^2][5(11,038398 * 10^{14}) - (74'285426)^2]}} = +0,60$$

r : coeficiente de correlación, mide la fuerza de relación lineal entre dos variables cuantitativas. Describe la dirección de la asociación lineal e indica en un diagrama que tan ajustados están los puntos en la línea de regresión de mínimos cuadrados, cuyo rango fluctúa entre -1 y +1 es decir  $[-1 \leq r \leq +1]$

Luego, determinamos la producción proyectada para los años 2002 – 2005, que se muestra en el cuadro 2.3:

Cuadro 2.3 Producción Proyectada

Año	Xi	Yi
2002	6	15'095 105,5
2003	7	15'174 445,6
2004	8	15'253 785,7
2005	9	15'333 124,9

Por esta razón, una optimización en parte o total del proceso, justifica la realización del proyecto en beneficio tanto de la empresa, como del consumidor local e internacional, ya que el coeficiente de correlación nos indica la regularidad de la curva de demanda.

### **2.1.1 Identificación de las Principales Empresas en Competencia**

Las empresas productoras del denim que podemos mencionar como las más importantes, son: CIA Industrial Nuevo Mundo S.A, Fabritex, Kansas, y Denimtex,

De estas empresas, Nuevo Mundo y Fabritex dedican parte de su producción a la exportación, en un 15% aproximadamente, y el resto de su producción la ofertan en el mercado nacional.

De las empresas mencionadas existen las que no exportan, solo ofrecen la totalidad de su producción al mercado nacional.

En cuanto a la ubicación de las empresas anteriormente citadas, se puede ver el siguiente cuadro:

EMPRESA	UBICACIÓN
Cia. Ind. Nuevo Mundo S.A.	LIMA
Fabritex – Cottonificio del Sur	LIMA - PISCO
Jean´s Kansas	LIMA
Denimtex	LIMA

## **2.2. MERCADO INTERNACIONAL.**

### **2.2.1 ESTUDIO DEL MERCADO DENIM 2002**

#### **a) Aspectos Generales**

La capacidad global de producción del denim está en 3075 millones de metros anuales a nivel mundial. Los precios y márgenes de los artículos estándar están bajo presión, de competencia por lo cuál es muy importante la reducción de costos.

USA, Europa y Japón aún consumen los 2/3 de la producción global de denim.

#### **b) Aspectos Regionales.**

La cultura y climas diferentes entre las regiones del mundo lideran una variedad de artículos y modas

Los mercados en USA, Europa y Japón están originando la polarización dentro de la moda de los Jeanswear, donde los consumidores pagan más por imágenes de marcas y diseños de marketing de los Jeanswear, cuyos precios son fijados de acuerdo a la conveniencia empresarial.

En Europa, los jeans siempre han sido comprendidos como un artículo de moda con altos precios pero bajos índices de consumo comparado con los de USA.

El impacto del Denim en Europa empezó en el primer cuarto del 2001, como se muestra el consumo del 2001 en el cuadro 2.4.

**Cuadro 2.4 Consumo de Indigo y Producción del Denim**

<b>Región</b>	<b>Indigo (t)</b>	<b>% Total</b>	<b>Producción (millones mts)</b>	<b>Consumo (millones mts)</b>	<b>% Total</b>
Africa	600	3.0	92	120	3.6
USA.	4500	22.4	689	1040	31.1
Medio Este	1250	6.2	191	60	1.8
America Latina	3200	15.9	490	290	8.7
Sur Este de Asia	2100	10.4	321	100	3.0
China	4000	19.9	612	450	13.5
Asia Del Este	1450	7.2	222	390	11.7
Asia Del Sur	1500	7.5	230	180	5.4
Europa	1500	7.5	230	710	21.3
Total	20100		3075	3340	

**Fuente: Compañía Dystar - Departamento de Marketing**

### **Futuro Desarrollo**

Los cambios y obstáculos para la Industria de Denim se deben a que la producción continúa se desarrolla a bajo costo en diversas regiones y óptimos mercados de acceso.

Verdaderamente la producción menos competitiva y no rentable es o será reducida.

Productores locales en países con limitado prospecto de desarrollo doméstico, tienen desventaja ante USA, Europa, Japón, para tomar una posición agresiva en los mercados de exportación

La precondition para un desarrollo rápido del Mercado son el mejoramiento de la economía del producto y el crecimiento.

Los productores de Denim han desarrollado una estrategia de marketing global. Las telas de Denim y los jeans fabricados son más integrados y muestran una mayor estructura vertical.

### **2.3 Política de Comercialización**

Dentro de la política de comercialización es muy importante tener siempre vigente las características económicas de nuestro mercado vital y sus posibles variaciones, la empresa debe estar conciente de los cambios políticos, legales y luchar por adaptarse tanto como sea posible.

Es conocido que las empresas no se pueden transformar en exportadores de la noche a la mañana, sino que se avanza gradualmente por un proceso de desarrollo de exportación. Dicho proceso nace de los diferentes motivos para la internacionalización, uno de estos motivos reactivos son las presiones competitivas, posibles disminuciones de ventas en el mercado nacional, sin embargo tenemos que tener estímulos proactivos para poder ingresar al mercado internacional de una manera agresiva y exitosa a pesar de las condiciones desfavorables de riesgo y utilidad. De acuerdo a la investigación, el mercado nacional difiere de la extranjera en el modo de aplicar herramientas, técnicas y conceptos. La empresa tendrá que enfrentar nuevas circunstancias, como obligaciones, tipos de cambios y documentación internacional y una definición mucho más extensa del concepto de competencia, dentro del cual la condición del precio del producto se ha vuelto un elemento dinámico como resultado de las presiones externas e internas.

El proceso que permite establecer un precio en el mercado debe iniciarse con la determinación de una base apropiada del costo, para así poder evitar comprometer el margen de utilidad deseado.

Cabe mencionar que debemos ajustarnos al cambio rápidamente, empresas y personas tienden a mostrar cierta resistencia al cambio, y la resistencia crece si la velocidad del cambio crece. No indican necesariamente una preferencia por las condiciones anteriores sino más bien inquietud respecto a los aspectos del ajuste y temor hacia lo desconocido.

## CAPITULO III

### MATERIA PRIMA

El algodón es el rey de las fibras textiles naturales en el mundo, representa aproximadamente el 35% de la producción total de fibras, y es producido en 80 países con 125 millones de habitantes trabajando, siendo China, India, EE.UU, Pakistán, Rusia, México los mayores productores de algodón.

La lana es la segunda fibra natural más importante, producida por Australia, China, Nueva Zelanda, Rusia y América del Sur.

La seda es la fibra más cara en el mundo y producida por China India, Japón, Brasil y Corea del Sur.

#### PRODUCCION EN EL MUNDO DE FIBRAS TEXTILES ( MILLONES DE TONELADAS)

ALGODÓN	20,00
LANA	2,40
SEDA	0,77
CELULÓSICA MODIFICADA	3,15
SINTÉTICAS	29,25

### 3.1 Hilados O.E. de algodón 100%

En el proceso de teñido de algodón 100% de urdimbre, se contará como base a hilados de algodón de acuerdo al proceso Open End. Los que se clasificarán según sus características específicas, para realizar el tratamiento adecuado del proceso respectivo.



### 3.1.1 Características

Debido a que la procedencia del hilado de algodón 100% es Open

End, se tendrá en cuenta las características que se muestra en el cuadro 3.1

y cuadro 3.2:

**Cuadro 3.1 Características del Hilado Open End Autocoro**

PARÁMETROS	Ne 5.5/1	Ne 8/1	Ne 10/1	Ne 12/1
% de Elongación	8,2	7,9	8,4	8,3
Resistencia Gr	1050	708	672	420
RKM	12,1	12,3	12,1	12,2
CN/tex	11,86	12,06	11,85	11,96
% de Desviación st	4,9	4,3	5,1	4,7
Irregularidad (1000 m)				
Uster	12,14	12,46	12,43	13,39
Partes Delgadas	0,3	0,6	0,8	1
Partes Gruesas	28	34	26	44
Neps	11	13	12	21

**Cuadro 3.2 Características del Hilado Open End Rieter**

PARÁMETROS	Ne 5,5/1	Ne 8/1	Ne 10/1	Ne 12/1
% de Elongación	8,4	8,1	8,2	8,2
Resistencia Gr	1180	730	690	470
RKM	12,4	12,1	11,9	12,13
CN/tex	12,16	11,86	11,67	11,89
% de Desviación st	4,4	5,2	5	4,6
Irregularidad (1000 m)				
Uster	12,66	12,3	12,9	13,55
Partes Delgadas	0,74	1,3	1,5	2
Partes Gruesas	30	20	32	46
Neps	2	10	9	19

## **Requisitos para una buena calidad del hilado y preparación de urdimbre:**

### **1. Una buena calidad**

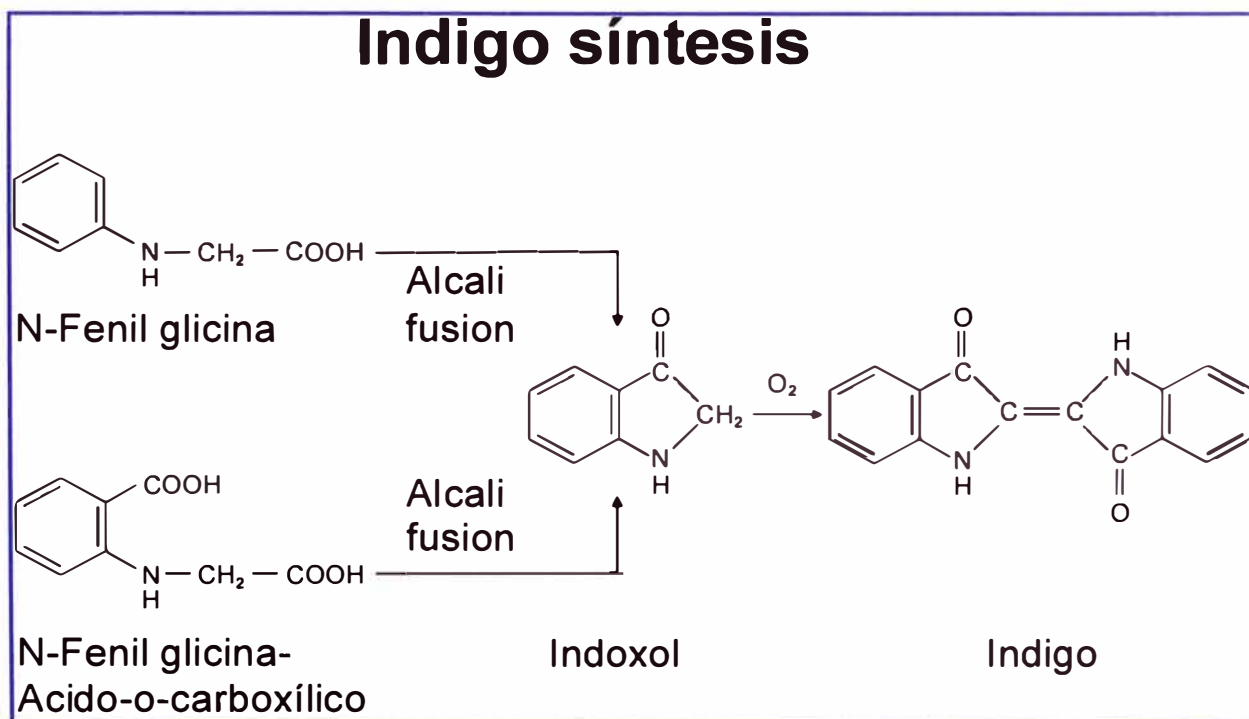
- sin imperfecciones
- sin zonas ralas
- es liso
- tiene las correctas propiedades de alargamiento
- sin mucho polvo ni fibras cortas
- tiene el correcto factor de torsión

### **2. Una buena preparación**

- buenas canillas del departamento de Hilandería
- buenos conos de la bobinadora
- nudos bien hechos, o mejor; sin nudos (mediante un equipo de empalme de hilos)
- sin polvo
- sin conos dañados
- las bobinas en el portabobinas de la urdidora deben estar colocadas de manera correcta
- buenos carretes para la urdidora
  - sin cabos sueltos
  - sin polvo
  - largo del hilo correcto

### 3.2 EL COLORANTE INDIGO

Inicialmente el indigo era extraído en forma natural a partir de una gran variedad de arbustos llamados Indigófera tinctoria entre un número de 500 a 600 especies, perteneciente a la familia de las papilionaceae. Las cuales son portadoras del **indican**, que se caracteriza por tener dos partes importantes, el grupo Indoxol y una molécula de azúcar, que es separado mediante un proceso de fermentación para obtener de esta manera las moléculas de indoxol disponibles, que por unión de dos de estas moléculas se obtenga una molécula de Indigo estable. La desventaja de todo este mecanismo de trabajo es la impureza del colorante, por lo cuál debemos agradecer la paciencia y curiosidad del químico alemán Adolph Von Baeyer quien trabajó algunos años en la obtención de la síntesis industrial del colorante indigo, manteniendo las características originales.



## PROPIEDADES

- \* El indigo por su constitución química presenta grupos cetónicos que le dan la propiedad intrínseca de ser insoluble en agua
- \* El indigo mediante el calor se degrada dando como producto principal la anilina.



- \* Por su estructura química que presenta, el indigo es difícilmente soluble, en tanto que para su solubilidad debe de utilizar la soda, (NaOH) y un agente reductor adecuado.
- \* El indigo en sí, carece de afinidad por la fibra celulósica
- \* Se presenta en el mercado en forma de gránulos esféricos, semiesféricos, con variedad de brillos; líquidos y en estado medio pre-reducido
- \* Se encuentran en coloraciones que van desde azul intenso con tendencia al azulino y con densidades que fluctúan desde 0,3 a 0,45 g /cc
- \* La ventaja del indigo artificial sobre el natural es evidente. Este último debe tomarse de la forma en que se obtiene y varía su composición según el resultado de la cosecha y procedencia. Por el contrario, el producto artificial es siempre puro y su proporción de indigotina es constante. La ausencia de impurezas evita las manchas en la tina al emplearlo. La conducción de una tina de producto natural depende de la concentración y de las impurezas, por esta

razón necesita de una gran pericia que solo es posible adquirir por experiencia, mientras que la tina de indigo artificial puede conducirse siempre con exactitud.

- \* La manera como reciben el indigo artificial los tintoreros, facilita en gran manera su utilización. Finalmente los colores obtenidos con el indigo artificial son siempre más puros y vivos que los que se han obtenido con el producto natural, ya que las impurezas varían en matiz (rojo y pardo).
- \* La buena calidad de un indigo depende exclusivamente de su contenido en indigotina.

Además de los componentes naturales: indigotina de 70 a 90% en las mejores clases, de 40 a 50% en las medianas y de un 20% en las inferiores, los componentes restantes son el rojo de indigo (indirrubina), el pardo indigo, cola de indigo, agua y cenizas, que consisten principalmente en  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{MgCO}_3$ , alúmina y óxido de hierro.

- \* El producto comercial contiene con frecuencia sustancias adicionadas para falsificarlo, como arcilla levigada, tierra, ceniza, pizarra en polvo, goma y fécula. Los tintoreros y comerciantes aprecian casi siempre el valor y procedencia del indigo por los caracteres físicos, lo cual se puede aprender mediante una experiencia de muchos años y a pesar de ello se puede llegar a conclusiones falsas. El indigo bueno suele ser muy compacto y de peso específico ligero, no duro y corneo. Debe ser de hermoso color azul o azul rojizo, más intenso en las **fracturas** que en la superficie, cuanto más vivo y más tiende al amarillo el brillo cobrizo que adquiere al frotarlo, de mejor calidad se considera.

### 3.3 INSUMOS REQUERIDOS

#### 3.3.1 AUXILIARES

Para conseguir tinturas perfectas es de importancia especial el empleo de productos auxiliares para el teñido, ya sea para la disolución del colorante, para la buena penetración en el material o para la igualación, aunque por un tratamiento previo apropiado y el empleo adecuado de productos auxiliares el material textil llega a la tintura bien dispuesto, pero existen aún muchas posibilidades en esta última operación para que el resultado sea defectuoso. Estos defectos pueden evitarse por el empleo de los productos auxiliares apropiados para el teñido. Como auxiliares se disponen de una serie de productos especiales que se constituyen valiosos para el tintorero, así tenemos:

**DISPERSANTE** : Producto orgánico de condensación cuya materia activa es el naftalen sulfonato aniónico, micro granulado de color pardusco poco pulverulento, en condiciones adecuadas y recipientes cerrados pueden almacenarse durante 12 meses.

Siendo un producto aniónico, el dispersante es compatible con todos los productos auxiliares aniónicos y no iónicos

Se puede disolver esparciéndolo en una cantidad de 10 hasta 20 veces mayor de agua hirviendo.

El dispersante estabiliza las dispersiones del colorantes y no tiene efecto humectante ni detergente.

En la tina madre se lo utiliza en una cantidad de hasta 2 g / ℓ de solución

Estos dispersantes poseen dos requerimientos básicos:

- \* La presencia de un ácido fuerte como radical solubilizante que sea capaz de formar sales solubles con estos iones y dar excelentes propiedades dispersantes.
- \* Estos productos no actúan estequiométricamente sino mantienen en dispersión los iones indeseados y evitan el crecimiento de sus cristales.

Como regla general, la acción dispersante del tensoactivo es más efectiva cuanto mayor es su ionicidad y mayor su afinidad por la superficie del ión absorbido.

**ANTIESPUMANTE** : Posee las siguientes propiedades:

- \* Su tensión superficial es más baja que la del medio espumoso para desplazar el tensoactivo y romper la continuidad de la burbuja.
- \* A menor grado de solubilización o emulsificación del antiespumante en medio espumoso, su efecto es mayor y más persistente.
- \* Presenta insolubilidad y resistencia a la emulsificación en el medio espumoso, de lo contrario actuaría como un tensoactivo más.
- \* Estabilidad química dada por su carácter no polar que no le permite contribuir a la viscosidad superficial ni a reaccionar con otros ingredientes en el sistema.
- \* Efecto constante que le permite no formar la espuma durante todo el proceso, lo que está influenciado por la concentración y constitución química del tensoactivo, temperatura y PH del medio.
- \* Bajo grado de polución ambiental y libre de toxicidad

- \* No debe ocasionar ningún efecto secundario indeseable, como precipitación sobre el material.
- \* Idealmente se espera que el antiespumante sea un producto que no contribuya a la viscosidad superficial ni posea efecto de repulsión entrópica, ni eléctrica, ni que sea soluble en medio espumoso, pero que sea capaz de orientarse en la interfase gas-líquido

**SECUESTRANTE** : Es un agente cuyo mecanismo es completamente opuesto a los dos anteriores. Su acción se basa en:

- \* la dispersión de los iones de baja solubilidad, con oportunidad de precipitarse
- \* la solubilización de las sales aún ya precipitadas

Se entiende como agente secuestrante, a la habilidad de un compuesto a formar un complejo soluble en agua con un ión metálico a pesar de la presencia de un catión precipitante.

### **3.3.2 SODA CAUSTICA, (NaOH)**

Técnicamente se obtiene por la electrólisis de cloruro de sodio o caustificación del carbonato. Es una masa fibro-cristalina, blanca, muy higroscópica, que en el aire absorbe rápidamente  $\text{CO}_2$  pasando a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Tiene una densidad: 2,13; punto de fusión:  $328^\circ\text{C}$ , se disuelve en agua con fuerte calentamiento dando al final una lejía viscosa, hasta de  $50^\circ\text{Be}$ , muy corrosiva. Se vende fundido, en barras envasadas en latas, y con fines analíticos se recristaliza en alcohol presentándose en forma de lentejas.



Las impurezas principales son: 2 a 3 % de carbonato, 0,2 a 2,8 % de sulfato; y 0,5 a 1,7 % de sal común. Se obtiene por caustificación de carbonato con cal en ciertas industrias (jabones), según la fórmula:



Los usos más importantes son: disgregación de la madera, maceración del algodón, fabricación de jabones, industria de colorantes y otros.

### **3.3.3 HIDROSULFITO DE SODIO (Ditionato de Sodio)**

Con el nombre de hidrosulfitos - hiposulfitos - se comprenden las sales del ácido hidrosulfuroso,  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , cuyo representante principal es la sal sódica,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ . El ácido fue concebido largo tiempo como anhídrido mixto  $\text{HO.S.O.SO}_2\text{H}$  de los ácidos sulfuroso  $\text{HO.SO.OH}$  y sulfoxílico  $\text{HO.SOH}$ . Actualmente se le considera como ácido disulfínico  $\text{HO}_2\text{S.SO}_2\text{H}$ , solo da sales neutras  $\text{Me}_2\text{S}_2\text{O}_4$ . Los oxidantes fuertes lo convierten en ácido sulfúrico, los oxidantes suaves en ácido ditiónico.

Se encuentran en el comercio como hidrosulfito conc. en polvo, y como hidrosulfito sódico anhidro,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , para reducción de colorantes tina.

### **PROPIEDADES**

El hidrosulfito de sodio se conoce como sal hidratada,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ , y como sal anhidra. La primera forma prismas delgados con brillo vítreo, solubles hasta un 22% (calculado sobre la sal anhidra) en agua, que únicamente en estado seco y bajo buen cierre se conserva inalterada durante

meses, pero sin embargo es muy descomponible. La sal anhidra es un polvo fino, considerablemente más soluble en agua que la sal hidratada y estable en alto grado en el aire seco. En solución acuosa se descompone el hidrosulfito, de manera rápida sobre todo cuando se calienta en presencia de ácidos minerales, en sulfito y en tío sulfato sódicos:



El sulfato dimetílico con el hidrosulfito sódico forma metiltiosulfato sódico. Por la acción del aire sobre la solución acuosa de la sal se forman bisulfito y bisulfato sódicos, para la cuál la oxidación se verifica en su mayor parte según la ecuación:



y en su menor parte según la ecuación:



Como producto intermedio puede formarse el peróxido de hidrógeno. Característico de los hidrosulfitos es su extraordinario poder reductor para los colorantes, nitrocompuestos y nitrosocompuestos.

## **CAPITULO IV**

### **LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA DENIM**

#### **4.1 LOCALIZACION DE LA PLANTA**

##### **4.1.1 Aspectos Generales.**

La planta como unidad productiva para la optimización en el proceso de teñido con colorante indigo y engomado, está ubicada en la ciudad de Lima. Cito: Pasaje Celedón 750, Cercado de Lima.

La optimización del proceso se realiza en la planta Compañía Industrial Nuevo Mundo, considerando conseguir los siguientes propósitos:

1. Reducir los costos del proceso productivo sin afectar la calidad del producto
2. Mantener igual o mejor la calidad del teñido y engomado del hilado.
3. Incrementar la exportación del producto elaborado
4. La optimización efectuada, puede ser aplicada en otras empresas dedicadas a este rubro.
5. Con la automatización de la maquinaria se ahorra en el requerimiento del personal.
6. Facilitar el manipuleo en el transporte de plegadores
7. Ahorro de espacio
8. Disponer sin mayor dificultad de la mano de obra especializada que se requiere.

9. Facilidad del transporte de insumos y artículos a exportar, que ocasiona menos gasto, lo cuál influye en el costo y se consigue con mayor facilidad que en el resto del país.

## **4.2 CAPACIDAD INSTALADA DE LA PLANTA**

La empresa, con el propósito de obtener una producción de 500 000 m mensuales tela denim de teñido con indigo, decidió la adquisición de una máquina automática de tren de línea (caustificado, teñido y engomado) flexible que combina el teñido tradicional y moderno del indigo.

Al inicio de sus operaciones se logró una producción anual de urdimbre teñida de 36% de la producción teórica estimada por los vendedores de la maquinaria, mejorando este valor estimado al segundo año de las operaciones hasta un 78% de la expectativa mencionada, logrando superar este con una nueva disposición de producción de la máquina, como veremos má adelante.

El área ocupada por la maquinaria, considerando un área de almacén de productos de teñido y engomado y una zona para manipular plegadores de fileta, se calcula en aproximadamente 955 m<sup>2</sup>.

El funcionamiento de la planta está establecido los 7 días de la semana, de los que se destinará 8 horas semanales a mantenimiento preventivo y 8 horas de reposo de máquina, para dar un margen de seguridad de tiempo a imprevistos a mantenimiento.

La capacidad productiva anual de planta estimada por la compañía

Sucker Muller, de acuerdo al manejo de ingeniería de planta, es:

Horas efectivas de trabajo anual 7896 hrs.

Velocidad promedio de máquina 25 m /mín.

Eficiencia estimada de máq. Por Sucker Muller 80%

Cap. Productiva =  $7896 \text{ hr} \cdot 25 \text{ m/mín.} \cdot 60 \text{ mín/hr} \cdot 0,8 = 9'475\ 200 \text{ m/año}$

La capacidad productiva mensual de planta resulta 789 600 metros

**CAPITULO V**  
**MAQUINARIA Y EQUIPOS**

**5.1 SELECCIÓN DE MAQUINARIA**

La empresa se inclinó por una máquina de tren denim automática y flexible de alta tecnología proveniente de la compañía alemana Sucker Muller.

Para la realización de optimización en el proceso de teñido con colorante indigo y engomado, se emplean equipos, que son las máquinas teñidoras modernas, en las que existen diversas marcas, cuya adquisición no es posible en el Perú por lo que la compra de estos equipos son realizadas en el extranjero; dependiendo de su procedencia los precios de estos equipos son variables.

Para efectuar la compra de estas maquinarias se debe tener las especificaciones, las que se consigue solicitando información al respecto y el presupuesto respectivo, para luego realizar los aspectos legales que rigen en nuestro país y de esta forma ejecutar su compra.

Dentro de las marcas importantes de este tipo de equipos se tienen:

<b>MARCA</b>	<b>PAIS DE ORIGEN</b>
SUCKER + MÜLLER	ALEMANIA
RAMALLUMIN	ITALIA
MASTER	ITALIA
BENINGER	ITALIA
WEST POINT	EE.UU.

## **5.1.1 MAQUINARIA DE PRODUCCION**

### **(LINEA SUCKER + MÜLLER)**

Durante 20 años, la firma alemana Sucker + Müller del Grupo Moenus, ha sido uno de los mayores vendedores en el mundo de líneas para el teñido de índigo. Los tejidos para Jeans todavía gozan de un éxito sin par y hay un considerable potencial para inversiones nuevas y de reemplazo, ya que los avances técnicos en la construcción de maquinaria permiten una producción a bajo costo y con un alto nivel de calidad.

El gran dominio del mercado atribuido a las máquinas de teñido de índigo fabricadas por Sucker + Müller se debe principalmente a las siguientes ventajas:

- Técnica segura de la máquina en los agregados de teñido y de engomado.
- Teñido reproducible con calidad estándar del denim.
- Bajo consumo de índigo y de productos químicos.
- Alta eficiencia de tejeduría gracias al sistema de teñido y engomado.

¿Cómo se han logrado estos excelentes resultados?

- Con una urdimbre de calidad óptima y lotes de gran longitud gracias a las urdidoras Hacoba, que tienen plegadores con un diámetro de hasta 1600 mm y longitudes de enrollado de hasta 35 000 metros.
- Con secciones que garantizan una inmersión y oxidación suficientes para alcanzar velocidades de teñido de hasta 30 m/min, combinadas

con una concentración baja y óptima del colorante y los productos químicos.

- Condiciones de oxidación constantes, independientes del clima del salón, debido al “Sistema de Oxidación Rápida”.
- Técnica de medición y dispensación completamente desarrollada para condiciones de teñido constantes y reproducibles.
- Mantenimiento sencillo de las artesas de humectación y de teñido gracias a rodillos de inmersión que se pueden remover.
- Óptima eficiencia de lavado gracias al sistema de lavado por cascada y contra – corriente.
- Recuperación del índigo y del agua de lavado.
- Condiciones de engomado constantes, puesto que el compensador está localizado entre la secadora de cilindros y la sección de partición del secado.
- No ocurre un secado excesivo de la urdimbre engomada.
- El sistema de construcción modular permite una óptima adaptación a los requerimientos del cliente de acuerdo al sistema de compartimientos múltiples:
  - Pre-tratamiento por medio de soda cáustica.
  - Diseño de líneas multi-colores para medición y circulación.

La maquinaria Tren Sucker Muller Denim consta de los componentes siguientes:



1. Urdimbre Textil
2. Plegadores de Urdimbre
3. Fileta de desenrollamiento
4. Regulador de desenrollamiento
5. Dispositivo sobrealimentador
6. Rodillos de reenvío
7. Rodillos compensadores
8. Cubas de humectación
9. Mecanismos exprimidores
10. Cubas de tintura
11. Dosificador de hidrosulfito
12. Pasajes de oxidación
13. Tanque dosificador de colorante madre.
14. Tanque de preparación de colorante madre.
15. Cubas de lavado
16. Secador de tintura
17. Dispositivo de encolado
18. Dispositivo de enzimaje
19. Secador de encolado
20. Compensador o Acumulador
21. Medidor y regulador de la humedad
22. Cabezal electrónico
23. Sistema eléctrico y electrónico del sistema de teñido

24. Tablero eléctrico y electrónico del sistema de oxidación
  25. Tablero eléctrico y electrónico del tanque de cola
  26. Tablero eléctrico y electrónico del acumulador
  27. Tablero eléctrico y electrónico del encolador
  28. Sistema neumático de máquina
  29. Sistema de vapor
  30. Sistema de agua blanda y dura
  31. Sistema de extractor de vapor
  32. Rodillos Reguladores.
  33. Dispositivo dinamométrico
- Ver Apéndice 10: B, C y D

### 5.1.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

La máquina de tren denim presenta las características, que a continuación se detallan:

**Plegadores de fileta modelo ZBH-NM** : en cantidad de 36, con 1600mm. de ancho útil

Dispone de disco de freno

**Fileta ANV-16** : bastidor en construcción de acero especialmente robusta, ejecución de fileta en 6 hileras de 2 pisos y estacionaria. La cual posee las partes siguientes:

- \* Rodillos de guía de desenrollamiento de tubo de acero de 100 mm de diámetro con revestimiento inoxidable

\* Cojinetes antifricción para el alojamiento de los pivotes del plegador, dispuestos en apoyos sobre pernos portantes regulables.

\* Frenos neumáticos del plegador de urdido para la fileta de plegadores

**Regulador de desenrollamiento AC-300:** Dispuesto en el dispositivo sobrealimentador para medir la fuerza de tracción; rango de medición : de 0 a 2700Nw

**Dispositivo sobrealimentador:** Rodillo especial de transporte de 212 mm de diámetro recubierto de goma blanda de 65 grado Shore. Además dispone de un rodillo desviador con revestimiento de cromado duro y girando en cojinetes de bolas, ubicado sobre rodillos de transporte, el cual tiene su accionamiento mediante un motor reductor trifásico de 4 Kw. controlada por tiristor. También existe un rodillo oscilante guiado paralelamente mediante un eje de torsión y cargado neumáticamente, para la regulación automática de la fuerza de tracción de la urdimbre ( aire comprimido de 0 a 6 bars) con potenciómetro, contactos de valor límite y lámparas señalizadoras

**Tina de Caustificado:** De acero inoxidable con alimentación automática y observación del nivel del baño mediante interruptor flotador, con emisor inductivo para la transmisión de contacto y válvula de cierre rápido, trabaja electroneumáticamente, también dispone de tubo distribuidor ubicado en el fondo de la cuba. Calentamiento directo e indirecto del baño con regulador de temperatura (termostato), y válvula de ajuste de vapor.

La máquina está equipada de un sistema de dosificación de hidrosulfito, soda cáustica y colorante

Anchura de cilindros : 1800 mm

Diámetro de cilindros exprimidores : 200 mm

Longitud de urdimbre en el baño : 6 m

**Dispositivo Exprimidor** : trabaja neumáticamente para una presión de exprimido máxima de 100KN, con un cilindro exprimidor superior de presión uniforme con revestimiento de goma blanda de 85 Shore, y un cilindro exprimidor inferior de goma dura de 99 Shore. Ambos cilindros exprimidores están montados sobre bastidores sólidos de acero y giran en cojinetes antifricción.

**Panel de mandos neumáticos:** colocado en el lado de servicio del dispositivo, para la preselección sin escalonamiento de la presión de exprimido deseada, con indicación de la misma en newtón y con interruptor para la carga neumática.

**Cubas de Tintura:** en cantidad de 5. De acero inoxidable, con 5 rodillos de inmersión montados en un bastidor en forma de cesta alzable y descendible, guiado paralelamente mediante un eje de torsión. Dispone de tomas de tuberías con conexiones para la circulación, mediante dos circuitos cerrados al depósito mezclador de baños de tintura, introducción del baño y distribución del mismo mediante tubo situado en el fondo de las cubas.

**Sistema de oxidación rápida por aire forzado TCFA:** 5 pasajes de oxidación con un dispositivo de entrada de aire para un volumen de 50400 m<sup>3</sup>/hra y con regulador de temperatura de 22 a 55°C.

Ventilador con un motor de 30Kw a 1500 RPM.

Aparato de medición de pH Redox: aparato industrial de medición de transformación gobernada por microprocesador con dos entradas de baja impedancia, además está compuesto de dos sensores, uno para pH y otro para los milivoltios.

**Cubas de lavado:** en cantidad de 2. Ejecución en cascada con afluencia de agua en contracorriente. Cada una es de acero inoxidable según normas DIN con una capacidad aproximada de 800 litros con 3 rodillos de inmersión de 200 mm de diámetro.

Evacuación del agua por 2 sistemas de drenaje y de desagüe ubicados a la salida de la cuba

**Secadores para urdimbres tipo ZG- 6:** Cantidad de cilindros secadores 6. De diámetro de los cilindros 800mm, espesor de la pared 2,5 mm. Presión máxima de servicio 5 bar, con sistema de purgado del agua de condensación a través de tubo de sifón, y sus prensaestopas automáticas, libres de mantenimiento, para los empalmes de vapor y de agua de condensación con purga automática del aire de los cilindros, inclusive tubos flexibles de empalme de acero inoxidable.

**Dispositivos de encolado SDC-40:** son de construcción de acero, niquelado químicamente, están cubiertos lateralmente de acero inoxidable

con puertas para el mantenimiento del accionamiento, del mando y del sistema neumático, con cuadros de mandos por ambos lados con teclado laminar.

Cantidad de rodillos exprimidores	: 2x2
Cantidad de rodillos de inmersión	2
Presión máx. de exprimido del exprimidor principal	40 KN
Velocidad máx. de la máquina	: 80 m / min

**Cuba de cola de doble pared:** Subdividida en cubas de trabajo : cuba primaria, lado interior y exterior de acero inoxidable.

Posee alimentación automática de control de cola en la cuba primaria, desde un depósito de reserva a lo alto, a través de un regulador de nivel y válvula neumática

Tiene una tubería de circulación de cola, fácilmente desmontable, de acero inoxidable, con bomba especial accionada por un moto reductor de 1,1 Kw., así como empalme para el reflujó de cola mediante válvula esférica accionada neumáticamente.

**Sistema de circulación y filtrado:** Con válvulas esféricas, accionadas neumáticamente, para la evacuación de cola de la cuba primaria y de la cuba de trabajo, dispone de un tubo de distribución de cola en la cuba de trabajo

**Procesador OP-20:** Realiza una regulación de la temperatura de cola, a través de una válvula de regulación neumática instalada en la tubería de admisión de vapor para el calentamiento de la cuba. Transductor de señales

para convertir la señal de regulación en una presión de regulación de 0,2 y 1,0 bar.

**Dispositivo sobrealimentador:** De accionamiento con variador encajable, embrague conectable y variador de correas de precisión ajustable, que dispone de:

- un rodillo de transporte de 212 mm de diámetro revestido de goma blanda 65° Shore, con emisor de impulsos para medir la longitud de urdimbre entrante
- Un rodillo de apriete de 100 mm de diámetro ascendente de forma neumática
- Dos rodillos de guía de 100 mm de diámetro, el primero de ellos como rodillo compensador para medir la fuerza de tracción de entrada entre el dispositivo sobrealimentador y el mecanismo exprimidor cuyo rango de medición de 0 a 2000 N, y el segundo rodillo como rodillo de reenvío precedente al rodillo de inmersión.

Control automático de la presión de exprimido de 0 a 40 KN operado neumáticamente, con preselección continua para la marcha lenta y la marcha normal.

La regulación automática de la presión de exprimido se realiza de acuerdo a la velocidad de la máquina.

Accionamiento del dispositivo de encolado mediante un motor reductor de corriente trifásica regulado por frecuencia en combinación con el ordenador de procesos en el mando de la máquina.

**Secadores diagonales delta ZM-2/2 – 4:**

Diámetro de cilindros secadores	800,0 mm
Espesor de pared de cilindros secadores	2,5 mm
Presión de servicio	5,0 Bar
Cantidad con revestimiento de teflón	5,0
Cantidad de grupos de calefacción	3,0

Accionamiento con motor de corriente trifásica, regulador por frecuencia de 13,2 Kw. gobernado en combinación con el ordenador de procesos.

Regulación de la temperatura de los cilindros mediante el procesador OP - 20. Por cada zona de regulación hay una sonda de medición PT 100 con tubo de protección de acero inoxidable, prensaestopas automático para la instalación en el cilindro secador.

Dispone de un traductor de señal para convertir la señal de regulación en una presión de regulación entre 0,2 y 1,0 bar

Tiene 8 purgadores de agua de condensación y 1 válvula de reducción de vapor

**Dispositivo de ensimaje de urdimbre:** Cuba de acero inoxidable calefaccionada indirectamente para productos solidos. Rodillo de aplicación de acero inoxidable con superficie tratada especialmente.

**Acumulador compensador:** Con accionamiento mediante motor de corriente continua para hacerse cargo de la instalación de tintura y engomado en una parada de la máquina para cambio de plegador.

**Mecanismo de transporte:** Con un rodillo de transporte de 225 mm de



diámetro con revestimiento de goma blanda de 70° shore, con generador de impulsos para medir la longitud de urdimbre y velocidad.

Otro rodillo de regulación cromado de 188 mm de diámetro para medir la fuerza de tracción y regulación de accionamiento de enrollamiento, apriete contra el rodillo de transporte al cambiar el plegador.

Peine extensible con segmentos de peine de 100 mm de longitud, cada uno con 30 dientes.

**Cocina de cola a rotor RK 121:** Con depósito de acero inoxidable, camisa exterior del mismo material con aislamiento intermedio totalmente cubierto con una tapa dividida.

Calefacción directa a vapor mediante anillo de calefacción perforado para una presión de vapor de 2 y 5 bar.

Agitador a paletas accionado por un moto reductor plano de polos conmutables con 2 velocidades, con chapas cortacorrientes para intensificar el efecto cortante del agitador

Bomba centrífuga especial para transporte de la cola después de la cocción al depósito de reserva, pero sin tubería para la cola

### **5.1.3 EQUIPOS DE CONTROL**

**Medidor de humedad tipo EMC – 9 de fabricación MAHLO:** Cuya instalación consiste de un dispositivo sensor con 3 rodillos medidores basculantes. Terminal de servicio e indicación con indicador en pantalla y

representación de los valores de consigna preintroducidos así como los valores reales

**Viscosímetro y aparato de visualización de la goma:** Para la medición de la temperatura y la viscosidad con registrador doble de presión y temperatura para registrar los valores de presión y temperatura, con regulador de temperatura para activar la medición de la viscosidad y mantener constante la temperatura de cocción deseada con aparato de señalización para concluir el proceso de cocinado al alcanzar la viscosidad ajustada

**Refractómetro** Instrumento especial utilizado para el análisis de concentración de sólidos en una solución engomante, brindándonos la respuesta en porcentajes de sólidos

Su rango de medición es de 0 a 32%

**PH-meters CG 840:** para medición de PH con compensación automática de temperatura, cuyo rango es de -1 a 16 con un error de 0,01, el voltaje redox va de -1000 a 1700 milivoltios y rango de temperatura de -199 a 199°C

**Titrimo SM 702:** Instrumento de medición de concentración de hidrosulfito e indigo en la solución del baño, mediante una valoración redox, en la cuál se usa un agente oxidante para asegurar la oxidación paulatina del hidrosulfito y del indigo del baño de tintura. Ver Apéndice 10:A

**Densímetro** : instrumento utilizado en la medición de la concentración (en °Be) de la solución de baño de pre tratamiento.

- Medidor de Humedad:
- Medidor de Temperatura:

## **5.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO**

El mantenimiento tiene como propósito establecer un sistema que permita preservar los bienes de capital.

El programa de mantenimiento incluye los siguientes factores:

- La condición de la fabrica
- La calidad del material
- La clase de materia prima
- El tipo y cantidad de mano de obra disponible
- El tipo de maquinaria

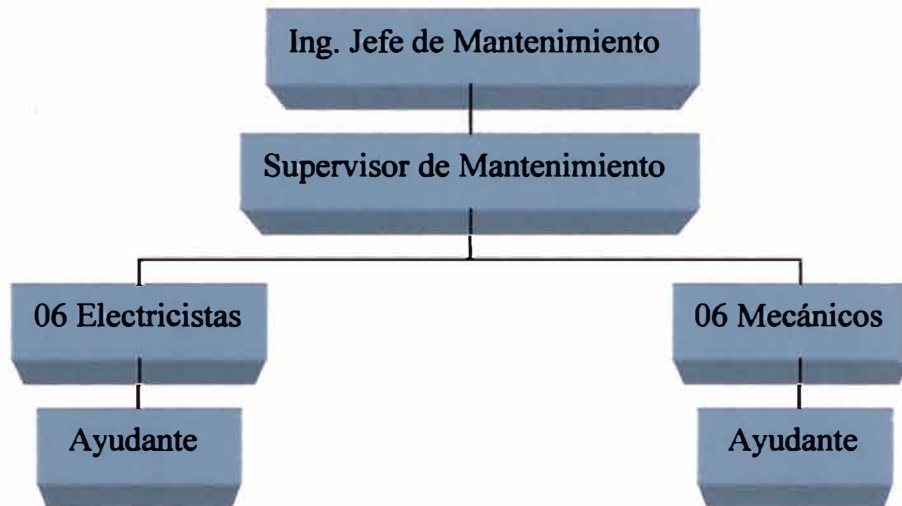
### Control de Mantenimiento

Para cumplir el programa de mantenimiento se dispondrá de personal calificado encargado de la programación, discusión, aprobación y puesta en marcha del programa de mantenimiento, y estará compuesto por:

- Ingeniero jefe de planta
- Ingeniero jefe de mantenimiento

## 5.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### ORGANIGRAMA



Objetivos del Mantenimiento Preventivo: Para el buen funcionamiento del proceso productivo es necesario efectuar un buen programa de mantenimiento de la maquinaria y equipos en general.

Dentro de este programa podemos citar los objetivos siguientes:

1. Efectuar una inspección definitiva y el ciclo de limpieza de la máquina, con la finalidad de asegurar buenas condiciones mecánicas- eléctricas, y con el fin de asegurar el mínimo tiempo de paro no previsto y un máximo tiempo de marcha productiva.
2. Desarrollar una secuencia de principios de mantenimiento preventivo para la maquinaria llevando a cabo un registro activo de las partes de la maquinaria, del estado en que se encuentran
3. Disponer el stock necesario de los repuestos en el almacén, suficientes para cada inspección, revisión y limpieza, de manera tal que se esté seguro de haber realizado el mantenimiento respectivo

4. Al efectuar el mantenimiento preventivo, de acuerdo al registro activo del estado de las partes de la maquinaria, en lo posible se debe evitar los desperfectos en la máquina, realizando los arreglos antes que ocasionen mayores daños.

Este programa de mantenimiento preventivo que se elabora, ya sea semanal, mensual o anual, se llevará a cabo mediante un grupo de trabajo.

Mantenimiento Semanal: El jefe de mantenimiento hace entrega el día anterior de la documentación correspondiente al supervisor de mantenimiento.

El supervisor de mantenimiento recibe los documentos siguientes:

- Plan de mantenimiento semanal
- Hoja de trabajo e inspección a efectuar por sectores de la máquina
- Parte semanal de mantenimiento

El supervisor hará entrega de los documentos siguientes:

- Hoja de trabajo e inspección realizada (semanal)
- Parte semanal de mantenimiento

Descripción del Mantenimiento Preventivo:

### **1) Inspección de electro bombas en tinas.**

#### **Acciones**

#### **1er piso zona de teñido**

- verificar buen funcionamiento de electro bomba (circulación de indigo). Verificar fugas por sello mecánico.
- verificar buen funcionamiento de bomba dosificadora (sigma).

- verificar buen funcionamiento de electro bomba (circulación de producto del reservorio de colorante junto a las tinajas) y moto reductor , verificar fugas.
- limpiar y revisar estado de control de nivel de boya en reservorio de colorante. Probar operación de sensores de boya.

## **2) Mantenimiento de filtro de soda cáustica.**

## **3) Inspección de bombas en tanques de preparación**

### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento de moto reductor y bomba dosificadora (netsch).  
tanque de neutralizado.  
tanque de soda cáustica.  
tanque de indigo.  
tanque de colorante.  
tanque de oxidación.
- revisar nivel de aceite de moto reductores que accionan bombas dosificadoras.
- verificar goteo por prensaestopas de bombas dosificadoras nemo-netsch.

## **4) Mantenimiento del dosificador de hidrosulfito**

### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento de electro bombas de circulación de producto en dosificador de hidrosulfito.

- verificar buen funcionamiento de moto reductor que acciona moledora.
- limpiar y revisar estado de 02 controles de nivel de boya, probar el funcionamiento de sensores.

## **5) Mantenimiento del acumulador**

### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento de motor y bomba de recirculación de aceite hidráulico.
- revisar nivel de aceite hidráulico en tanque de reserva (aceite mobil de extra heavy).
- verificar buen funcionamiento de 04 pistones hidráulicos de doble efecto. revisar fugas.
- limpiar, lubricar 04 cadenas dobles, 04 piñones dobles.
- limpiar, lubricar cremalleras, ruedas dentadas.
- limpiar, lubricar soportes de eje de piñones dobles.

## **6) Mantenimiento del dispositivo de ensimaje**

### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento de moto reductor que acciona polin encerador de hilos.
- revisar estado de resortes del polin compensador.

## **7) Inspección y mantenimiento de cabezal**

### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento de moto reductores.
  - acciona rodillo de transporte.
  - acciona eje sin fin izquierdo.
  - acciona eje sin fin derecho.
  - acciona izaje de puerta malla.
  - acciona abridor del peine.
  - acciona deslizamiento del peine.
  - accionan vaivén del peine.
  - acciona rodillo enrollador.

## **8) Mantenimiento del secador zm 2/2-4**

### **Acciones**

#### **Sistema de transmisión a cilindros**

- limpiar, lubricar y revisar estado de cadena doble, piñón de transmisión a 4 cilindros secadores.
- verificar buen funcionamiento de templador de cadena neumática (pistón neumático de simple efecto, válvula reguladora de presión y manómetro), verificar medida y marca.
- lubricar y revisar estado de cardan y eje de transmisión.

## **9) Mantenimiento de fileta de plegadores.**

### **Acciones**

- lubricar rodajes en los ejes de soporte de plegadores.



- limpiar y revisar estado de fajas de freno (pastillas).
- revisar pernos sackets de plegadores.
- lubricar rodajes de polines pase de hilo.
- lubricar rodajes de 02 polines pase de hilo (salida de fileta).

## **10) Mantenimiento del Sistema neumático en fileta de plegadores**

### **Acciones**

- limpiar y verificar buen funcionamiento de pistones neumáticos de simple efecto (accionan fajas de freno).
- verificar buen funcionamiento de 02 manómetros y válvulas reguladoras de presión (control de freno).
- revisar estado de mangueras y conexiones, detectar fuga.

## **11) Lubricacion de rodillos en zona de teñido**

### **Acciones**

#### **Zona de teñido**

- limpiar y lubricar rodajes de rodillo pase de hilo y polin (entrada a tina de lavado y teñido).
- limpiar y lubricar rodajes de 02 rodillos pase de hilo, rodillo compensador y eje de transmisión (salida de tinas de humectación, lavado y teñido).
- limpiar y lubricar rodajes de 02 rodillos exprimidores (superior e inferior) en tinas de humectación, lavado y teñido.

- limpiar, lubricar y revisar estado de rodajes de rodillos pase de hilo, polines abridores de hilo y polines pintados pase de hilo (parte superior de tinas).

## **12) Mantenimiento de tinas de lavado y teñido**

### **Acciones**

#### **Tinas N° 2, 3, 9 y 10 de lavado**

- limpiar y revisar estado de bocinas de rodillos sumergibles.
- limpiar y revisar estado de soporte de rodillos sumergibles (en la tina).
- lubricar rodajes de 02 rodillos exprimidores (en la tina).
- verificar buen funcionamiento de 04 pistones neumáticos de simple efecto (accionan 02 rodillos exprimidores superiores).
- revisar estado de serpentín de vapor y ducha de agua blanda.

#### **Tinas N° 4, 5, 6, 7 y 8 de teñido**

- limpiar y revisar estado de bocinas de rodillos sumergibles.
- limpiar y revisar estado de rodajes de rodillo de pase de hilo (en la tina).
- lubricar rodajes de polin de acero inoxidable pase de hilo.
- revisar estado de serpentín de vapor y ducha de agua blanda.

#### **Sistema regulador de altura en tinas de teñido**

- verificar buen funcionamiento de 02 pistones neumáticos de doble efecto.
- limpiar, lubricar y revisar estado de 04 piñones y 02 cadenas.

### **13) Mantenimiento del Sistema de oxidación**

#### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento motor (acciona ventilador).
- revisar sistema de transmisión a ventilador (estado de poleas y fajas).
- revisar estado de serpentín de vapor.
- limpiar y revisar estado de filtros en cámara de oxidación y ductos de aire caliente.

### **14) Mantenimiento del Sistema extractor de vapor**

#### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento motor (acciona extractor de vapor).
- revisar estado de 02 poleas y fajas en "v" (transmisión a extractor).
- verificar buen funcionamiento motor (acciona extractor de vapor).

### **15) Mantenimiento del sistema de vapor en zona de teñido**

#### **Acciones**

##### **Línea de vapor a tinajas**

- verificar buen funcionamiento de válvulas en la línea de vapor a tinajas de humectación, lavado y teñido.
- verificar buen funcionamiento de trampa y válvulas en líneas de desfogue de condensado.

##### **Línea de vapor y condensado en tanques de preparación**

- verificar buen funcionamiento de valvulas en la línea de vapor.

- verificar buen funcionamiento de trampa y válvulas en líneas de condensado.

#### **16) Mantenimiento del secador zt-7**

##### **Acciones**

- revisar estado de cilindros secadores con revestimiento de teflón.
- limpiar y revisar estado de rodajes, cambiar o tomar muestra de aceite de reservorio de cilindros secadores (revisar nivel de aceite).

#### **17) Mantenimiento del secador zg-6**

##### **Acciones**

- revisar estado de 06 cilindros secadores.
- limpiar y revisar estado de rodajes, cambiar aceite de reservorio de cilindros secadores.

#### **18) Mantenimiento de cilindros secadores**

##### **Acciones**

- válvulas de alivio (aireación) de cilindros secadores.
- limpiar e inspeccionar válvulas de alivio (aireación).

#### **19) Mantenimiento de tina de humectación**

- lubricar rodajes de rodillo pase de hilo y 02 polines abridores de hilo (entrada a la tina).
- limpiar y revisar estado de carbones de 05 rodillos sumergibles.
- revisar estado de serpentín de vapor y ducha de agua blanda.
- limpiar y revisar estado de control de nivel de boya.

## **20) Lubricacion de rodillos en zona de engomado**

### **Acciones**

#### **Acumulador-compensador**

- limpiar y lubricar soporte de ejes de piñones dobles.
- limpiar y lubricar rodajes de 17 polines pase de hilo (en cada acumulador).

## **21) Mantenimiento de tina de engomado**

### **Acciones**

- limpiar y lubricar rodajes de polín pase de hilo de acero inoxidable (entrada a la tina).
- limpiar y lubricar rodajes de rodillo de transporte, rodillo de compresión, palanca (entrada a tina), rodillo pase de hilo y rodillo oscilante.
- lubricar husillo del engranaje de rodillos exprimidores y rodajes de 04 rodillos exprimidores.
- limpiar y lubricar soportes de 02 rodillos de inmersión y reglaje de cono.
- limpiar y lubricar rodajes de polin abridor de hilo y pase de hilo (salida de tina).

## **22) Inspección de motoreductores**

### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento de motor principal (acciona reductores flotantes).

- verificar buen funcionamiento de reductores flotantes (que accionan rodillos exprimidores).
- revisar estado de poleas y fajas en "v" (transmisión a reductores flotantes).
- verificar buen funcionamiento de motoreductor que acciona rodillo sumergible a la salida del hilo, y el que acciona rodillo sumergible a la entrada del hilo.

### **23) Mantenimiento de motoreductores**

#### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento de motoreductor n°46 (accionan reductores transmisión por cardan).
- verificar buen funcionamiento de reductor n°46a, n°46b (accionan cilindros secadores).

### **24) Inspección de motorreductores en tinas**

#### **Acciones**

- verificar buen funcionamiento de motoreductores:
  - el que acciona rodillo de transporte de hilo en dispositivo sobrealimentador.
  - el que acciona rodillo exprimidor inferior en tina de humectación.
  - los que accionan los rodillos exprimidores inferior en tinas n°: 2, 3, 9 y 10 de lavado.
  - los que accionan rodillo exprimidor inferior en tinas n°: 4, 5, 6, 7, y 8 de teñido.

- revisar nivel de aceite de motoreductores.

## **25) Inspección de motoreductores y bomba**

### **Acciones**

#### **Cocina de cola rk 121**

- verificar buen funcionamiento de motoreductor y agitador de tanque de cocina de cola
- verificar buen funcionamiento de electrobomba de circulación de cola.

## **26) Inspección de motoreductor**

### **Acciones**

#### **DEPOSITO DE COLA V-1000**

- verificar buen funcionamiento de motoreductor y agitador de tanque de depósito de cola v-1000.

## **27) Mantenimiento del sistema de agua en zona de teñido**

### **Acciones**

#### **Líneas de agua blanda, agua dura y desfogue en tinas**

- verificar buen funcionamiento de válvulas en líneas de agua blanda a tinas de humectación, lavado y teñido.
- revisar estado de intercambiador de calor de agua blanda ( tinas n°1 y n°2 de lavado).
- verificar buen funcionamiento de válvulas en líneas de agua dura a tinas de lavado.

- verificar buen funcionamiento de válvulas en líneas de desfogue de tinas.

### **5.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

A pesar de efectuar el mantenimiento preventivo ocurren los paros no previstos, que son ocasionados por la fatiga de diversas piezas mecánicas o la falla de algún tipo de dispositivo electrónico, cesando el funcionamiento de la maquinaria. Los que mayormente actúan negativamente en los índices de desperdicio, calidad y productividad dentro de la producción, forzando a un mantenimiento correctivo, con la participación del equipo técnico de mantenimiento en la solución del problema ocuriente contando para ello con un almacén de repuestos para el reemplazo necesario.



## CAPITULO VI

### INGENIERIA DEL PROYECTO

#### 6.1 EL PRODUCTO

El producto viene a ser el hilado teñido y engomado el cuál estará destinado como insumo en la fabricación de tejido plano Denim, para fabricación de pantalones y camisas de uso no estacional con las características técnicas descritas en cuadro 6.1

Cuadro 6.1 Características Técnicas de Tejido Plano Denim

Especificaciones	Articulo I 7007	Articulo II 7423/7017	Articulo III 7012	Articulo IV 7059
Peso en onzas / Yd <sup>2</sup>	14	12	9	8,5
Ancho de Tela (m)	1,70	1,70	1,60	1,40
Composición ( % ) Alg.	100	100	100	100
Titulo del hilo ( Ne)	5,5	8,0	10,0	12,0

#### 6.2 PROGRAMA DE PRODUCCION

La programación de la producción está orientada de acuerdo a las necesidades planteadas en tejeduría, según las proyecciones de venta y teniendo en consideración el abastecimiento de hilo en sus características ya mencionadas.

Con el propósito de no ocasionar cuello de botella en la línea de producción, la maquinaria sigue un programa de teñido de los artículos ya mencionados a velocidades optimizadas.

### **6.3 PROCESO PRODUCTIVO**

En el desarrollo del proceso productivo se utilizan los servicios de agua vapor y aire bajo las siguientes características:

#### **AGUA**

La industria textil es una de las industrias que más consume el agua debido a la serie de procesos húmedos. El uso de agua blanda en la industria textil ha propiciado que la Compañía Industrial Nuevo Mundo S.A. haya instalado su equipo de tratamiento de agua, para así poder abastecer las diferentes áreas de la empresa.

El agua blanda que es utilizada en Planta Denim, para sus diversas etapas de proceso es obtenida por medio de un tratamiento de agua dura. El agua a tratar proviene de un pozo que es sustraído por bombas de succión para ser llevado al ablandador de intercambio iónico que trabaja con una resina sintética (granos de zeolita), cargada negativamente cuya función es captar los iones que dan la dureza del agua como las sales de calcio, magnesio ambas de carga positiva, significa que estas sales se aferrán en los granos cuando el agua dura pasa a través del depósito. Los iones del sodio también tienen cargas positivas, no obstante tan fuertes como la carga en el calcio y el magnesio. El ablandador de agua tiene un depósito de salmuera separado de los granos que usa una sal común para crear esta salmuera.

El agua dura entra en el tanque tratamiento y los iones de calcio y magnesio se mueven a los granos, substituyendo iones del sodio. Los iones del sodio entran al agua. Cuando los granos se saturan con calcio y el magnesio, la unidad comienza un ciclo de regeneración, estas resinas tienen un tiempo de duración pero es regenerada con sal industrial para su reutilización.

Estos ablandadores trabajan 12 horas obteniéndose una calidad de agua cuya dureza total es de 4 grados alemanes ( $1^{\circ}\text{H}=17,8$  ppm) esto asegura una agua blanda adecuada para el proceso de teñido denim.

## **AIRE**

El aire es importante en planta denim por los diversos sistemas neumáticos que se utilizan en las diversas etapas del proceso como: pre tratamiento, teñido y engomado

El aire utilizado en Planta Denim, proviene de compresores. La empresa cuenta con tres (3), sistemas de compresoras que alimenta a toda las áreas.

Dos compresores marca Sullair Presión máxima 125 psi y presión mínima 115 psi.

Un sistema compresor marca Ingersoll Rand

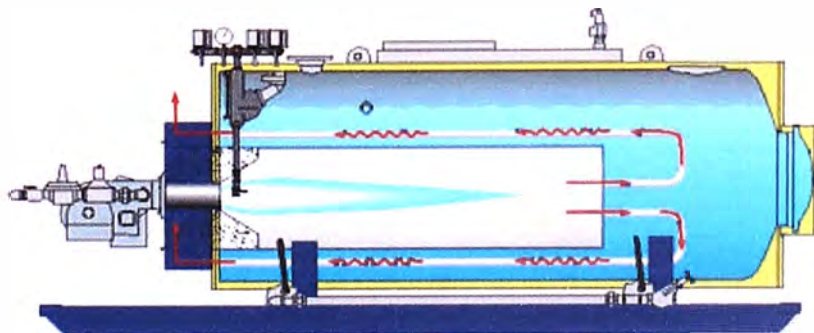
## VAPOR

La Compañía Industrial Nuevo Mundo S.A. hace uso de 5 calderas para proveer a las diversas áreas de vapor. Actualmente las calderas tienen mayor uso en las distintas industrias, las primeras calderas tenían el inconveniente que los gases calientes estaban en contacto con sus bases ocasionado el mal aprovechamiento del calor de combustible. Debido a esto las instalaciones industriales han ido perfeccionándose, colocándo el fuego en el interior de la caldera y posteriormente se introduce tubos, para aumentar la superficie de calefacción y por el interior de los tubos circulan gases o agua.

Las calderas se clasifican en:

1. Caldera Pirotubular (tubo de humo)
2. Caldera Acuotubular (tubo de agua) los gases y humos provenientes de la combustión rodean los tubos en cuyo interior circula agua.

Las calderas que utiliza la Compañía Industrial Nuevo Mundo S.A.



son calderas de tipo “**Pirotubular**”; aquellos en que los gases y humos provienen de la combustión y pasan por los tubos que se encuentran sumergidos en el agua.

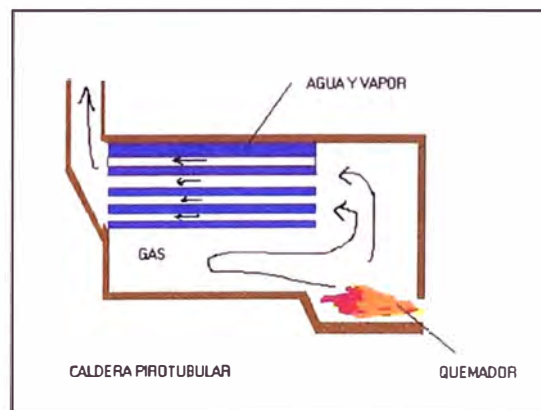
**Ventajas:**

- Menor costo inicial debido a su simplicidad de diseño
- Mayor flexibilidad de operación
- Menor exigencia de pureza de agua de alimentación.

**Inconvenientes:**

- Mayor tiempo para subir la presión y entrar en funcionamiento.
- No son empleados para altas presiones.

**Flujos de Gases en las Calderas Pirotubular:**



Las características y especificaciones técnicas de la caldera Marca “Distral” utilizada en la Empresa Nuevo Mundo S.A. son:

- Capacidad de 600 HP
- Presión de Diseño 150 psi
- Presión de trabajo 120 psi.
- Combustible: D2 (diesel) y Residual 5.

Surge la necesidad de organizar una investigación en la planta denim, con el objetivo de mejorar en cada fase del proceso, realizando los cambios en los parámetros, para optimizarlo y de esta forma reducir los costos de producción y mejorar la calidad.

Los aspectos desarrollados en la innovación del proceso denim son:

<b>PRETRATAMIENTO</b>	<b>TEÑIDO</b>	<b>ENGOMADO</b>
1. Manejo de concentraciones de baño de caustificado apropiadas 2. Implementación del uso de soda reciclada en lugar de soda pura(50 Be°).	1. Efectuar un sistema de control de parámetros del baño de teñido. 2. Estandarizar sistema de preparación del baño de colorante madre de índigo 3. Realizar la dosificación adecuada	1. Cambio de formulación, bajo las propiedades de los productos encolantes.

Los cambios efectuados en todas las fases del proceso del denim esta referido a cambios físicos como la velocidad de la máquina y las fuerzas apropiadas en todos los sectores de la maquina para evitar la ruptura de los hilos.

**6.3.1 CAUSTIFICADO:** Proceso considerado como un fenómeno de orden físico-químico, durante el cual ocurre solo el hinchamiento de la fibra especialmente el del algodón muerto e inmaduro, puesto que lo que se consigue es mejorar la adsorción del colorante por parte de la fibra (hinchamiento irreversible), difiere claramente en la morfología que originalmente tenía, no sufre un cambio químico que altere su naturaleza sustancialmente, aún cuando durante el proceso mismo se dan fenómenos químicos, como es la formación del hidrato de celulosa :  $(C_6H_{10}O_5) \cdot nH_2O$ . Este último, desde el punto de vista químico, es igual a la celulosa original y está modificada solo a nivel morfológico y ahora posee mayor zona amorfa, razón por la cuál se le denomina como CELULOSA II, mientras que a la celulosa original se le llama CELULOSA I.

A pesar de los esfuerzos realizados en el estudio de la acción de las soluciones de soda cáustica sobre la celulosa, el problema de la formación del álcali celulosa no está totalmente demostrada y del mismo modo su estequiometría, ya que se desconoce de sí, se forma:

- i) Un alcoholato de celulosa:  $(C_6H_9O_4 OH)_n + NaOH \rightarrow (C_6H_9O_4 ONa)_n$  o
- ii) Un compuesto molecular entre la soda cáustica, NaOH y la celulosa del siguiente tipo:  $[C_6H_{10}O_5 \cdot NaOH]_n$

Esto se debe, a la diferente reactividad de los grupos oxidrónicos de la celulosa, y es evidente que la interacción del álcali con el grupo OH secundario del carbono 2 produce la formación del alcoholato de celulosa

en virtud de un mayor grado de acidez frente a los grupos OH de otros alcoholes.

Al ingresar el NaOH al interior de la fibra a través de los canales microfibrilares, produce en la celulosa acciones de tipo físico químicas, cuya naturaleza depende de la concentración de la soda cáustica, NaOH. Así, para soluciones de 17°Be o más, se formaría el álcali celulosa,  $(C_6H_{10}O_5)_2 \cdot NaOH$ ; mientras que con soluciones de 28°Be se forman productos de la siguiente fórmula,  $(C_6H_{10}O_5) \cdot NaOH$ .

El equipo o maquinaria empleada para el caustificado llevan los dispositivos apropiados para controlar estrictamente las condiciones operativas, de acuerdo a los siguientes parámetros:

1. Concentración de la soda cáustica
2. Tiempo de inmersión del textil en la lejía, aprox. : 15 s
3. Temperatura durante el caustificado
4. Tensión aplicada sobre el textil durante el proceso para obtener un brillo característico, uniforme y permanente en el textil

En el proceso del caustificado se hace necesario el uso de algunos auxiliares en el baño caustificante a fin de mejorar el ingreso de la solución alcalina con mayor facilidad, siendo estos auxiliares los llamados humectantes y secuestrantes.



### 6.3.1.1 PARÁMETROS DEL PROCESO DE CAUSTIFICADO

Cuadro 6.2 Parámetros utilizando NaOH 50°Be pura sin reciclar

Ne	Refuerzo de NaOH (g/L)	Tiempo de Inmersión (s)	Tensión de Hilo Urdim. (Bar)	Temperatura (°C)	Presión de Rodillo (Bar)
5,5	201 (23 °Be)	14,40	3,8	Ambiente	6,5
8	258 (27°Be)	16,40	3,4	Ambiente	6,0
10	188 (21°Be)	16,40	3,2	Ambiente	6,00
12	161 (19°Be)	16,40	3,0	Ambiente	5,75

Cuadro 6.3 Parámetros durante la Optimización–utilizando mayormente soda reciclada

Ne	Refuerzo de NaOH (g/L)	Tiempo de Inmersión (s)	Tensión de Hilo Urdim. (Bar)	Temperatura (°C)	Presión de Rodillo (Bar)
5,5	201 (23 °Be)	12,79	3,8	Ambiente	6,5
8	258 (27°Be)	12,79	3,4	Ambiente	6,0
10	188 (21°Be)	12,38	3,3	Ambiente	6,0
12	161 (19°Be)	13,22	3,0	Ambiente	5,75

Ver referente a °Be apéndice 1

El proceso de caustificado se realiza con la finalidad de mejorar la capacidad tintórea del llamado “algodón muerto”. Para conseguir este propósito se efectúa un tratamiento superficial bajo las condiciones señaladas en el cuadro anterior.

El proceso de caustificado implica por lo tanto, un cambio de tipo físico y morfológico en la fibra, como consecuencia del proceso de hinchamiento, el cual para otros investigadores y especialistas es también un caso o principio de dispersión de la celulosa, ocurriendo entre otros

efectos que la superficie interna de la fibra sea incrementada considerablemente y por ende más accesible. Lo que puede también ser aceptado como un incremento de la zona amorfa de la fibra y con cambios que resultan permanentes.

Algunos autores, en base a la importancia de la hidratación de los cationes en las soluciones alcalinas ya conocido desde hace mucho tiempo, han considerado el hinchamiento como un proceso surgido de la sustitución de algo del agua de hidratación del hidróxido metálico disuelto, por grupos hidroxil – celulósicos, tal como se muestra en el siguiente esquema :



Las moléculas de agua liberadas ocupan ahora un volumen más grande que cuando ellas están asociadas con los iones sodio y así causa un hinchamiento. Ver Apéndice 4

Esta teoría del hinchamiento es la más generalizada.

## **LOS FACTORES QUE INFLUENCIAN EL PROCESO DEL CAUSTIFICADO**

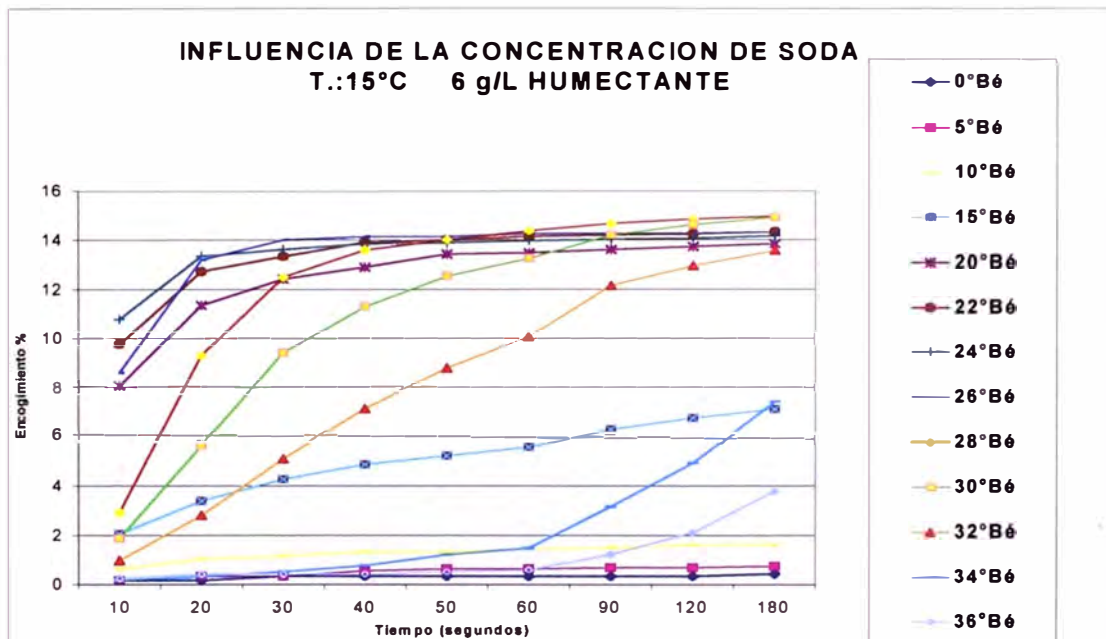
La eficacia de un proceso de caustificado es influenciada por algunos factores, como son:

- a) Concentración de la lejía.
- b) Temperatura del caustificado
- c) Tiempo de caustificado
- d) Tensión de la Urdimbre

**a) LA CONCENTRACIÓN DE LA LEJIA.-** la concentración de la solución alcalina, resulta ser el factor determinante más destacable del proceso, esto sin restar importancia a los otros factores, como son la temperatura y el tiempo, con los cuales está cualitativa y cuantitativamente relacionados. En tal sentido, se prefiere en la práctica el NaOH en solución acuosa en el rango de 15°Be a 22°Be, concentraciones que si bien no producen el mayor grado de hinchamiento en la celulosa, en la práctica resultan ser preferidas, debido al hecho que durante el caustificado hay una preferente absorción de la soda cáustica por parte de la celulosa, siendo así el exceso de hidróxido de sodio necesario para mantener constante la mínima concentración de la lejía, con el fin de obtener un óptimo caustificado.

Pero además se ha encontrado que las soluciones de hidróxido de sodio de 20°Be tienen la mayor acción hinchante sobre la celulosa y estas concentraciones no son altas, pero resultan suficientes para producir el mejor efecto. Ver cuadro de disolución de la soda cáustica en el agua, Apéndice 2

El gráfico que muestra el análisis de laboratorio, brinda el fundamento bajo el cual el criterio impulsa a elegir el caustificado más no así el mercerizado por los resultados apropiados al proceso.

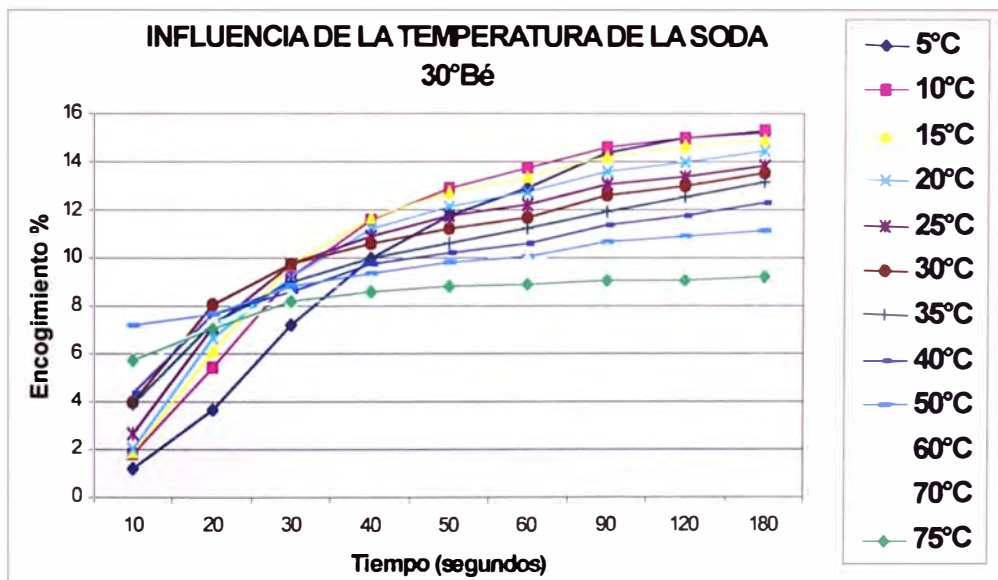


**b) LA TEMPERATURA DE CAUSTIFICADO.-** La temperatura del caustificado se puede fijar en 12°C o también en 15°C. Pero se consideran también normalmente las temperaturas ambientales de trabajo. Importante es mantener siempre la temperatura constante de inicio a fin del proceso, puesto que al variarla durante el curso del proceso, generará ello un caustificado no uniforme, debido al variado grado de hinchamiento y penetración de la lejía.

Durante el caustificado se produce un constante aumento de la temperatura de caustificado, por ser un proceso exotérmico, lo cual influye negativamente sobre el efecto caustificante. Si bien es cierto que decreciendo la temperatura del proceso se obtienen efectos favorables en el

hinchamiento de la fibra, así como también en el encogimiento y facilidad de tintura del textil, esto nos lleva a la conclusión de que es preferible el caustificado en soluciones a muy bajas temperaturas, pero en estas condiciones las soluciones caustificantes se toman más viscosas, dificultando la penetración óptima en el tiempo disponible, con la consiguiente disminución de la acción del álcali sobre la fibra.

A continuación se muestra la evaluación de la temperatura del caustificado



**c) TIEMPO NECESARIO PARA EL CAUSTIFICADO.-** Los tiempos de caustificado deben ser los necesarios para producir la penetración de la lejía en el textil y el consiguiente hinchamiento de la celulosa. Pero a su vez, estos tiempos dependen mucho de las otras condiciones operativas del proceso, como son por ejemplo el grado de hidrofiliadad que presenta la fibra y el humectante a usar. Ver Apéndices 3: A, B y C

**d) EFECTO DE LA TENSIÓN DEL CAUSTIFICADO.**- Cuando los hilos de algodón son caustificados sin aplicarles tensión, se produce en ellos un encogimiento del orden del 20% en promedio, pero cuando mediante la aplicación de tensión se impide dicho encogimiento, entonces aparece el lustre o brillo característico, esta cualidad resulta muy valiosa en este acabado, la misma que se torna en un efecto permanente, ya que se mantiene invariable en su aspecto, pese al continuo uso y sucesivo lavado de la prenda. La aparición del brillo en la fibra caustificada está pues relacionada con la tensión aplicada al textil especialmente durante la etapa de la impregnación, y también en la subsiguiente etapa de la tensión aplicada al textil, especialmente durante la etapa de la estabilización y lavado, donde la lejía caustificante conserva todavía una concentración mayor a  $8^{\circ}\text{Be}$ - $10^{\circ}\text{Be}$

La tensión produce una mayor orientación de las zonas cristalinas de la celulosa, en las zonas cercanas de la superficie de la fibra

Igualmente importante es que la tensión aplicada sea uniforme tanto en la zona del caustificado como en la zona de estabilización, es decir en el momento preciso, por cuanto el efecto del brillo, debido a una tensión diferida a la zona de lavado en la máquina producirá también un resultado no uniforme.

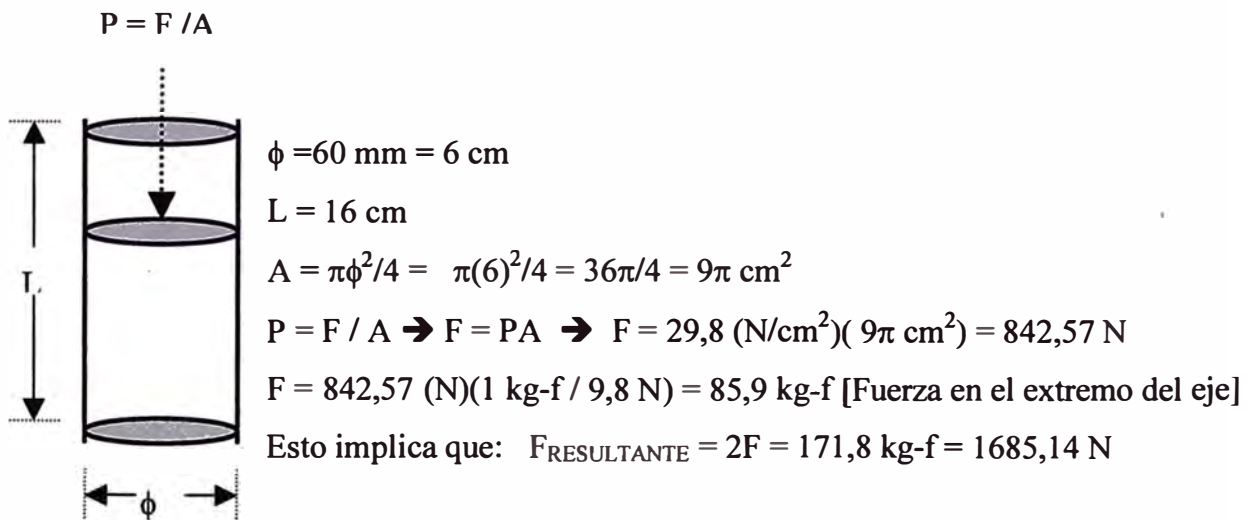
Ejemplo de la tensión aplicada en el título 12Ne para el caustificado en un extremo de la máquina, para ello utilizamos el ingreso del aire en un pistón de 60 mm de diámetro y un recorrido de 16 cm.

Procedimiento del cálculo

$$P = 3 \text{ bar}(0,98692 \text{ atm}/1\text{bar}) = 2,96 \text{ atm} (14,7 \text{ psi}/1\text{atm}) = 43,22 \text{ Lb-f} / \text{plg}^2$$

$$P = 43,22 (\text{Lb-f} / \text{plg}^2)(1 \text{ plg}/2,54 \text{ cm})^2(1\text{kg-f} / 2,2 \text{ Lb-f}) = 3,04 \text{ Kg-f} / \text{cm}^2$$

$$P = 3,04 (\text{kg-f} / \text{cm}^2)(9,8 \text{ N} / 1 \text{ kg-f}) = 29,8 \text{ N} / \text{cm}^2$$



Ne	#Hilos Totales	RKM Total manta	NEWTON Total manta	PRESION Bar	TENSION Total manta	PESO Total manta kg/m
5,5	3920	47 400	49876,5	3,8	2134	0,420
8	4976	61 200	44266	3,4	1910	0,367
10	4976	60 200	34813	3,2	1798	0,294
12	4976	60 700	29270	3,0	1685	0,245

### 6.3.2. LAVADO DEL CAUSTIFICADO

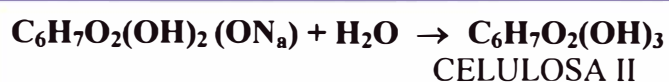
El lavado del caustificado se efectúa con la finalidad de remover todo residuo alcalino de la fibra y esto en la práctica es posible efectuarlo de modo que el hilo se encuentren libre de contraerse, es decir relajado, o también de lo contrario se le puede someter a tensión durante este proceso. El álcali celulosa al interactuar luego con el agua de lavado produce la celulosa hidratada o hidrato de celulosa. Este último difiere de la celulosa nativa en un cambio estructural en las láminas o placas formadas por las macromoléculas de celulosa, como resultado de un desplazamiento también de los residuos de  $\beta$ -D(+)-glucopiranosas, para quedar gracias a la tensión aplicada, con un mayor grado de orientación molecular con relación al eje de la fibra; mientras que en la celulosa original suelen estar en ángulos mayores de entre  $45^\circ$ , hasta  $90^\circ$  con respecto a dicho eje. Así también se produce la ruptura de un gran número de puentes de hidrógeno y de fuerzas de Van der Waals existentes entre macromoléculas adyacentes de la cadena molecular, todo lo cual contribuye a un cierto grado de ruptura o destrucción de la morfología original de la fibra nativa.

A través del lavado se hace la remoción del álcali de la celulosa formando el hidrato de celulosa final o celulosa II, que es irreversible, aumentando así la capacidad higroscópica y reactiva de la celulosa, debido entre otras razones a una mayor cantidad de grupos OH accesibles en la superficie total de la fibra caustificada, en una magnitud aproximada de un 20% o más, en comparación con la celulosa nativa. Así, la celulosa



caustificada se caracteriza por tener un mayor número de enlaces puente de hidrógeno que en la celulosa nativa; al producirse el hinchamiento, se llega también a destruir numerosos enlaces puentes de hidrógeno y de fuerzas de Van der Waals, que son las más débiles, en estas condiciones las cadenas moleculares a las que mantenían unidas quedan libres de dispersarse, expandirse, reorientarse o tomar nuevas posiciones, como consecuencia de la tensión aplicada simultáneamente, y cuando posteriormente por el lavado se eliminan todas las moléculas de hidróxido de sodio, se vuelven a formar nuevos puentes de hidrógeno y enlaces por fuerzas de Van der Waals. En dicho nuevo estado reorientado, resulta la fibra más expansionada, más reorientada, más accesible y reactiva, debido a que se han formado cristales más pequeños, con mayor número de enlaces residuales internos, a todo lo cual se ha llamado celulosa II.

Mediante el lavado se forma la celulosa II, según la reacción:



Se sabe ahora que el grado de hinchamiento producido en el algodón por las soluciones de hidróxido de sodio depende, en primer lugar, del agua tomada por la fibra debido a inhibición y esta a su turno depende de la concentración del álcali en el licor.

Las lejías con concentraciones hasta del 8° - 10° Be, tal como es el caso producido durante los primeros lavados en la zona de estabilización, presentarán todavía una clara acción hinchante o caustificante y sólo cuando

el lavado continua y las lejías se van tornando más diluidas, hasta por debajo de 8°Be, se podrán considerar como que ya no hay acción hinchante, continuando normalmente el lavado.

### **Propiedades de la Celulosa después del Lavado**

1. El textil caustificado adquiere un brillo o lustre permanente, muy semejante al de la seda natural. pero siempre que se aplique tensión durante el proceso.
2. Se opera un incremento significativo en la reactividad química, en general de la fibra.
3. La afinidad de la fibra hacia los colorantes, en general, resulta bastante incrementada.
4. Hay un considerable aumento de la resistencia mecánica, esto es, a la rotura por tensión o tracción, aumento que normalmente llega a un 20% mayor en relación con los valores originales; hay también un aumento de la resistencia a la abrasión, que se traduce en una mayor duración frente al uso.
5. En general, una importante mejora en la capacidad hidrocópica de la fibra, lo que repercute en una mejor y más uniforme tintura del llamado algodón muerto, que está siempre presente en casi todos los algodones comunes, mejora que se manifiesta además en una tintura general de todo el lote de material textil, visiblemente más uniforme, más

penetrado, etc. Cualidad ésta que siempre es muy deseada para un perfecto acabado del textil.

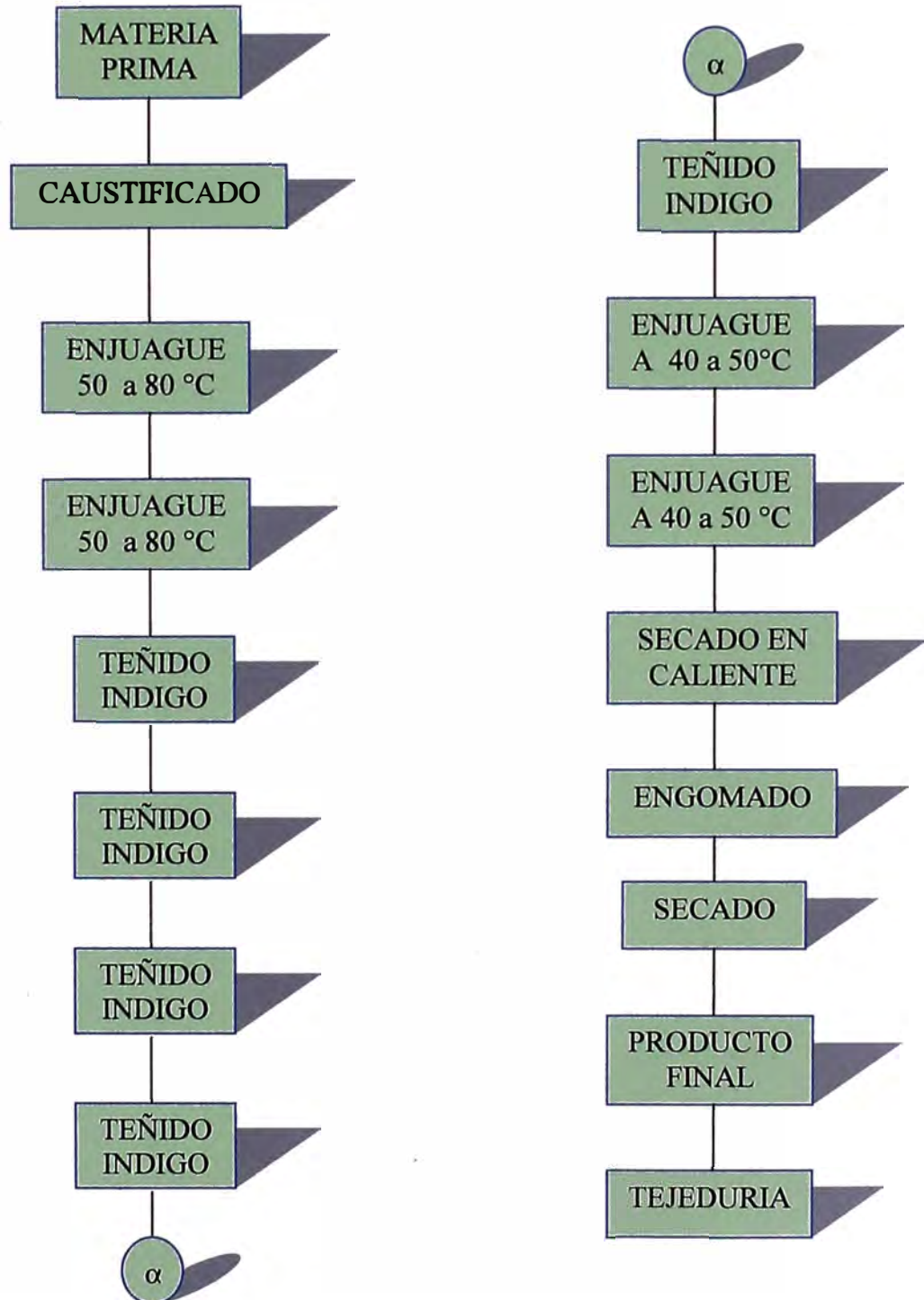
En conclusión, a la fecha, el proceso del caustificado de los hilos de algodón se realizan normalmente para incrementar notoriamente:

1. La intensidad del color y la uniformidad de la tintura
2. Para darle al textil una estabilidad dimensional
3. Para darle el lustre o brillo que requiere el denim
4. Para mejorar la resistencia mecánica

### **6.3.3. PROCESO DE TEÑIDO:**

En vista de la poca afinidad del azul índigo en forma de “sal sódica-Leuco” por el algodón, solo es posible la tintura de tonos claros. Para obtener tonalidades medias o oscuras, es necesario hacer tinturas escalonadas que consiste en sucesivas inmersiones del textil en una “solución alcalina leuco” intercaladas con exposiciones al ambiente externo para propiciar la oxidación del colorante absorbido en la fibra por acción del oxígeno del aire, mediante una inmersión de algunos segundos, luego un exprimido para controlar un pick-up estándar, luego una exposición al aire para la oxidación durante unos segundos, y continuar con sucesivas inmersiones a fin de ir aumentando la intensidad del matiz. En la práctica se recomiendan 4 ó 5 inmersiones y otras tantas exposiciones u oxidaciones, cuidando de no volver a reducir el colorante que ya está incorporado en el textil y oxidado al final de la etapa de oxidación.

## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



El Azul Denim es un tejido plano con ligamento variable, con la urdimbre teñida con el indigo y la trama cruda. Esto también puede variar en lo que respecta a la construcción de la tela.

**PREPARACIÓN DEL BAÑO DE TINTURA - LOS AUXILIARES DE TINTURA - LOS BAÑOS DE REFUERZO.-** Al comenzar el proceso se llena las tinas con agua fría, añadiéndose luego 0,4 g./ℓ de soda cáustica de 50 °Be y 0,8 a 1,0 g / ℓ de hidrosulfito de sodio concentrado, completándose el volumen con la adición de la tina madre del indigo, con la bomba dosificadora.

Es necesario conocer el mecanismo o etapas de reacción del compuesto que forma al indigo. El índoxilo reacciona fácilmente con el oxígeno atmosférico para formar el pigmento insoluble que es la INDIGOTINA, la cuál al ser tratada con agentes reductores como el hidrosulfito de sodio y otro agente reductor para formar el índoxilo o añil blanco o incoloro, insoluble en agua, el cuál puede reaccionar a continuación con la soda cáustica, NaOH para formar el compuesto soluble en agua y con afinidad por la celulosa, como es: LA SAL SODICA DEL LEUCO DERIVADO DEL INDIGO.

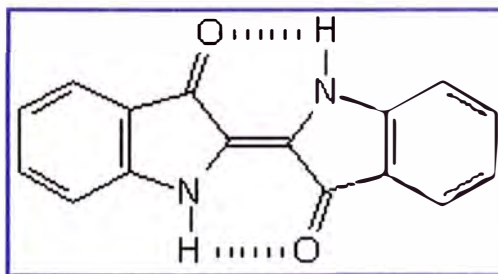
Durante la tintura del algodón con los colorantes tina, el índigo blanco insoluble formado por la reducción de la Indigotina deberá ser llevado a la forma de sal sódica soluble en agua y con la debida substantividad para la celulosa, según la reacción. Ver Apéndice 8

La tintura de la fibra celulósica se realiza con el colorante en esta forma de sal sódica del leuco Indigo y su posterior oxidación mediante el oxígeno atmosférico, oxidación que se lleva a cabo para insolubilizar nuevamente el colorante ya dentro de la fibra, es una oxidación en el interior de la fibra.

El proceso químico que conduce a la tintura del textil involucra una reducción del colorante a su forma de sal sódica del leuco derivado, que presenta cierta afinidad, bien baja, por el algodón, y posteriormente mediante la conocida reacción reversible de la oxidación es reconstruida la molécula colorante sobre el textil.

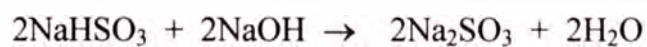
Es también importante notar que la indigotina se puede dar en dos formas isoméricas: la forma “CIS” que es la forma en que posiblemente se une al textil al momento de la tintura, donde luego pasaría a la forma “TRANS”, más estable, conocida como estructura “cargada” o quinónica estabilizada mediante formación de puentes de hidrógeno. Cuadro 4.4.

**Cuadro 4.4 Estructura Cargada Estabilizada**



En las reacciones en la tintura del algodón con el índigo, se necesita estequiométricamente una mol de hidrosulfito de sodio y dos moles

de soda cáustica (álcali) por una mol de índigo utilizado; en la práctica es necesario usar una mayor cantidad de ambos reaccionantes, para contrarrestar el oxígeno que contiene el baño acuoso y el que va también con el textil. Igualmente, se requiere un exceso de soda cáustica, para neutralizar la formación del bisulfito de sodio, formado por la oxidación del hidrosulfito de sodio, pues la presencia de esta sal en el baño del leucoderivado es perjudicial por que descompone el hidrosulfito de sodio y reduce la alcalinidad del baño, propiciando la precipitación del leuco índigo; por ello es que el bisulfito de sodio formado deberá ser neutralizado con un exceso de soda cáustica



Además, se utiliza una cierta cantidad más de soda cáustica para controlar cierta presencia de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) del aire, tomado por el baño acuoso de la fibra.

Igualmente importante es el control de la temperatura del baño de reducción, toda vez que una baja temperatura y tiempo corto, puede ocasionar la reducción incompleta del colorante, por el contrario, una temperatura demasiado alta de reducción puede causar una descomposición o una excesiva reducción de ciertos colorantes, afectando el matiz final y las solidesces de la tintura.

El método de tintura a la continua de urdimbre de algodón con colorantes índigo ha sufrido algunas modificaciones con relación a la forma

tradicional de tintura, pero conservando siempre el principio de tintura por sucesivas inmersiones en el "leuco", seguido de exposiciones en el aire, para la oxidación del "leuco", previo exprimido del exceso de colorante o baño absorbido, naturalmente, a fin de controlar el matiz final y la penetración del colorante en la fibra. Este principio se basa en el hecho de que el Indigo en el baño de tintura muestra solo una pequeña afinidad por el textil y el número de exposiciones en el aire, luego de las correspondientes inmersiones en el baño de tintura, deben repetirse unas 4-5 veces, en igual número de tinajas de que consta el equipo de tintura a la continua. Debido a la rápida inmersión textil teñido en las sucesivas tinajas de colorante reducido, el índigo impregnado en el textil que está ya oxidado, no se vuelve a reducir y desde un tiempo de inmersión en cada tina de 18 segundos, se ha llegado a tiempos más cortos de inmersiones de 11-12 segundos con el proyecto de optimización. Estas sucesivas inmersiones y exposiciones al aire, u oxidaciones, contribuyen a que cada vez una nueva cantidad de colorante se vaya fijando en la fibra hasta alcanzar el matiz final que se desea; si se quiere una más y mejor penetración del colorante en el textil, el mismo debe ser previamente humectado en un baño que contenga un agente de humectación, seguido de un enjuague y con el mismo fin de mejorar la impregnación del colorante en el textil se puede llevar el tiempo de inmersión a valores optimizados cambiando la fuerza reductora del baño de inmersión, cuidando de esta manera que el índigo no vuelva a reducirse.



<b>Parámetros</b>	<b>Tipo de Cambio</b>	<b>Resultados</b>
Indigo Reducido	Alta concentración	Oscuro
	Baja concentración	Claro
Indigo Pigmento	Incremento	Baja solidez
	Decreciente	Mejora la solidez
Concentración de NaOH	Incremento	Eleva el pH, mejor penetración, el color es más brillante.
	Decreciente	Baja el pH, el color es verdoso, peligro de tina ácida para pH < 11
Concentración de Hidrosulfito	Incremento	Mejor penetración, verdoso brillante y baja el pH.
	Decreciente	Oxidación rápida, color es rojizo, aumenta pH, peligro de bronceado.
Tiempo de Impregnación	Incremento	Mejor penetración, oscuro
	Decreciente	Claro
Número de Inmersiones	Creciente	Oscuro
	Decreciente	Claro

Durante el proceso para hacer cualquier corrección, es lógico una determinación analítica previa y rápida por titulación u otro método adecuado de la concentración del baño de hidrosulfito de sodio y de colorante indigo.

Algunas recomendaciones prácticas son las siguientes:

1. Si el tono se vuelve progresivamente más claro, deberá revisarse como primera medida, si es que la bomba dosificadora está trabajando bien. No deberá sobrepasarse desmedidamente la concentración del hidrosulfito de

sodio, por que además de ser antieconómico, ocasionará una nueva reducción del Indigo ya oxidado en el pasaje al aire, en la tina anterior, disminuyendo el tono y perjudicando el brillo del matiz a algo verdoso del matiz final.

2. Cuando comienza aparecer un aspecto de bronceado en la tela teñida, y se pone más oscuro, es por que el hidrosulfito de sodio se va tornando insuficiente.

Con respecto a las determinaciones analíticas de los tres componentes principales de este proceso: Concentración del Indigo, del hidrosulfito de sodio y de la soda cáustica, estos deberán hallarse por métodos analíticos más adecuados y rápidos, así como exactos, dado el tipo de proceso rápido y a la continua de esta tintura. Así:

3. La determinación exacta del contenido del Indigo en las cubetas de tintura, así como en los baños concentrados, se hace mediante titrinación, sobre muestras extraidas de las tinas reducidas durante la tintura. El método debe suministrar con exactitud la concentración del Indigo en cada caso (Titulación con agente oxidante de ferricianuro de potasio en medio alcalino).

Esta metodología permite apreciar el comportamiento del baño de teñido respecto a la concentración de índigo e hidrosulfito, ya que una fuerte variación afectará considerablemente la tonalidad final del teñido.

Es necesario mantener la concentración de hidrosulfito e índigo lo más constante posible para obtener un teñido homogéneo.

El baño de teñido se evalúa cada 40 minutos, tomando una muestra de las diferentes tinas de teñido para evaluar en el laboratorio y de esta manera determinar la concentración del índigo e hidrosulfito de sodio para ello se utiliza el titrino.

La evaluación en el **“702 SM Titrino”** es como sigue:

- I. Obtener muestra del baño de inmersión de teñido, correspondiente a la producción.
- II. Con una pipeta electrónica se toma exactamente 10 ml de muestra del baño de tina.
- III. En un vaso de titulación se adiciona 50 ml de solución, que contiene dispersante y soda. Esta solución hace que la muestra tenga una dispersión estable dando un medio alcalino.
  - Dispersante = 5 g/L
  - Na(OH) = 4 g/L
  - $K_3[Fe(CN)_6]$  = 16,46 g/L
- IV. Se introduce un gas inerte: nitrógeno
- V. Dejando fluir por un tiempo de 3 minutos el nitrógeno gaseoso, sobre la solución para desplazar el oxígeno contenido en la solución de Na(OH), el cual consume hidrosulfito (burbujeo mediano).

VI. Se adiciona 10 ml de muestra del baño de tina al vaso de titulación, sin cortar el ingreso de nitrógeno por un tiempo de 10 segundos.

VII. El inicio evaluativo de la concentración de hidrosulfito e índigo se inicia pulsando la tecla “Start” del **702 SM Titrino**.

El primer punto de viraje es EP1, punto de captación en el cual el potencial redox ha tenido una variación significativa por la ausencia del hidrosulfito libre en la solución de teñido. Una forma practica de evaluar la correcta captación del EP1 es observando el cambio del baño del indigo reducido de color verde limón, a un color azul moderado. La evaluación termina con la aparición del segundo punto de viraje EP2(indigo), donde la solución toma un color azul intenso que ya no varia. Esto, indica la oxidación total del índigo.

4. La determinación de la concentración de la soda cáustica se hace por titulación con HCl (ácido clorhídrico) en solución 0.5 ó 1.0 Normal, aunque es preferible hacer una titulación con el potenciómetro llevando el baño de muestra de un pH alcalino del proceso de índigo a un pH= 7, puesto que siempre la muestra estará impregnada con el Indigo en solución, lo cuál hará difícil observar el viraje del color de los indicadores en la titulación.

En la planta se lleva el control del alcali a traves del pH que varía entre 11 y 12. Sin embargo no debemos descartar el siguiente método para evaluar la presencia del alcali en el baño de teñido.

Ejemplo: Valoración de NaOH g/L en baño de colorante índigo

N1 : Normalidad de HCl = 0,33N

V1 : Volumen gastado HCl = 5ml para llevar de pH = 13 hasta pH = 7

N2 : Normalidad de la base = x

V2 : Volumen de muestra = 10 ml (dilución a 50 ml = 0,05L)

# Eq-g<sub>base</sub> = N1.V1 = N2.V2 → # Eq-g<sub>base</sub> = (0,33)(5ml)(1L/1000 ml)

[m/ Peq]<sub>base</sub> = 0,00165 donde : Peq<sub>base</sub> = 40/1 = 40

m<sub>base</sub> = 0,00165x40 = 0,066 g

# Eq-g<sub>base</sub> = [m/ Peq]<sub>base</sub> = N2.V2 → [0,066/40] = N2.(0,050L)

N2 = [0,066/40]/0,050 = 0,033 N = 0,033M

**Concentración = 0,066g / 0,01L = 6,6 g/L**

5. La concentración del hidrosulfito de sodio en las cubetas puede determinarse mediante un método simple, cuantificando la demanda de aire para la completa transformación del hidrosulfito contenido en una muestra de baño.

Estas determinaciones son efectuadas en el laboratorio mediante los métodos analíticos citados y otros procedimientos existentes e igualmente exactos.

#### **6.3.4 TECNICAS CONVENCIONALES DE TEÑIDO CON INDIGO**

El principio de la tintura con el añil no ha cambiado desde sus comienzos:

- \* disolución del colorante por reducción (solubilización), tintura en el baño con el colorante reducido y finalmente oxidación al aire.

\* Repitiendo varias veces la tintura y la oxidación se obtienen tinturas en azul intenso.

Las tinturas con añil se diferencian de las tinturas con otros colorantes azules, porque su color se aclara constantemente a medida que se lava, entonces se obtiene un matiz azul cada vez más brillante.

#### **6.3.4.1 DESCRIPCION DEL TEÑIDO CON INDIGO**

Los pasos básicos para el Teñido en Indigo son:

1. Preparación de la Solución de Indigo : Tina o Reducción.
2. Saturación del Hilo: Aplicación del Indigo.
3. Oxidación del Hilo Teñido: **Aereación**
4. Tratamiento para Después de Teñido del Hilo : **Lavado**.
5. Secado del Hilo: **Graduación de Tambores de Secado**.

#### **6.3.4.2 PERFIL GENERAL DE UNA MAQUINA DE TEÑIDO CON INDIGO**

1. Tina de humectado o caustificado
2. Tinas enjuague
3. Tinas de teñido
4. Oxidación libre. Girando después de cada caja de teñido.
5. Tinas de enjuague (después de teñido)
6. Tina de suavizado (opcional)
7. Sección secado (Tambores de secado)

### 6.3.4.3 TIPOS DE TRENES DE TEÑIDO SEGÚN MANEJO DE URDIMBRE

#### 1. LOOPTEX

- Tren de teñido con una sola caja
- Inmersiones limitadas

#### 2. SHEET

- El hilo va abierto
- Un solo proceso para hilo teñido y engomado.
- Múltiples cajas de teñido
- Una caja de engomado

#### 3. CADENA CUERDA

- Múltiples cajas de teñido
- Flexibilidad en producción y estilos.

### 6.3.5 PARAMETROS CONVENCIONALES PARA EL TEÑIDO CON INDIGO

#### 6.3.5.1 Pre Tratamiento del Hilo

##### Tina N° 1

##### Humectado o Caustificado

#### Características de operación:

Presión Máxima Operable	70 – 90 % de Pick Up
Temperatura	88°C
Tiempo de Inmersión	18 a 20 segundos
Humectante	4 – 8 g / ℓ

**Fórmula típica:**

Agente Caústica al 50%	10 – 15 g / ℓ
Agente Secuestrante	4 – 10 g / ℓ

**Características del humectante:**

Aniónico

Humectante bajo en espuma

Estabilidad a 100°C

**Tina N° 2    Lavado en Caliente**

**Características de operación**

Temperatura: 77°C

Desbordando y a Contracorriente

Rociador de agua caliente (Preferible)

Correr a máximo de presión operable.

**Tina N° 3    Lavado a Temperatura Ambiente**

**Características de operación:**

Temperatura Ambiente

Desbordando y a contracorriente

Rociador de agua fría

Correr al máximo de presión operable.



## **Tina N° 4    Lavado a Temperatura Ambiente**

### **Características de operación:**

Temperatura Ambiente

Desbordando y a contracorriente

Rociador de agua fría

Correr al máximo de presión operable.

### **6.3-5.2 PREPARACIÓN DE COLORANTE INDIGO DE REFUERZO ( Tina Madre )**

#### **Formulación Típica**

Para conseguir el tono azul standard del Denim, se requiere en promedio un 2.5% de Indigo fijado sobre el textil a su paso por las tinajas de tintura,

#### **RECETA CLARIANT**

Para preparar 2000 ℓ de tina madre se necesitan:

200 kg	Indigo en polvo	100 g / ℓ
200 kg	Sosa Cáustica al 100%	100 g / ℓ
160 kg	Hidrodulfito de sodio	80 g / ℓ

## RECETA BASF

Para preparar 1 500 ℓ de tina madre se necesitan:

120 Kg	Indigo puro en polvo BASF	80 g / ℓ
195 ℓ	Soda cáustica 38 ° Be	130 c.c./ℓ .
90 Kg	Hidrosulfito de sodio conc.	60 g / ℓ
6 Kg	Un agente humectante	4 g / ℓ

### Consideraciones Convencionales

El baño de tintura debe ser alcalino con un pH entre 11-12, de esta manera en la práctica, en lugar de usar solamente 4 moles de soda cáustica por cada mol de Indigo (2 moles para convertir el leuco índigo en derivado sódico soluble, más dos moles para neutralizar el bisulfito de sodio que se forma), la cantidad real de soda cáustica a utilizarse es mucho mayor y va más allá del doble de la cantidad estequiométrica. Igualmente, la cantidad de hidrosulfito de sodio empleado es de dos o tres veces mayor que la cantidad teórica de acuerdo a su poder de reacción, puesto que constantemente está penetrando aire atmosférico oxidante en el baño de tintura, pues el textil es teñido en un baño o en una tina de reducción formado por soda cáustica, hidrosulfito sodio y el colorante.

**a) Procedimiento de Preparación de Receta (Indigo Madre):**

- 1.- Adicionar aproximadamente 1500 ℓ de agua al tanque
- 2.- Mientras se agita, agregar el índigo en polvo
- 3.- Agitar de 15 a 20 minutos
- 4.- Agregar la soda cáustica al tanque
- 5.- Aumentar el nivel del agua aproximadamente a 1900 ℓ
- 6.- Agitar hasta mezclar a 36 – 40°C
- 7.- Lentamente rociar hidrosulfito dentro del tanque con el agitador operando.
- 8.- Apagar el agitador, aumentar el nivel al volumen final con agua.
- 9.- Agitar por 5 minutos, apagar el agitador y cerrar.
- 10.- Dejar en reposo 2,5 horas para la reducción, chequear el índigo leuco, el cuál presentará un color ámbar claro, esto indicará la completa reducción y determinará si la mezcla está lista para ser bombeada al tren de teñido.

**Notas:**

- 1.- Siempre correr el agitador por 2 o 3 minutos antes de transferir la mezcla de la tina madre.
- 2.- El volumen total de hidrosulfito de sodio y sosa cáustica alimentada debe ser igual al pick up en las tinas de índigo.
- 3.- El stock de mezcla debe estar por encima de lo ajustado dependiendo de:

- Tina madre y volúmenes de alimentación en las tinas.
- Rango de velocidad y capacidad.
- Control en el sobre flujo (Overflow)

### **b) Dosificación de Indigo**

La dosificación de índigo depende de tres variables:

- 1.- El % deseado de índigo en el hilo
- 2.- Kilogramos de hilo urdido para ser teñido
- 3.- Concentración de índigo en la tina madre

#### **Cálculo Teórico de Dosificación de Colorante Indigo**

(x g / ℓ en la tina madre)

- 1.- Determinación de % de índigo (Porcentaje de intensidad de teñido del algodón)
- 2.- Cálculo del hilo procesado, kg de hilo por hora.

$$(\text{KILOS/HORA}) = \frac{(\text{N}^\circ\text{HILOS})[\text{RANGO DE VELOCIDAD (m/mín)}](60)(0,59)}{(1000)(\text{Ne})}$$

$$\text{KILO INDIGO POR HORA} = (\% \text{ DE INDIGO})(\text{KILOS HILO/HORA})$$



mismas, de la parte superior al fondo. La excesiva recirculación incrementará la disipación del hidrosulfito.

### **Otros Puntos Importantes dentro del Proceso de Teñido**

1. Overflow Alimentar poco a poco para evitar el reuso. (Este dispositivo se localiza en la parte superior de la primera tina de color)
2. Nivel de espuma en tinas 5 – 8 centímetros

#### **Evitar contacto con los rodillos.**

- 1.- Líneas de alimentación 25% de distancia del nivel superior al fondo de la tina.
- 2.- Alimentación de retorno Atrás, centro y fondo de la tina
- 3.- Alimentación de igualación Debe ser capaz de mantener un nivel igual en todas las tinas.

### **6.3.6.1 PROCEDIMIENTO DE CONTROL PARA MINIMIZAR PERDIDA DE HIDROSULFITO DE SODIO**

- A.- Agregar el hidro líquido directamente del tanque de refuerzo o proporcionar un llenado automático a un tanque de volumen pequeño.
- B.- Proporcionar un volumen bajo de alimentación a los tanques con pequeños diámetros.
- C.- Instalar espirales de enfriamiento en tanques.

D.- Mantener cerrados los tanques después de preparada la mezcla.

E.- Usar baja velocidad en el agitador, no agitar en exceso.

F.- No hacer preparaciones que tarden más de 1,5 o 2 horas.

### **Principales Causas de Disipación de Hidrosulfito de Sodio**

Aire

Temperatura

Agua

Oxidación y agitación

Tiempo

Concentración

#### **Otras consideraciones**

A.- Reducir la cantidad de aire libre en el tanque de alimentación.

B.- Añadir nitrógeno en tanque de alimentación como elemento inerte.

### **6.3.6.2 OXIDACION DEL TEÑIDO DE INDIGO**

#### **Causas de una oxidación incompleta:**

A.- Inadecuado tiempo de aereación.

B.- Exceso de pick up de índigo

C.- Desigualdad de pick up de índigo

D.- Químicos fuera de balance

E.- Humedad excesiva

F.- Bajo movimiento de aire

G.- Exceso de cuerdas en el tren

**Factores Principales que Ayudan a la Oxidación.**

A.- Proporcionar un tiempo de aereación de 20 a 30 segundos después de cada inmersión en la tina de teñido.

B.- Trabajar la máquina con los rodillos exprimidos adecuados

C.- Mantener rodillos pulidos y libres de acumulaciones

D.- Establecer una fórmula y procedimiento balanceado

E.- Proveer suficiente ventilación y movimiento de aire

F.- Correr solo el número de cuerdas para las que ha sido diseñado el tren.

**6.3.6.3 PARTE FINAL DEL PROCESO DE TEÑIDO CON  
INDIGO.**

**Enjuague, Suavizado, Secado y Almacenamiento de las  
Cuerdas.**

**a) Enjuague**

**Características:**

A.- Enjuague a temperatura ambiente (Tres tinas).

B.- Agua a contracorriente

C.- Enjuague utilizando rociadores

D.- Utilizar la cantidad de agua necesaria para conseguir un buen lavado.

E.- Presión de exprimido 3 - 4 ton.



**b) Suavizado**

**Características:**

- A.- Utilizar productos suavizantes afines al pH resultante en las cuerdas de teñido para obtener un suavizado correcto, el mismo que resultará en una apertura de mayor calidad.
- B.- Acidular baño de suavizado si es necesario
- C.- Utilizar una presión en el exprimido adecuada para ser más eficiente la sección de secado.

**c) Secado**

**Características:**

- A.- Utilizar la proporción adecuado de vapor para alcanzar la temperatura suficiente, que evite quemar las cuerdas y que al final deje un promedio de 8% de humedad residual.

**d) Almacenamiento.**

**Características:**

- A.- Utilizar recipientes (botes) adecuados y en un buen estado.

**6.3.7 INNOVACION EN EL TEÑIDO**

Debido a que se cuenta con maquinaria de tecnología avanzada tren Denim automática (pre tratamiento, teñido y engomado), con el objetivo de innovar, en el proceso productivo en la línea mencionada, se efectúa la optimización en los procesos de tratamiento previo, teñido con colorante

indigo y engomado, para este efecto se ha tenido en cuenta las consideraciones siguientes:

**a) Cambio de Concentraciones para Evitar Cambio de Tono de Teñido**

Inicialmente en planta se llevaba a cabo la preparación de colorante madre en base a la recomendación brindada por tecnólogos con una concentración de Indigo  $80 \text{ g} / \ell$  estos valores se fueron renovando paulatinamente hasta llegar a valores menores para lo cual se realiza un balance de masa para llegar al equilibrio entre el volumen de ingreso al sistema de teñido y el volumen arrastrado por el algodón de manera tal de mantener un tono constante, el cuál veremos posteriormente.

**b) Cambio de dosificación**

El cambio de dosificación del colorante indigo al sistema de teñido esta directamente relacionado al incremento de la producción, dado que al incrementar la velocidad de la máquina se va tener una mayor masa de celulosa atravesando el sistema, entonces para obtener el mismo tono de color tenemos que incrementar la cantidad de colorante dosificado en forma proporcional a la velocidad.

**c) Cambio de colorante Indigo**

Se laboro en pruebas con diferentes colorantes llegando a concluir que el indigo chino tiene la capacidad de rendir un excelente color.

**c) Cambio de parámetros.**

**Observar cuadros 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8**

**Cuadro 6.4 Al Inicio de la optimización**

Ne	Velocidad (m /mín)	Tensión Urdim. (Bar)	Tiempo de Inm. (s)	Tiempo de Oxid (s)	Presión Rodillo (Bar)	Hidrosulf Libre (g/ℓ)	Conc. Indig. en el Baño Inm. de inicio (g / ℓ)
5,5	25,0	2,6	15,12	47,52	4,75	0,90-1,00	2,0-2,2
8	22,0	2,4	17,18	54,00	4,5	0,90-1,00	2,0-2,2
10	22,0	2,4	17,18	54,00	4,5	0,90-1,00	1,8-2,0
12	22,0	2,4	17,18	54,00	4,5	0,90-1,00	1,8-2,0

**Cuadro 6.5 Durante la pre-optimización**

Ne	Velocidad M/mín	Tensión Urdim. (Bar)	Tiempo de Inm. (s)	Tiempo de Oxid (s)	Presión Rodillo (Bar)	Hidrosulf Libre (g / ℓ)	Conc. Indig.En el Baño Inm. de inic. (g / ℓ)
5,5	30,0	2,6	12,60	39,60	4,75	0,80-0,90	2,0-2,2
8	30,0	2,4	12,60	39,60	4,5	0,80-0,90	2,0-2,2
10	31,0	2,4	12,19	38,32	4,5	0,80-0,90	1,8-2,0
12	29,0	2,4	13,03	40,96	4,5	0,80-0,90	1,8-2,0

**Cuadro 6.6 Parámetros optimizados**

Ne	Velocidad M/mín	Tensión Urdim. (Bar)	Tiempo de Inm. (s)	Tiempo de Oxid. (s)	Presión Rodillo (Bar)	Hidrosulf Libre (g / ℓ)	Conc. Indig.En el Baño Inm. de inic. (g / ℓ)
5,5	34,0	2,6	11.12	34.94	4,75	0,70-0,80	2,0-2,2
8	34,0	2,4	11.12	34.94	4,5	0,70-0,80	2,0-2,2
10	36,0	2,4	10.51	32.99	4,5	0,70-0,80	1,8-2,0
12	36,0	2,4	10.51	32.99	4,5	0,70-0,80	1,8-2,0

## Tratamiento de la Urdimbre en la Máquina (Fuerza New.)

**Cuadro 6.7 Al Inicio de la optimización**

Artículo	FA	FE	FT	FK
7007	2000	915	1550	1490
7012	1720	780	1330	1270
7423	1720	780	1350	1305
7017	1760	806	1350	1305
7059	1450	695	1220	1180

**Cuadro 6.8 Parámetros optimizados**

Artículo	FA	FE	FT	FK
7007	1600	740	1240	1210
7012	1380	560	1060	1030
7423	1380	630	1080	1060
7017	1400	650	1080	1060
7059	1160	460	980	960

Al efectuar la pre optimización que se muestra en el balance del sistema de caustificado se observa los detalles siguientes, que brindan la oportunidad de realizar cambios en el proceso para reducir costos y mejorar la calidad como se muestra en el ejemplo:

### **Balance de Sistema de Caustificado para Título 5,5Ne: Base 1 Hora**

\* Velocidad de máquina (V) = 30 m /mín.

\* Metros teñido en 1 hora = (30m/mín).(60mín/hra) = 1800 m / hra

\* Material hilado(Kg) = (Nº hilos).(0.59)(metros) / Nex1000  
= (3916 hilos).(0.59).(1800m/hra) / 5.5x1000  
= 756 Kg / hra

0.59 : factor de conversión de Título Inglés, Ne a Título métrico, Nm

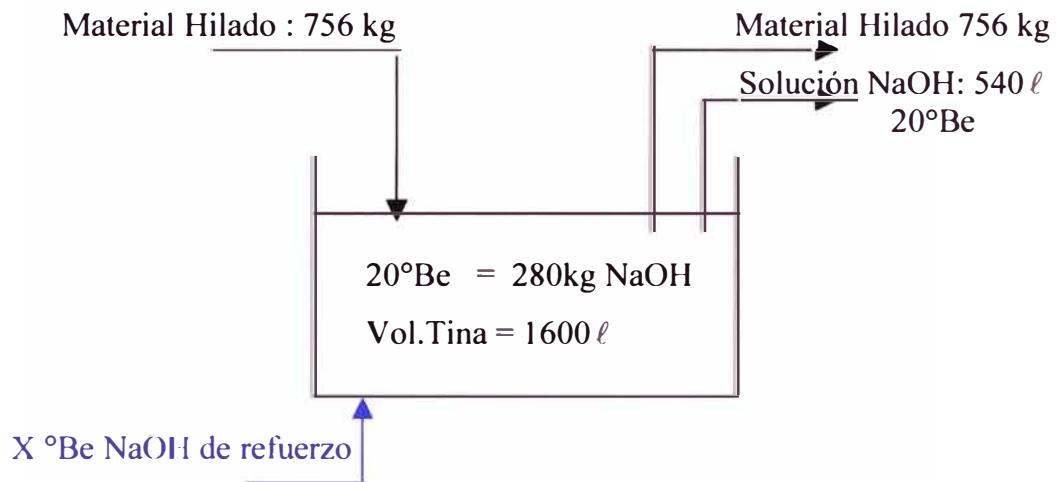
\* Según tablas: despreciando ligeros cambios de temperatura 20°Be es equivalente a 175 g / ℓ de NaOH

Volumen de tina de pre tratamiento = 1600 litros

Contenido de NaOH en el Sistema = (1600 ℓ).(175 g / ℓ) = 280 Kg

\* El consumo de solución del pre tratamiento es obtenido mediante la diferencia de volumen consumida de solución de NaOH entre los metros procesados, según estadística tenemos un índice máximo de 0.30 ℓ / m

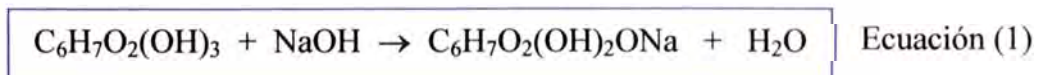
$$V = 30 \text{ m/mín} \rightarrow 1800 \text{ m/hra}$$



La humedad del material es un 8% de la masa total del hilado de algodón (60.48Kg), el cual es transferido al baño.

$$\text{Pick Up húmedo} = 0,30 \text{ ℓ/m} (1 \text{ m}/0,42\text{kg}) = 0,71 \text{ ℓ / kg}$$

Tomando como referencia el caso más favorable hacia la eficiencia del caustificado, tenemos:



Masa molecular del  $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3$  : 162 g / mol

Masa molecular del NaOH : 40 g / mol

Masa molecular del H<sub>2</sub>O : 18 g / mol

\* El proceso muestra alimentación de material hilado: 756.00 Kg

Humedad 8% 60.48 Kg

Celulosa seca 695.52 Kg

Número de moles de celulosa seca = masa / masa molecular

Número de moles de celulosa seca =  $695\,520 \text{ g} / 162 \text{ g/mol} = 4293$   
moles •

\* Consumo de solución de soda de 20°Be = 0.30 ℓ / m

metros procesados / hora = 1800 m

Consumo total de solución /hora =  $1800\text{m}(0,30 \text{ ℓ/m}) = 540 \text{ ℓ} (20^\circ\text{Be})$

Contenido de soda al 100% arrastrado por el algodón (20°Be) =  
 $(540 \text{ ℓ})(175\text{g} / \text{ℓ})$ .

Contenido de soda en solución (20°Be) = 94.5 Kg de NaOH

\* Considerando la estequiometría de la ecuación (1):

1 mol de alg. → 1 mol de NaOH, Entonces existen 4293 moles de NaOH

masa de NaOH = # de moles (NaOH) x masa molecular (NaOH)

masa de NaOH =  $4293 \times 40 = 171600 \text{ g} (171.6 \text{ Kg})$

\* De todo los cálculos anteriores se deduce la eficiencia del caustificado

Eficiencia = (Kg de NaOH consumida por algodón) / (Kg de NaOH  
teórico)

Cálculo de eficiencia del caustificado:

Eficiencia =  $(94,5 / 171.6) \cdot 100 = 55,1\%$

Según esta eficiencia el caustificado no corresponde a niveles altos, esto nos muestra la posibilidad del uso de una solución de NaOH de bajo nivel referente a la calidad del mismo, cuya evaluación se llevó a cabo en planta en forma paulatina, incrementando cada vez el volumen de NaOH reciclado, obteniendo resultados satisfactorios en cuanto al matiz clásico del indigo. Ver cuadro y gráfico de soda residual. Apéndice 5 y 6.

Para determinar los °Be de la solución NaOH de refuerzo es necesario tener en consideración el agua generada de la reacción de la celulosa con el NaOH (ecuación 1), y a su vez la ligera transferencia de humedad (H<sub>2</sub>O) que realiza el hilado de algodón al baño, para lo cual se determina la siguiente evaluación de relación de tiempo y formación de agua en la tina N°1 por reacción de caustificado como se muestra en cuadro 6.9.

Cuadro 6.9

Tiempo (mín)	Litros de H <sub>2</sub> O (T1)
10	12,88
20	25,76
30	38.65
40	51,50
50	64,40
60	77.30

\* T1 → Tina 1

Cálculos:

\* De la ecuación (1) : 1 mol de algodón → 1 mol de agua

En 1 hora de proceso = 4293 moles celulosa seca

Masa de agua formada = (moles de agua).(masa molecular de agua)

Masa de agua formada = (4293 moles).(18 g /mol) = 77274 g (77.3 Kg)

\* Se necesita mantener la concentración de la solución caustificante estable durante el proceso para mantener el matiz de teñido uniforme

Generación de agua/ hora (ecuación 1) = 77.3 Kg / hora

Cantidad de soda adicional para 20°Be = (77.3 ℓ H<sub>2</sub>O / hora).(175 g / ℓ )

Cantidad de soda adicional para 20°Be = 13 527 g (aproximadamente)

De tablas se deduce que 23 °Be corresponden a 201 g de NaOH/ ℓ

Consumo de solución de 20°Be / hora = 540 ℓ

540 ℓ de 20°Be corresponden a 94 500 g NaOH (α)

540 ℓ de 23°Be corresponden a 108 540 g NaOH ..... (β)

Soda adicional proporcionada /hora = (β) – (α) = 14 040 g / hora

el cual satisface nuestra necesidad y consumo adicional por el aire.

De acuerdo a los resultados, esta generación del agua y la transferencia de H<sub>2</sub>O por parte del hilado diluye la concentración de NaOH en la tina 1, para compensar esta dilución y mantener la concentración del baño en la tina en 20°Be tenemos que realizar una alteración a las preparaciones comunes de refuerzo que se tiene en la planta denim, incrementando en 3°Be las concentraciones de baño de refuerzo para uniformizar la concentración de NaOH durante todo el proceso.

Por consiguiente los X°Be resultará para este proceso en un valor aproximado de 23°Be



### **Balance de Sistema de Teñido para Título 5,5Ne: Base 1 Hora**

Nuestra innovación consiste en cambiar las formulaciones brindadas por las compañías asesoras como BASF y CLARIANT, efectuando un balance de masa al respecto. Los consejos de los asesores afirman que las reacciones del índigo con el hidrosulfito y la soda, cambian diametralmente la estequiometría por la volatilidad de los productos, turbulencia del baño y productos químicos secundarios que se forman. Esta situación llevó a realizar pruebas en la planta para elaborar una formulación óptima para el proceso en mención, considerando el volumen del sistema de teñido en 4400 litros y el uso de un sensor de control de nivel de baño que transmite una señal a la válvula de ingreso de agua para mantener el nivel constante.

BASF recomienda la formulación : Cuadro 6.10

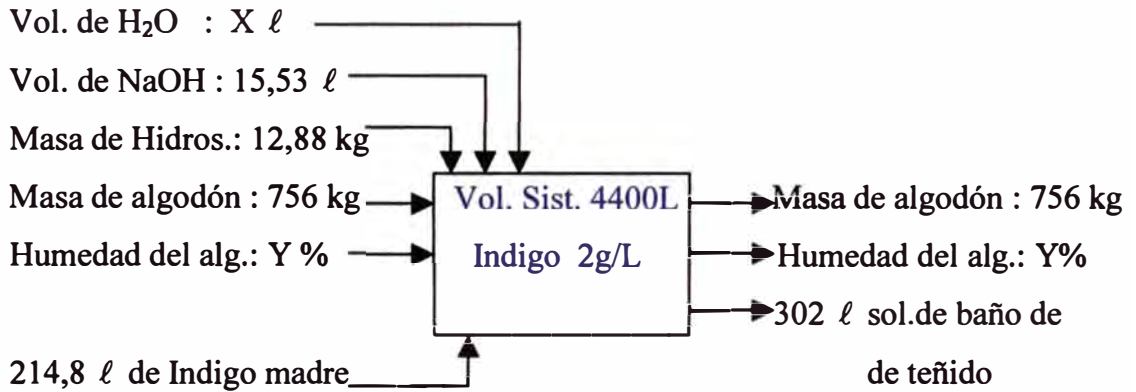
Cuadro 6.10 Formulación recomendada por BASF

PRODUCTOS	P.M.	g / ℓ	Moles en reacción Volumen 1500 ℓ	%Adic. Prod.
$C_{16}H_{10}O_2N_2$	262	80,00	458	100%
NaOH	40	55,33	2075	453%
$Na_2S_2O_4$	174	60,00	517	113%

Con el propósito de mantener un Pick Up seco de 2,27% y un Pick Up húmedo de 40% referente al colorante, y atravezando el hilo bajo todo el sistema de teñido con los parámetros y condiciones de presión y tensión de teñido, se encuentra el análisis siguiente:

Base : 1 Hora

$$V = 30 \text{ m/mín} \rightarrow 1800 \text{ m/hra}$$



Mediante éste análisis en el proceso nace el replanteamiento a la optimización técnica, ya que hemos podido notar un desbalance entre la cantidad de índigo que ingresa y el baño de solución llevado por el algodón, ocasionando una diferencia de 87 litros aproximadamente resultando una caída paulatina de la concentración del índigo en el sistema de teñido. El seguimiento especial a este proceso lo muestra el cuadro 6.11:

Cuadro 6.11 Evaluación de la Concentración del Indigo en el Proceso

Tiempo de Proceso	g de Indigo Sistema de Teñido	g / ℓ Indigo
0 hras	8800	2,00
1 hra	8626	1,96
2 hras	8452	1,92
3 hras	8278	1,88
4 hras	8104	1,84
5 hras	7930	1,80

El cuadro 6.11, nos muestra una decreciente concentración del índigo, lo cual se traducirá en un cambio de tono en la urdimbre cuya tela será evaluada como segunda o de tercera calidad, con la pérdida económica irreparable para la empresa. Por este motivo se hace la siguiente optimización: se tiene que caminar en el sentido lógico de preparar un baño

de colorante con una concentración tal que lleve a una dosificación cuyo objetivo es mantener el nivel de las tinas constantes. Ver Apéndice 11

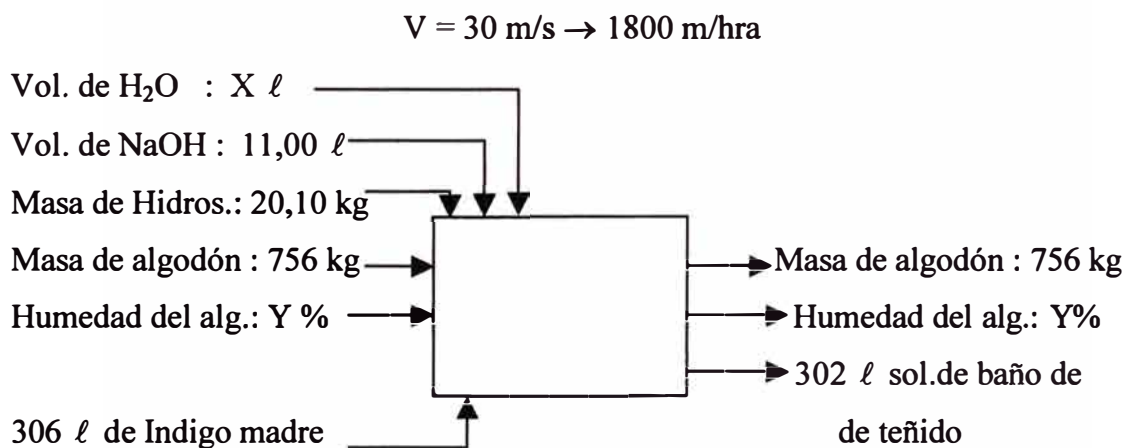
Para ello se ha elaborado la siguiente formulación, Cuadro 6.12

Cuadro 6.12 Fórmula de Colorante Indigo Madre Optimizada

PRODUCTOS	P.M.	g / ℓ	Moles en reacción Volumen 1600 ℓ	%Adic. Prod.
$C_{16}H_{10}O_2N_2$	262	56,25	343,5	100%
NaOH	40	26,70	1071,00	312%
$Na_2S_2O_4$	174	45,00	413,79	120%

Manteniendo el Pick Up seco de 2,27% referente al colorante y un Pick Up húmedo de 40%, se ideó la formulación mostrada en tabla N° 3, la cual origina el siguiente balance de flujos y de materia:

Base : 1 Hora



Bajo este análisis, cualquier cambio de absorción de la fibra por la solución de teñido debería ser evaluado bajo los criterios mostrados, con esto mantendremos los parámetros constantes como se muestra en el gráfico del Apéndices 7: A, B, C y D

### **6.3.8 LAVADO DEL TEÑIDO**

El lavado es una aplicación de importancia sobre el material textil con colorante índigo, debido a que no solamente permite remover el índigo pigmentado superficial en la fibra sino que mejora la solidez al lavado y al frote, así también promueve su cristalización, lo cual hace que el colorante índigo adquiera una orientación diferente confiriendo el matiz real y estable al calor con una mayor resistencia a los agentes físico-químicos.

La cristalización total del colorante se basa en la teoría de que el colorante absorbido por la fibra durante el teñido se acomoda a las cadenas poliméricas en forma paralela, de manera que con el lavado se cristaliza en forma casi perpendicular a éstas, conforme ha sido demostrado mediante estudios de dicroísmo

### **6.3.9 SECADO DEL TEÑIDO**

En esta etapa se busca preparar la urdimbre para obtener una buena eficiencia del engomado brindándole al hilo las características apropiadas para los procesos posteriores, de manera que no perjudiquen su calidad en color y como materia prima. Un excesivo secado podría convertir al hilo muy quebradizo o débil, así también puede ocasionar la degradación del colorante indigo, por lo que es necesario que el calor generado por los cilindros secadores sea uniforme y suficiente y alcance una temperatura promedio de 140 °C a lo ancho de la urdimbre; con ello se logra que el hilo no arrastre una humedad que cambie los parámetros de la goma en lo que

respecta a viscosidad, refracción y temperatura, sino más bien permita efectuar un engomado adecuado y eficiente del hilo, que facilite la ejecución del proceso posterior.

#### **6.3.10 ENGOMADO:**

Es el proceso mediante el cual se le confiere al hilado las características necesarias para resistir el esfuerzo a que es sometido el hilo en el telar. También se define como el proceso por el cual se le da tejibilidad al hilo de urdimbre.

La importancia del engomado para el éxito del siguiente trabajo en la tejeduría se refleja muy bien en el viejo dicho que dice “Bien engomado, está medio tejido”. Sin un engomado correcto no se pueden lograr los altos rendimientos deseados, ya que estos exigen hoy en día preparaciones óptimas en todo sentido, sobre-entendiéndose, por supuesto, que el engomado mismo no puede hacer milagros y convertir urdimbres de inferior calidad en material de alto rendimiento.

Fundamentalmente el engomado sirve para darle al hilado la máxima facilidad de deslizamiento, ya que el mayor problema del hilo en el telar es la fricción por la apertura para generar los diferentes tipos de ligamento. Si bien generalmente el hilado tratado aumenta su resistencia a la tracción, lo que se busca es máxima resistencia al roce.

La función principal del proceso de engomado es facilitar el tisaje de la urdimbre. Esto se logra seleccionando los materiales encolantes que más se adaptan al hilado que se encole y mediante la correcta aplicación de la

goma a la urdimbre. Los materiales encolantes más finos no harán el trabajo si se cometen errores al seleccionar los ingredientes o al pasar la urdimbre por la encoladora. Tampoco los materiales encolantes más pobres tendrán éxito en las mejores condiciones. Invariablemente es indispensable la combinación correcta de materiales, equipos y procesos.

Lamentablemente, nadie ha ideado aún un método de evaluación de una fórmula encolante con más exactitud que la que resulta de efectuar un ensayo en planta.

El ensayo casual es peor que el no efectuar ensayo alguno, porque puede conducir a serios problemas en la sala de tejeduría sin que haya algo de real valor cuando se hace el balance final.

#### **6.3.10.1 TECNICA DEL ENGOMADO**

Se trata de lograr varios objetivos cuando engomamos los hilados. Queremos mejorar la resistencia y la elongación, y esto se debe obtener con el balance apropiado de la penetración y encapsulamiento del hilo. Como resultado, se debe reducir la vellosidad de los hilados de fibras cortadas, de modo que la absorción del encolante en el hilado debe ser optimizada en relación con la efectividad de la localización y la efectividad de los costos.

Por penetración se entiende la profundidad que el encolante penetra en el manajo de fibras que comprende la estructura d l

hilado. La encapsulación es una medida de qué tan completamente el encolante cubre el manojito de fibras.

Por consiguiente, la penetración se describe como un porcentaje, medido desde el exterior de la superficie del hilado y a lo largo del radio del mismo y con dirección al centro del hilado. La encapsulación usa una variación del mismo concepto, y describe la cobertura del hilado en grados alrededor de la superficie del hilado (360 grados es el máximo).

Cuando encolamos el hilado de urdimbre, estamos tratando de darle al mismo resistencia, manteniendo al mismo tiempo tanta flexibilidad como sea posible, permitiendo así cierta cantidad de elasticidad. Pero principalmente, queremos que el hilado tenga resistencia a la abrasión.

Se ha descubierto que la abrasión está estrechamente relacionada con la vellosidad de los hilados, de modo que en un sentido el encolado es el último recurso para reducir la vellosidad.

### **Variables a controlar**

1. **Tensión:** Las tensiones excesivas generan estirajes que afectan la elongación de los hilos.

En la engomadora existen zonas de estiraje, siendo la más importante la tensión entre rodillos exprimidores y la zona de secado. Cualquier variación se reflejará en el engomado. La

formación de la película empieza en esta zona, que es la primera zona de enfriamiento en el hilo. Si se aumenta la tensión, el estiraje a que se somete el hilo también es soportado por la película inicialmente formada, haciéndola más delgada, menos resistente a la abrasión y teniendo el hilo un menor porcentaje de apresto. Si la tensión se disminuye dentro de ciertos límites que permitan mantener paralelos los hilos, el espesor de la película aumenta, incrementando por consiguiente el porcentaje de apresto en el hilo.

2. **Uniformidad en la marcha:** La velocidad de marcha del proceso deberá mantenerse lo más uniforme posible ya que esta determina en gran parte la cantidad del arrastre de goma. Además, paros prolongados ocasionarán sobresecado de la urdimbre que queda sobre la zona de secado, perjudicando el regain de la fibra, tornando quebradiza la película, afectando la elongación de la fibra y su resistencia, y en algunos casos con ciertos productos se pueden presentar fenómenos físicos (termofijación) que perjudican el acabado de la tela.
- Un cambio en la presión del vapor puede conducir a un cambio en el pick-up (retro alimentación del equipo de control de humedad a la velocidad del hilado).
  - A una velocidad arrastrada (de unos 6 m/min) el pick-up sería mucho más bajo que la velocidad normal; por eso la presión de



exprimido disminuye automáticamente de acuerdo al valor pre ajustado. Ver Apéndices 13: A, B, C y D

Es necesario verificar este valor de arrastre pre-ajustado; el pick-up en el hilado, engomado durante el intervalo de arrastre, debe ser el mismo que en el hilado, engomado a velocidad normal. Esto debe verificarse para las diversas calidades de urdimbre; el correcto valor de arrastre no siempre es el mismo para las diversas calidades de urdimbre.

- Con gomas líquidas de alta viscosidad, la influencia de la velocidad en el pick-up es mucho mayor que con soluciones de baja viscosidad. Ver Apéndices 14: A, B y C

**3. Concentración de la fórmula:** Esta debe ser constante a través de todo el proceso con el fin de contribuir a un arrastre uniforme.

**4. Viscosidad de la goma:** Por medio de esta propiedad se regula la distribución de la carga.

Factores que influyen en el pick-up (húmedo y seco):

- La viscosidad de la goma líquida depende a su vez de la temperatura de la misma.

Una mayor temperatura genera menor viscosidad; por eso una mayor temperatura brinda un pick-up más bajo.

- La viscosidad también depende de la concentración de la goma líquida

Por eso la goma líquida con una concentración muy baja también da una viscosidad muy baja; consecuentemente el pick-up húmedo será más bajo.

**5. Presión y dureza de los rodillos escurridores:** La presión tiene un efecto determinante en la penetración del apresto y en los porcentajes residuales en los hilos.

La dureza de los rodillos escurridores debe estar entre 60 – 65 grados Shore, dependiendo del tipo de urdimbre que se procese. Aumentos de presión en los cilindros escurridores aumentarían el área de contacto con disminución del porcentaje de goma. Una mayor dureza de los cilindros escurridores podrían reducir el área de contacto y por consiguiente aumentar el porcentaje de goma.

**6. Temperatura de aplicación:** Esta tiene influencia sobre la viscosidad en la mayoría de los productos básicos. Cuando la temperatura de la batea se mantiene uno o dos grados por debajo de la temperatura de ebullición, por inyección de vapor directo existe una compensación continua entre el agua condensada por el vapor inyectado y el agua evaporada por la ebullición, por lo que se mantiene constante el porcentaje de sólidos.

### Cocimiento de la goma

Es esencial que la goma líquida se cocine suficientemente, para esto se requiere:

- Una caldera cerrada a presión a (2 bar): en la que por lo menos debe cocinarse 30 minutos para almidón de papa y para casi todos sus derivados.

De 45 minutos a 1 hora para almidón de maíz y para casi todos sus derivados. Ver Apéndice 12

- En una olla a presión, generalmente la solución de almidón debe ser cocinada a una temperatura de 90 a 95 °C para homogenizar su viscosidad frente a la temperatura.

Importante: La insuficiente cocción de la goma puede causar muchos problemas:

- una viscosidad inconveniente (generalmente mucho más alta), ocasiona también un pick-up húmedo inconveniente (igualmente más alto)
- la goma no penetra en el hilo lo suficiente; lo cual causa :
  - extrema generación de polvo durante el engomado y el tejido.
  - eficiencia en tejeduría más baja (más roturas de hilo)
  - el desengomado es muy difícil, lo que causa problemas durante el proceso de acabado (teñido y estampados desiguales, efectos insuficientes en acabados inarrugable y otros acabados de resina).

- velocidad más baja en la engomadora: la alta viscosidad de la goma líquida impide un proceso de secado rápido.

### 7. Densidad de la urdimbre: cálculos y estándares

- Es más difícil engomar una urdimbre con alta densidad (muchos hilos por cm) que una urdimbre de densidad normal. La densidad de una urdimbre es un dato importante para la formulación de la goma, y también para determinar el equipo necesario en la sección engomado. Por ello, es necesario unificar la “densidad de la urdimbre” a manera de anotación, de modo que se pueda hacer comparaciones y se obtenga una base de cálculos”.

Cobertura de hilo menor del 50% : se requiere una sola batea de goma

Cobertura de hilo mayor del 70% : se requiere una batea de goma más un separamiento húmedo o 2 bateas

Cobertura de hilo mayor del 100%: requiere 2 bateas más un separamiento húmedo.

$$\text{Cobertura del hilo(\%)} = (\text{Tot. de hilos} \times 100) / [\text{Ancho del Urdidos} \times 8,85 \times \sqrt{0,8 \cdot Nm}]$$

### Porcentaje de Saturación del Rodillo de Goma

ARTICULO	N° HILOS	Ne	Nm	Ancho Util	% de Saturación
7007/180RRA	3920	5.5	9.3	160	101.4
7012/178CCA	4980	10	16.9	160	95.5
7017/179RRA	4608	8	13.6	160	98.8
7059/170REA	4976	12	20.3	160	87.1

### 6.3.10.2 SECADO DEL ENGOMADO

En la sección de secado generalmente se dispone de cilindros secadores a vapor, de los cuales los primeros 3 ó 4 están recubiertos con teflón.

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Temperatura de los cilindros de secado

Los primeros 3 cilindros deben tener una temperatura máxima igual a la admitida por la fibra a tratarse.

Fibras naturales:

- algodón yute, rayon hilado 140°C

Fibras sintéticas:

- poliéster, poliamida 125°C

- acrílicas 115 ... 120°C

- mezclas de poly algodón

y rayón hilado con poliéster 135°C

- La formación de costra en el primer cilindro puede deberse a:

- muy baja temperatura.

- tensión muy alta en la urdimbre entre la batea y los cilindros de secado

- pick-up muy alto en la batea de goma

- viscosidad muy alta de la goma líquida

- muy baja cantidad de grasa de engomado en la goma

- teflón dañado

- Migración: Inmediatamente después de exprimir en la batea de goma, hay una distribución uniforme de la goma líquida en la sección transversal del hilado

Durante el proceso de secado la evaporación del agua tiene lugar hacia afuera de esta sección transversal:

La evaporación del agua en el exterior de la sección transversal del hilado avanza, dejando atrás de este una película de producto engomador, que no se evapora.

El resultado de todo esto es que el traslado del agente engomador se efectúa de adentro hacia afuera de la sección transversal; a este fenómeno se le llama “migración”. Mediante esta acción el agente engomador se deposita exactamente en el sitio donde se requiere. La película formada en los hilos protegerá contra las acciones interrumpidas de los lizos, de los peines y la proximidad entre hilos en el telar, al mismo tiempo la eliminación del agente engomador de la parte interior de la sección transversal mejora la flexibilidad del hilo. También la flexibilidad es de gran importancia en el proceso de tejido.

- Contenido de humedad del hilo engomado

El contenido de humedad en las diversas clases de fibras depende de:

- higroscopicidad de las fibras a tratar
- humedad del aire

- temperatura

A una temperatura de 20°C y a una humedad relativa (RH) de 65%, el contenido de humedad de algunas fibras es:

- algodón	8,0%
- algodón mercerizado	11,0%
- lana	15,5%
- yute	12,5%
- rayón hilado	13,0%
- poliamida	4,0%
- acrílicos	1,0%
- poliéster	0,5%
- fibra de vidrio	0,0%

Bajo las circunstancias antes mencionadas, las fibras parecen secarse a estos porcentajes: el material tiene su “propio contenido de humedad”.

Cuando se seca los hilados, estos valores se toman en consideración; el control de humedad de la máquina engomadora se fija en valores que generalmente son los mismos o un poco más bajos que los valores antes mencionados (por ejemplo, para algodón 7% en lugar de 8%). Un contenido muy alto de humedad da hilos tiesos para el telar; esto puede ser tan desastroso que la urdimbre no pueda ser tejida.

Un contenido muy bajo de humedad da lugar a hilos quebradizos, que generan roturas de urdimbre en el telar; aparte de esto, la sobre-sequedad puede dar problemas con el desencolado, dependiendo del tipo y combinación de los agentes engomadores.

La velocidad de secado y la tasa legal de humedad (reprise), permite obtener un resultado muy similar al reprise nativo del algodón, por lo que hay que tener en cuenta para que las escalas de los equipos de medición de humedad sean optimizadas para ciertos tipos de fibras o mezclas. Es una buena idea chequear doblemente los monitores de la máquina con otros aparatos portables para asegurarse de que se está obteniendo una lectura correcta.

La velocidad de secado que se usa en la encoladora tiene un efecto directo en la encapsulación y penetración del encolante. Esto se debe al fenómeno conocido como migración, en el cual la solución de encolado se aleja de la superficie del tambor secador. La aplicación súbita de mucho calor en un solo punto (“secado relámpago”) es una forma extrema del peor escenario, en el que todo el encolante termina depositándose cerca de la mitad de la superficie del hilo.

En el otro extremo, el hilo permanece demasiado húmedo y se seca en el plegador, formando un compuesto sólido que sería bueno para la construcción de estructuras pero que es imposible de remover del plegador.



**Temperatura de secado:** Se deben utilizar las temperaturas adecuadas de acuerdo a las características de la fibras que se procesen y productos que se utilicen.

**Regain:** La urdimbre debe salir de la engomadora con una humedad residual propia de la fibra. Este regain depende en gran parte de la humedad relativa en sala de telares.

### 6.3.10.3 SISTEMA DE PLEGADO

Se aplica un encerado ulterior a hilados sintéticos y a hilados de mezclas de fibras sintéticas con naturales, en pocos casos se aplica también a hilados de algodón. Antes del plegado, según recomendación a ser aplicado un porcentaje del peso del material en la forma que se indica:

	Algodón	Lana	Fibra Sintética	Fibra Sintética Natural
Encerado Posterior	0,3%	1,0%	0,5%	0,75%

Una pequeña cantidad de cera líquida o sólida se aplica a la urdimbre mediante un rodillo, que tiene una velocidad de circunferencia de 1 ... 2% de la velocidad de la urdimbre, en la misma dirección de la velocidad de la urdimbre.

La cera Bactsosoft LB 330 Extra altamente concentrada de Basf, constituye un agente de encerado ulterior extremadamente adecuado.

sistema de plegado resulta ser una de las más importantes etapas para el buen desarrollo de la unidad productiva, la que se reflejará en una buena eficiencia de máquina, y lo cuál significaría velocidades homogéneas de producción, todo esto con un buen control del proceso daría como resultado una buena calidad del producto.

Como parte final del proceso de optimización, se tiene el propósito de que el hilado teñido, engomado, secado y encerado sea entregado a la sección de tejeduría en plegadores que cumplan las características necesarias, de forma que afronte con éxito las exigencias de la sala de tejeduría.

Entre lo resaltante, está el control de la uniformidad de la tensión de plegado del hilado a lo ancho del plegador, para tener una dureza uniforme que permita el buen desarrollo de la urdimbre en el telar, evitando tensiones desuniformes que ocasionen roturas innecesarias en los orillos especialmente.

Para un buen desarrollo del sistema de plegado, debe realizarse una buena distribución de los hilos de urdimbre en el peine del cabezal de la máquina, el cuál exige contar siempre con un movimiento de vaiven, de forma que evite la sobreposición de los hilos en el plegador y a la vez el desgaste por abrasión de los dientes del peine.

#### 6.3.10.4 RAZONES DEL ENGOMADO

El proceso de engomado se realiza por los distintos esfuerzos que sufre el hilo en el telar:

- 1. Regulador:** Movimiento por el cual los hilos de urdimbre se desenvuelven automática y regularmente del cilindro a medida que avanza la tejida. Debido a este movimiento se producen tensiones en el guía hilos colocado en la parte trasera del telar (punto de flexión).
- 2. Para urdimbre:** Este dispositivo en el telar permite que cada vez que un hilo revienta el telar para instantáneamente. Este mecanismo funciona al caer por gravedad la laminilla, ocasionando un contacto eléctrico o mecánico (punto de abrasión).
- 3. Apertura de calada:** Movimiento por el cual los hilos de urdimbre son separados unos hacia arriba, otros hacia abajo, de acuerdo con el dibujo deseado, formando la calada por donde pasa la lanzadera o balin que entrelaza la trama. Este movimiento puede hacerse bien sea por excéntricas o por el mecanismo de Dobby o barra de torsión (puntos de flexión y abrasión).
- 4. Peine de telar:** Tiene por objeto insertar la última pasada a la tela, el peine va movido por el batán. del número de dientes por

pulgada e hilos por diente depende el aspecto de la tela (punto de abrasión).

**5. Regulador de enrollamiento de la tela:** Este movimiento es causado por transmisión de piñones en el cuál se fijan las pasadas por pulgada en la tela y permite regular el envolvimiento (punto de flexión). Ver Apéndice 15

#### **6.3.10.5 CUALIDADES DE LA URDIMBRE ENGOMADA**

De lo anterior, se puede deducir entonces las cualidades que la goma le deberá conferir al hilo:

**Resistencia:** Este debe aumentar por la resistencia de la película de goma que rodea al hilo, lo mismo que por la acción de cementación del apresto para que las fibras no se deslicen entre sí.

**Penetración:** Debe haber penetración para amarrar o anclar la goma que rodea al hilo. Si la penetración es excesiva, el hilo pierde flexibilidad disminuyendo la resistencia al roce.

**Elasticidad:** El hilo engomado debe conservar su elasticidad para ceder y aguantar los esfuerzos propios de cada telar, regresando luego a su longitud original. El hilo engomado debe tener una buena elongación.

De no tener suficiente elongación un hilo se puede romper en el momento de abrirse la calada o al remeter la trama insertada para que se forme el tejido.

**Flexibilidad:** La flexibilidad de la película no solo es necesaria para el trabajo en el telar sino también para un despegue suave durante la separación de los hilos en seco en la engomadora. Es importante tener en cuenta la viscosidad de la solución de goma, pues esta rige en gran parte la penetración dentro del hilo. Si es muy baja la penetración será excesiva cementando el hilo y por consiguiente tornándolo rígido. Si la viscosidad es alta, la película aumentará de espesor y su flexibilidad disminuirá.

**Adhesividad:** Es necesaria en el engomado no solo para evitar que la goma se desprenda del hilo sino para adherir las fibras al hilo mismo, disminuyendo consigo la pilosidad.

**Resistencia al rozamiento:** Se le infunde a la película por medio de sustancias lubricantes añadidas dentro de la formulación o por medio del encerado posterior.

#### **6.4 REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA**

Para la designación de operarios en las zonas del proceso se ha considerado el siguiente criterio:

Los grupos de trabajo laboran en turnos rotativos con frecuencia semanal.

Así, se requiere:

Total supervisores: 4, obreros: 24, se requiere mínimo 01 persona/turno para reemplazo de vacaciones y un 4to grupo para laborar el día domingo.

El personal tiene como principales funciones genéricas:

- Transporte y abastecimiento de materia prima e insumos de los distintos almacenes.
- Preparación de los productos químicos de mercerizado, teñido y engomado.
- Operación de máquina o del sistema respectivo.
- Introducción de datos en PC.
- Limpieza permanente operación de filtros, separadores, etc, de los sistemas.
- Control constante de parámetros de todo el proceso productivo (aprox. 30 mín.)
- Atención de problemas con manta de urdimbre (hilos rotos, cruzados, madejas).
- Abastecimiento, preparación y transporte de plegadores para producción de telares.

Control del correcto suministro de servicios auxiliares (agua, vapor, aire comprimido).

- Manejo de desperdicios (limpieza de restos en plegadores, y eliminación de planta).
- Limpieza periódica de los sistemas de máquina, estructuras y demás áreas de planta.
- Realizar inventarios por turno de los productos químicos empleados.

## RELACION DEL PERSONAL PLANTA DENIM

AREA DE TRABAJO	FUNCION
PRODUCCIÓN PLANTA	JEFE DE PLANTA
PRODUCCIÓN PLANTA	SUPERVISOR
PRODUCCION PLANTA	SUPERVISOR
PRODUCCION PLANTA	SUPERVISOR
PRODUCCION PLANTA	SUPERVISOR

### OBREROS

	AREA DE TRABAJO	FUNCION
<b>PRIMER TURNO</b>	TREN DE TEÑIDO-ENGOMADO	1er OPERADOR
	TREN DE TEÑIDO-ENGOMADO	2do OPERADOR
	TREN DE TEÑIDO-ENGOMADO	OPERADOR
	SISTEMA ENGOMADO	OPERADOR
	SISTEMA DE TEÑIDO	1er OPERADOR
	SISTEMA DE TEÑIDO	2o OPERADOR
	SISTEMA DE TEÑIDO	OPERARIO
	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	OPERARIO
<b>SEGUNDO TURNO</b>	TREN DE TEÑIDO-ENGOMADO	1er OPERADOR
	TREN DE TEÑIDO-ENGOMADO	2do OPERADOR
	TREN DE TEÑIDO-ENGOMADO	OPERARIO
	SISTEMA ENGOMADO	OPERADOR
	SISTEMA DE TEÑIDO	1er OPERADOR
	SISTEMA DE TEÑIDO	2o OPERADOR
	SISTEMA DE TEÑIDO	OPERARIO
	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	OPERARIO
<b>TERCER TURNO</b>	TREN DE TEÑIDO-ENGOMADO	1er OPERADOR
	TREN DE TEÑIDO-ENGOMADO	2do OPERADOR
	TREN DE TEÑIDO-ENGOMADO	OPERADOR
	SISTEMA ENGOMADO	OPERADOR
	SISTEMA DE TEÑIDO	1er OPERADOR
	SISTEMA DE TEÑIDO	2o OPERADOR
	SISTEMA DE TEÑIDO	OPERARIO
	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	OPERARIO

## 6.5 NUEVAS TECNOLOGIAS

Dentro de las nuevas tecnologías podemos citar:

1. La unidad Ben-Link para la unión completamente automática de hilo y la cuál permite la producción continua durante los cambios de lote sin reducir la velocidad de teñido o realizar paros de máquina.
2. El uso de índigo pre-reducido al 40%, que presenta muchas ventajas, tales como: efluentes menos contaminados, obtención de colores más oscuros o intensos en el denim, reducción de punto y cola (teñido más homogéneo).
3. El uso de la celda electrolítica en el baño de teñido con índigo, consiste de un cátodo de hierro que por electrólisis pierde electrones y origina el  $\text{Fe}^{2+}$  en el baño de colorante, en tanto que el colorante para pasar a la fibra se reduce (ganando electrones), es decir hace que el  $\text{Fe}^{2+}$  se oxide a  $\text{Fe}^{3+}$  omitiendo de esta manera la utilización del hidrosulfito en la solución de colorante de teñido, esta tecnología se encuentra en proceso de estudio por BASF.



## **6.6 DISPOSICION DE PLANTA**

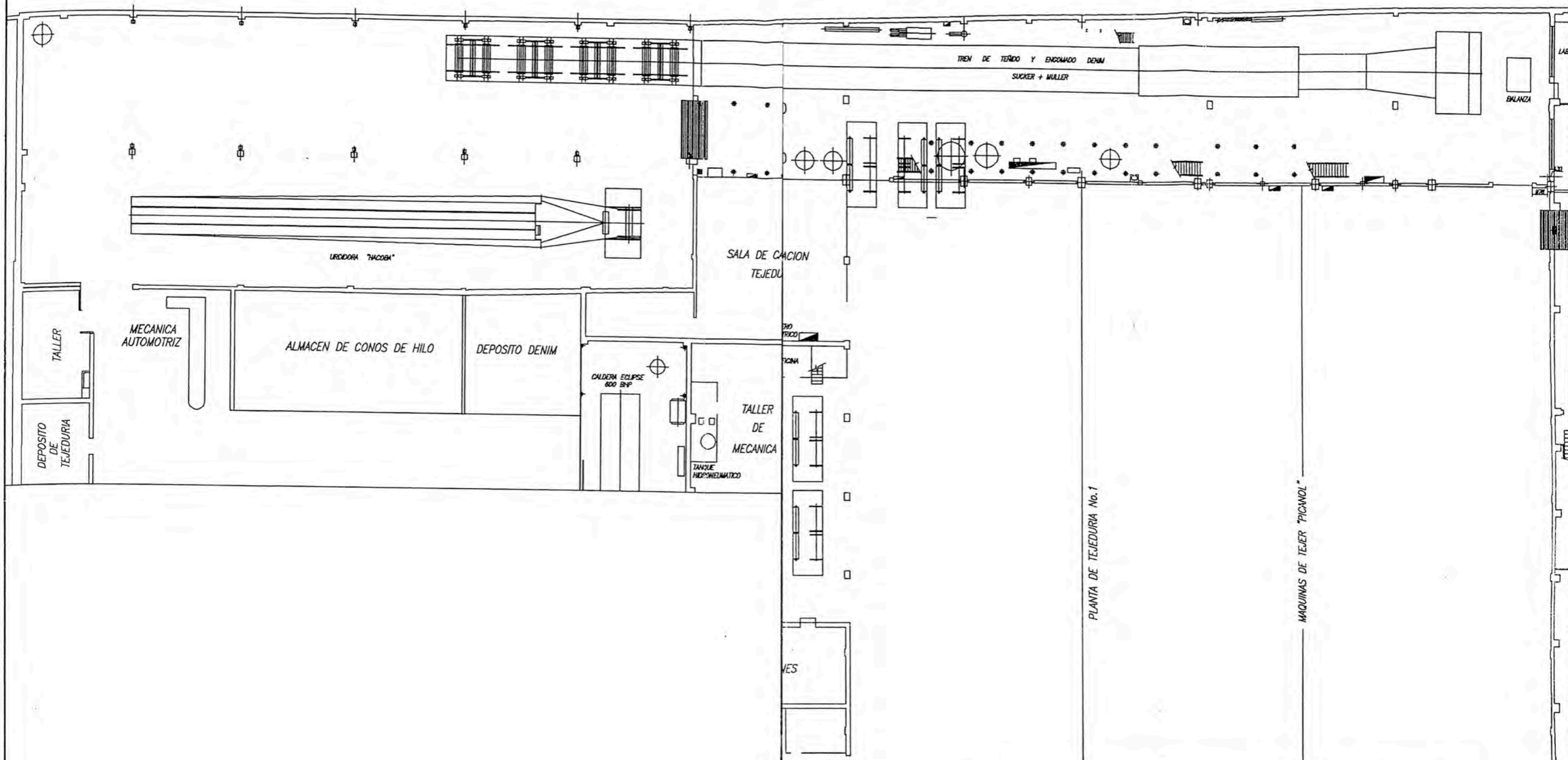
Ver Plano : Lámina N° 01

## **6.7 DISPOSICION DE PARTES DE LA MAQUINARIA**

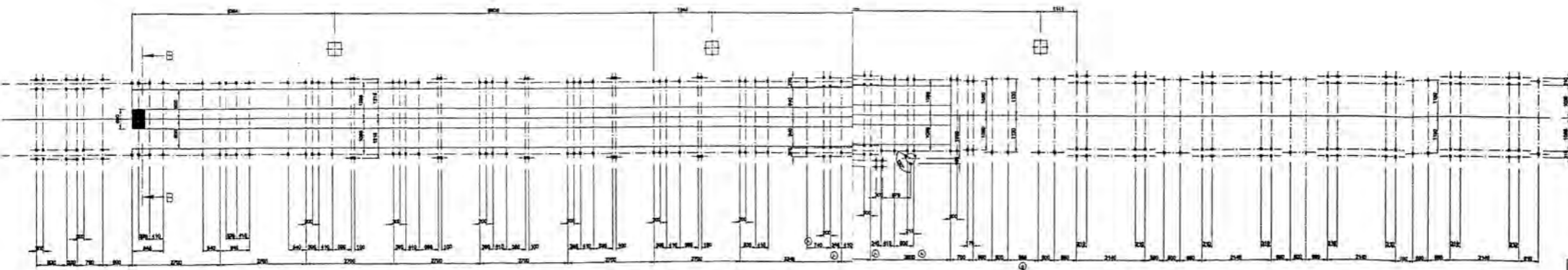
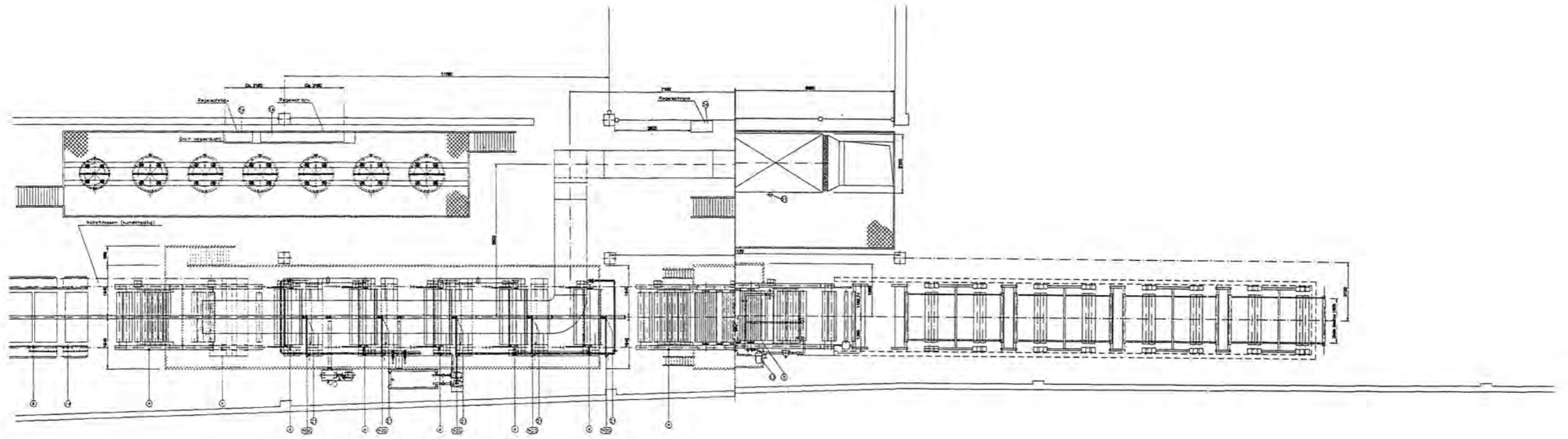
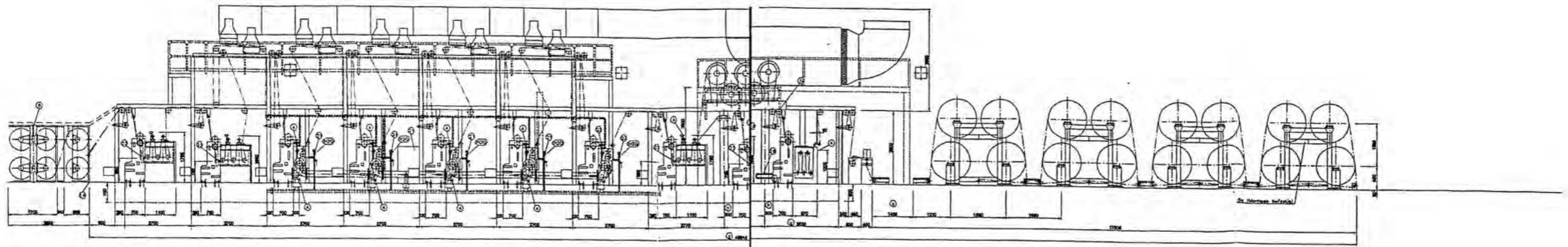
Ver Plano: Lámina N° 02

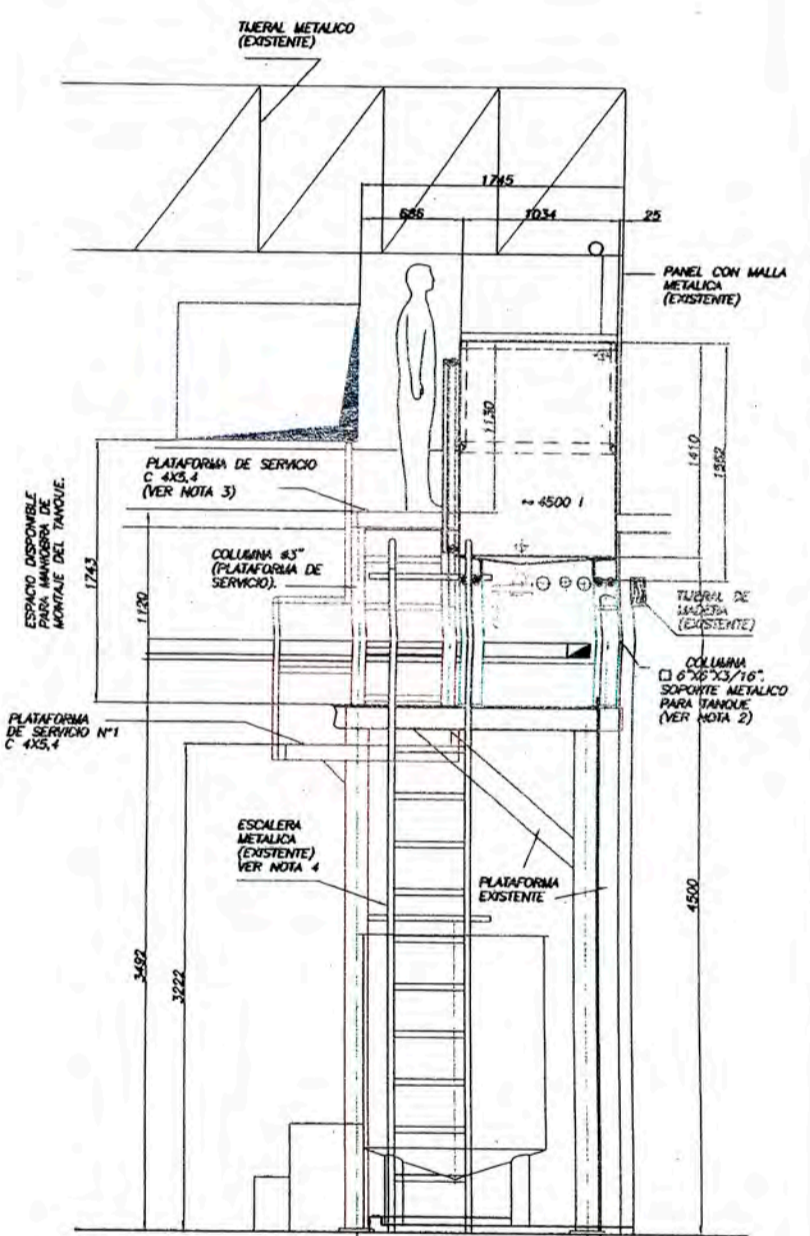
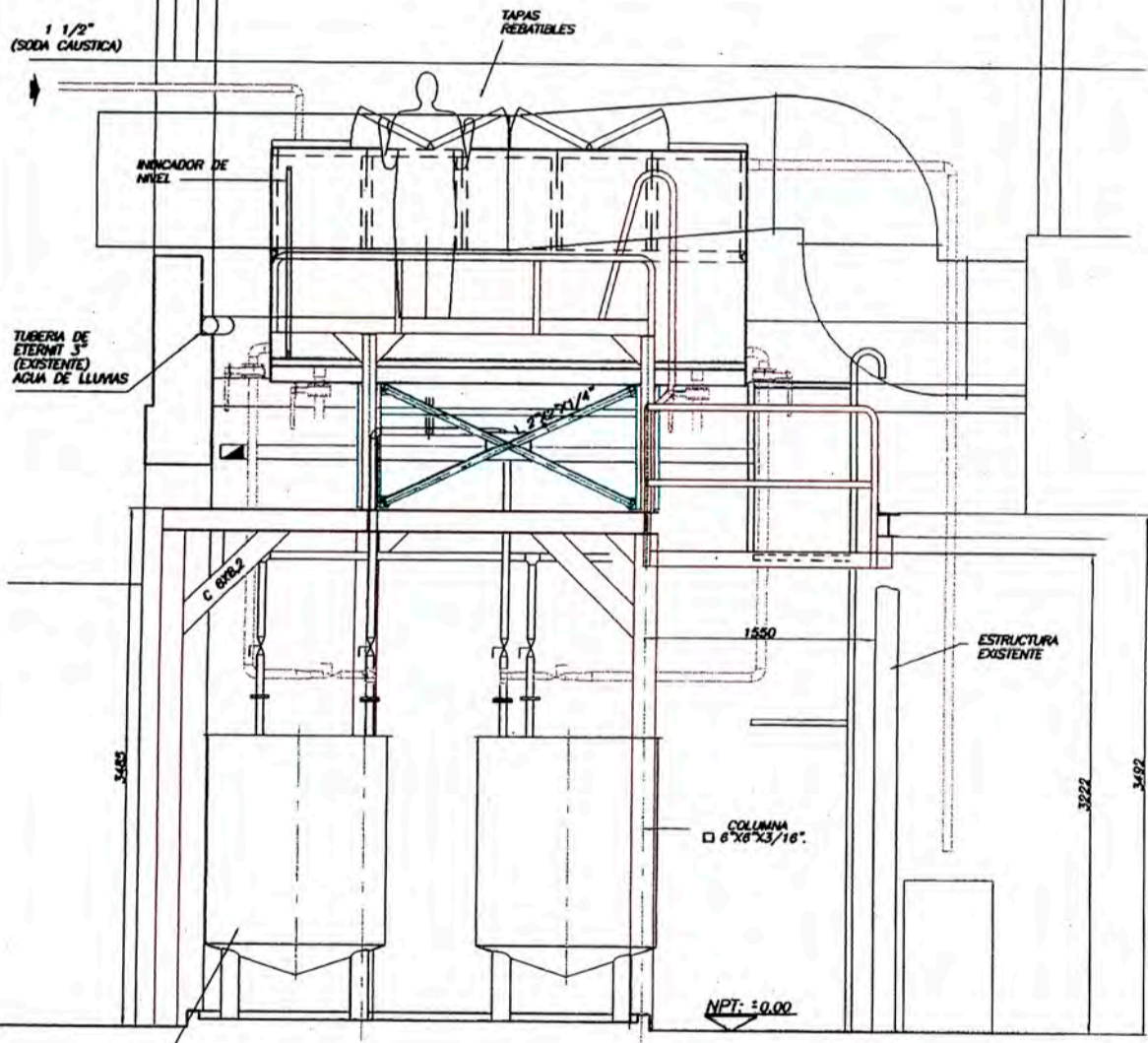
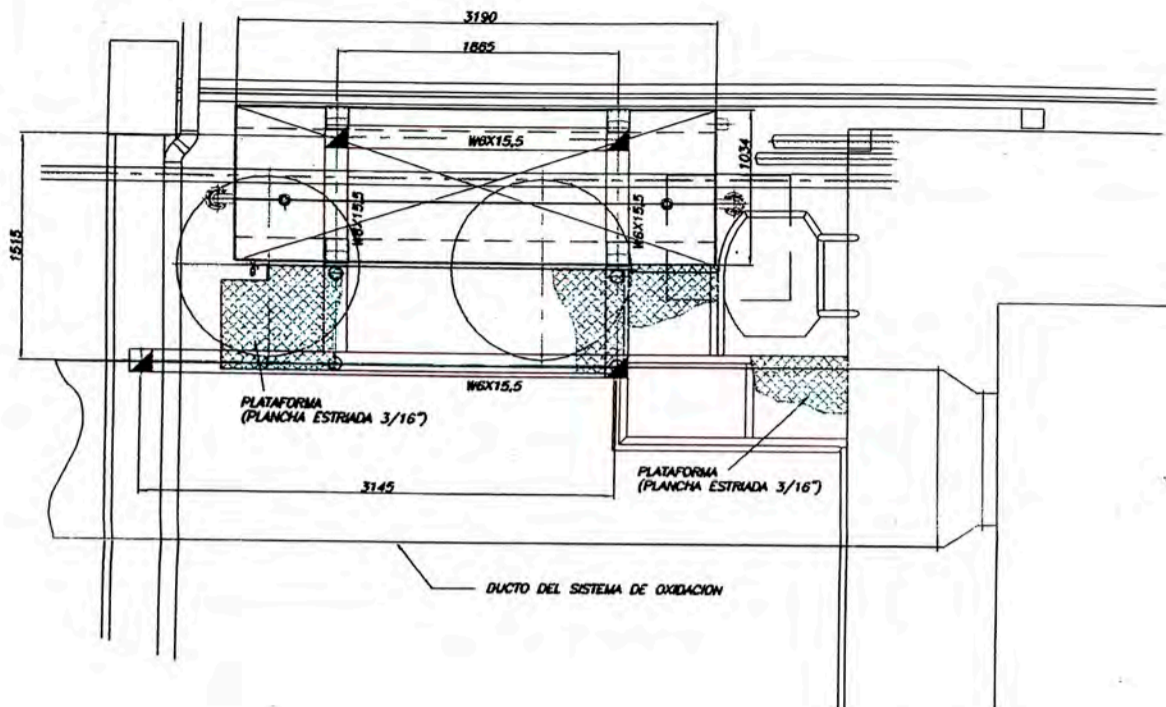
## **6.8 PLANO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE SODA**

Ver Plano



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA ESPECIALIDAD: INGENIERIA TEXTIL		
DISPOSICION DE PLANTA		LAMINA:
PROYECTO DE:	DIBUJO:	01
ALEX EDUARDO GUERRERO CABANILLAS WILMAN VICENTE BENITES MITMA	ESCALA: 1/250	
		FECHA: SET - 2003





- TUBERIA A INSTALAR (SODA CAUSTICA).
- NOTA: 1.- EL TANQUE SERA FABRICADO DE PLANCHAS DE ACERO ASTM 570 GRADO 36 DE ESPESOR 3/16" SOLDADA CON REFUERZOS INTERIORES DE ANGULO DE 2"x2"x3/16" (EL FONDO SERA DE PLANCHA DE 1/4") CON CONEXIONES DE DESCARGA DE 2" DE DRENAJE DE 2" DE REBOSE DE 2" ; CON CONEXIONES DE 3/4" PARA INDICADOR DE NIVEL.
- 2.- ESTE SOPORTE SE INSTALARA LUEGO QUE EL TANQUE SE ENCUENTRE LEVANTADO/SUSPENDIDO SOBRE SU UBICACION FINAL. FIJACION DEL SOPORTE MEDIANTE PLACAS Y PERNOS.
- 3.- MONTAJE DE ESTA PLATAFORMA SOLO DESPUES QUE EL TANQUE ESTE EN SU UBICACION FINAL.
- 4.- ESCALERA DE GATO EXISTENTE, SE HARA MODIFICACIONES PARA LA CONVENIENTE SALIDA A LA PLATAFORMA N°1.
- 5.- LAS COLUMNAS SE HARAN EN TUBO PRE-FABRICADO TIPO PRECOR (TU 6X8X3/16") EN ACERO ASTM A570 GRADO 36. FIJACION AL PISO MEDIANTE PLACAS Y PERNOS DE ANCLAJE.
- 6.- TODAS LAS BARANDAS CON TUBO DE DIAM. 1 1/4" Y DESMONTABLES.

Pzo	Cont	Denominación	Norma /Dimensión	Materia	Observaciones
		FECHA	NOMBRE	SECCION:	
		26-04-03	PIEDRO M.	INST. GENERALES	PROYECTO S.L. Lima - Perú
		REVISADO		MAQ. <input type="checkbox"/> INST. <input checked="" type="checkbox"/>	
		APROBADO			
		ESCALA:			PLANO No.:
		1:50			
		FORMA:			SUSTITUYE A:
		A3			

TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
RECUPERACION DE SODA CAUSTICA  
PARA EL TIED

## **CAPITULO VII**

### **SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE CALIDAD**

A pesar de que en la compañía no se dispone de una norma ISO 14000 nuestra seguridad industrial esta avocada en detectar los aspectos ambientales potenciales y reales que pueden crear un impacto negativo sobre el entorno del medio ambiente, lo cuál incluye seres humanos, maquinaria equipos y la naturaleza

#### **7.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL**

En este aspecto se tiene que organizar y gestionar una política de seguridad y salud industrial por algunas razones muy importantes:

Tratar de evitar acontecimientos no deseados que resultan en daño físico a la personas, daño a la propiedad o pérdida en los procesos. En términos claros, evitar accidentes, los cuales son originados por diversos tipos de incidentes que nacen de causas inmediatas de actos y condiciones sub-estandares, las cuales deben ser eliminadas analizando las causas básicas, que pueden ser factores personales o factores de trabajo. Por lo cuál debe desarrollarse un buen control general.

Otras razones importantes son: Deber moral, responsabilidad social, conveniencia económica, ventaja competitiva.

Para ello se tiene que identificar, evaluar y controlar los riesgos, por ende nuestro objetivo de seguridad y salud industrial se llevará a cabo mediante una política de prevención a nivel gerencial, planificación y programa de prevención, organización de la seguridad y salud, requerimiento de un programa de

prevención, seguimiento del plan y control de resultados. Como resultado de este trabajo, debe cumplirse como mínimo las siguientes condiciones:

- \* Tener las herramientas de trabajo idóneas y en buen estado de conservación.
- \* La máquina debe tener seguridad en sus elementos de rotación transmisión y movimiento, así mismo sistema de puesta a tierra.
- \* Las áreas de trabajo se mantendrán en orden y con limpieza, acorde con las tareas que se realizan; existe señalización de áreas de trabajo y avisos de promoción a la seguridad
- \* Existen medios o vías de escape adecuadas para los trabajadores en caso de incendio, se contará con equipos de extinción portátiles en función de las áreas a proteger.
- \* Se tendrá un cableado eléctrico perfectamente protegido, conectores eléctricos en buen estado.
- \* Todos los trabajadores tendrán equipos básicos de protección individual acorde con las normas y riesgos de la empresa y de acuerdo al trabajo realizado .
- \* Existirá una iluminación necesaria para cada puesto de trabajo
- \* La ventilación natural será adecuada para las tareas que se realizan.

Para ejecutar nuestra política de seguridad y salud industrial, este programa debe desarrollar los siguientes criterios:

- Adoptar y mantener una política de seguridad y salud
- Conducir evaluaciones periódicas relacionadas con la seguridad y la salud
- Organizar y asignar tareas relacionadas con la seguridad y la salud
- Estimular la participación y comunicación de los trabajadores

- Alcanzar un objetivo de rendimiento numérico definido
- Mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable
- Proveer educación y entrenamiento relacionado con la seguridad y la salud
- Compartir información y efectuar interconexiones con la industria

A medida que se modifica la industria textil, sus programas de seguridad y salud reflejan ciertos cambios positivos, y los temas de seguridad, salud y protección del medio ambiente se han vuelto cada vez más importantes.

Los ejecutivos textiles han visto los beneficios de un buen programa de seguridad y salud, quieren que la seguridad y la salud sean parte integral de sus negocios, esto no fue el caso hace 20 o 30 años cuando los ejecutivos textiles tradicionales consideraban a estas como un mal necesario. Se hablaba mucho sobre estos temas, pero sus acciones no tenían mucho que mostrar. Ahora las compañías están ansiosas de hacer inversiones y están haciendo que la seguridad, la salud y el medio ambiente sean tan importantes como la manufactura, el marketing y las ventas.

La compañía a pesar de no disponer de una norma ISO 14000 referente a la seguridad industrial, está dedicada en detectar los aspectos ambientales potenciales y reales que pueden crear un impacto negativo sobre el entorno del medio ambiente, lo cuál incluye seres humanos maquinaria equipos y la naturaleza

## **PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS EN PLANTA DENIM QUE REQUIEREN SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Dado que el teñido con el índigo hace uso de productos químicos, se debe tener sumo cuidado en su manejo y manipuleo debido a lo peligroso que son, si no se utilizan apropiadamente pueden provocar inconvenientes tanto en la salud del trabajador como en la planta. Estos riesgos y peligros de los productos químicos, incluyendo al índigo, se describen a continuación.

**1) INDIGO :** Estado físico granulado, ; Masa Molecular : 262 , Olor : Inodoro

**Posibles Peligros :** Indicaciones especiales de peligrosidad para el hombre y el medio ambiente; no recomendable

### a) Medidas de Primeros Auxilios

\* Indicaciones Generales: Cambiarse la ropa manchada.

\* Tras Inhalación : En caso de malestar tras inhalación de polvo, respirar aire fresco, buscar ayuda médica.

\* Tras Contacto con la Piel : Lavar con agua y jabón

\* Tras Contacto con los Ojos : Lavar con abundante agua corriente durante 15 minutos y con los párpados abiertos.

Tras Ingestión : Lavar la boca y beber posteriormente abundante agua.

Para todo tratamiento sintomático, descontaminar funciones vitales, no es conocido ningún antídoto específico.

### b) Medidas de Protección para la Extinción de Incendios

\* Medios de extinción adecuados : Agua pulverizada, medios de extinción en seco, espuma



\* Caso de Incendio: Puede desprender gases/vapores, el riesgo depende de las sustancias que se estén quemando y de las condiciones del incendio. En caso de fuego, protéjase con una máscara autónoma.

El agua de extinción contaminada debe ser eliminada respetando las legislaciones locales vigentes.

\* Caso de Vertido Accidental : No se recomienda ninguna medida de protección especial.

\* Protección para el Medio Ambiente : El producto no debe ser vertido al alcantarillado sin un tratamiento previo se recomienda.

\* Método para la limpieza / recogida : Recoger evitando la formación de polvo y eliminar.

#### c) Manipulación y Almacenamiento

\* Manipulación : Durante el trasvase de grandes cantidades sin instalación extractora, debe protegerse las vías respiratorias.

\* Protección Contra Incendio y Explosión : Evitar la acumulación de cargas electrostáticas.

\* Almacenamiento : Almacenar perfectamente cerrado en un lugar seco y fresco.

#### d) Equipo de Protección Personal

\* Protección de las manos : Guantes protectores

\* Protección de los ojos : gafas de protección

\* Protección Corporal : Indumentaria de trabajo cerrada

\* Medidas Generales de Protección y de Higiene : Observar las precauciones habituales en el manejo de los productos químicos.

- \* Estabilidad y Reactividad : Condiciones a evitar, proteger de la humedad.
- \* Reacciones Peligrosas : Se realiza una eliminación del polvo del colorante por motivos de higiene en el trabajo. No obstante, la eliminación del polvo no es tan elevada como para descartar el riesgo de explosión por formación de nube de polvo durante la manipulación de grandes cantidades.  
No presenta productos peligrosos de descomposición.
- \* Riesgos Toxicológicos : Riesgo agudo por inhalación (el resultado del test depende de la toxicidad y la volatilidad). Ninguna mortalidad tras 8 horas de exposición en una atmósfera enriquecida o saturada y a 20°C.

\* Indicaciones Ecológicas

Debido a su escasa solubilidad en agua el producto puede eliminarse mayoritariamente por separación mecánica en las plantas depuradoras biológicas.

- \* Comportamiento en el Medio Ambiente : Durante un vertido en pequeñas concentraciones, no son de esperar variaciones en la función del lodo activado de una planta depuradora biológicamente adaptada.

El producto no contiene ningún compuesto halógeno orgánico ligado en su estructura.

Para su eliminación debe ser, depositado en un vertedero controlado, o incinerado en una planta adecuada respetando las legislaciones locales.

Los datos señalados corresponden a nuestros conocimientos actuales y no representan una garantía de las propiedades. El receptor deberá observar, bajo su

responsabilidad, las reglamentaciones y normativas correspondientes. Ref. ficha técnica de Basf.

**2) DITHIONATO DE SODIO:**  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  Masa Molecular: 174

Al entrar en contacto con pequeñas cantidades de agua puede causar incendio.

Es nocivo por ingestión, en contacto con ácidos libera gases tóxicos.

Inmediatamente después del contacto lavar la piel con mucha agua, lavar los ojos prolongadamente y consultar al médico.

En caso de incendio extinguir preferiblemente con abundante agua o arena seca

**3) HIDROXIDO DE SODIO :** Sosa cáustica,  $\text{NaOH}$  ; Masa molecular: 40,0

Tipos de Peligro/Exposición

a) Incendios : No combustible. El contacto con la humedad o con el agua, puede generar el suficiente calor para producir la ignición de sustancias combustibles.

En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores

b) Exposición : ¡evitar la dispersión del polvo! ¡evitar todo contacto!

Consultar al médico en todos los casos

c) Inhalación : Corrosivo. Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria.

Extracción localizada o protección respiratoria,

aire limpio, reposo, posición de semi-incorporado, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.

d) Piel : Corrosivo. Enrojecimiento, graves quemaduras cutáneas, dolor.

Guantes protectores y traje de protección.

Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.

e) Ojos : Corrosivo. Enrojecimiento, dolor, visión borrosa, quemaduras profundas graves.

Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria si se trata de polvo.

Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar los lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.

f) Ingestión : Corrosivo. Dolor abdominal, sensación de quemazón, diarrea, vómitos, colapso.

No comer, ni beber ni fumar durante el trabajo.

Enjuagar la boca, NO provocar el vómito, dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica.

#### \* DERRAMES Y FUGAS

Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente adecuado, eliminar el residuo con agua abundante (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).

#### \* ALMACENAMIENTO

Separado de ácidos fuertes, metales, alimentos y materiales combustibles.

Mantener en lugar seco y bien cerrado.

#### \* ENVASADO Y ETIQUETADO

No transportar con alimentos.

#### **4) NITROGENO SOMETIDO A ALTA PRESION**

- \* Peligro : Gas no inflamable, comprimido a alta presión. No es contaminante, puede causar asfixia por desplazamiento en el ambiente .
- \* Atención : Este producto tiene un grado de pureza compatible con su utilización. Uso exclusivo para fines de laboratorio industriales, no puede ser utilizados para fines medicinales.
- \* Precaución : La manipulación del cilindro debe ser realizada por personal entrenado y con equipo de protección individual adecuado; devolver el cilindro si no tiene el termoencogible protector de la válvula, o si el mismo se encuentra roto, deteriorado, o si se observa daños en la superficie externa del cilindro o válvula.

Movilizar un solo cilindro a la vez y asegurar que la tapa protectora de la válvula se encuentre completamente roscada. Nunca intente rodar el cilindro en posición horizontal, el cilindro siempre debe permanecer en posición vertical provisto de la tapa protectora de la válvula y debidamente sujeto a fin de prevenir que sea derribado. Sólo podrá ser almacenado y utilizado en ambiente ventilado, proteja el cilindro contra daños físicos, calentamiento, arcos eléctricos y salpicadura de soldadura ya que corre riesgo de explosión; solo utilice la rosca de conexión, regulador de presión o equipos compatibles con nitrógeno de alta tensión, abra la válvula del cilindro lentamente y sin golpearla, una vez fuera de su uso mantenga la válvula cerrada. Todos los cilindros están provistos de un dispositivo de seguridad para evacuar el gas en caso de incremento de su presión interna, el alivio de la presión genera un

nivel elevado de ruido. El llenado de este cilindro solo podrá ser realizado en instalaciones de Praxair Cía. y su transporte se encuentra sometido a las regulaciones del transporte terrestre de productos peligrosos.

En caso de incendio, evacue el área y mantenga aislado el local de riesgos.

Mueva el cilindro lejos del local donde se ha ocasionado un incendio, si no fuese posible, enfrie el cilindro con baños continuos de agua desde una distancia prudente.

En caso de fuga, evacue el área y mantenga aislado el local de riesgos. Ventile el área. Proceda a cerrar la válvula utilizándole equipo de protección individual adecuado. Si no fuese posible la interrupción de la fuga, traslade el cilindro hasta un área bien ventilada.

## **7.2 CONTROL DE CALIDAD DEL TEÑIDO**

Con la finalidad de teñir es necesario preparar una receta para un determinado matiz, sin embargo obtener una buena calidad de teñido va depender de los datos técnicos de la producción, como son la temperatura de baño, tiempo de teñido, circulación de baño con la respectiva coordinación para que los hilos sean teñidos en forma homogénea o que la desigualdad del teñido esté dentro de la tolerancia adecuada.

Además el buen teñido de los hilos y el tono, va influir en la calidad y el acabado del denim, variables potenciales que se describen a continuación.

### **1. Algodón.**

A.- Micronaire, longitud de la fibra, madurez

- B.- Color
- C.- Metales
- D.- Ceras naturales, aceites, guano de gusano.

## **2. Manufactura del Hilo.**

- A.- Consistencia en la mezcla.
- B.- Hilado, open-end
- C.- Torsiones y densidad
- D.- Desfilamentación
- E.- Neps o irregularidad en el hilo.

## **3. Teñido.**

- A.- Preparación de la mezcla (Color)
- B.- Descrude
- C.- Irregularidades en la alimentación al tren de teñido  
(Bombeo)
- D.- Interrupciones en la alimentación al tren de teñido
- E.- Química fuera de balance.
- F.- Reducción
- G.- Oxidación
- H.- Velocidades variables
- I.- Pick up variable
- J.- Condiciones de las tinas al arranque
- K.- Temperaturas
- L.- Inconsistencia en la recirculación

- M.- Inconsistencia en la distribución
- N.- Montaduras y presiones incorrectas
- O.- Inadecuada e incompleta limpieza en el tren
- P.- Inconsistencia en el lavado
- Q.- Paros en la máquina.
- R.- Tensiones
- S.- Humedad

La mayoría de las variables anteriormente mencionadas pueden ser la causa de problemas que pueden ser eliminados por la atención constante del operador durante la marcha, y un correcto plan de mantenimiento preventivo cuando el tren se encuentre fuera de operación.

### **7.3 CONTROL DE CALIDAD DE ENGOMADO**

Idealmente un hilo no debe desfibrarse, pero en la práctica es algo difícil de lograr por lo cual se debe aceptar algo de despelusado. Si solo se pierde una pequeña cantidad de fibras rotas y si la cola en si permanece sobre el hilo, la película de cola ha cumplido con su principal objetivo. Siempre que la cantidad de despelusado no interfiera con la tejabilidad que ocasione una pérdida excesiva de fibras.

El control de calidad en nuestro proceso de engomado parte desde el análisis del tipo de hilo que se va a engomar que puede ser un hilo open end o un hilo de continua, ya que por su construcción estos hilos se caracterizan por tener diferentes grados de torsión, diferente estiramiento, flexibilidad y resistencia, lo



que haría que tengan un comportamiento diferente en la tina de goma. Como es bien conocido por todos los engomadores del mundo, uno de estos comportamientos vitales del hilo es el nivel de absorción del hilo open end frente al hilo de continua, cuya diferencia está marcada entre un 10 y 15%. Tal situación nos conlleva a la elaboración de recetas de goma de diferentes concentraciones y control de calidad de nuestro engomado, el cual se desarrolla bajo una tenaz y minuciosa evaluación constante de parámetros de las diversas pastas de goma, que están directamente relacionados con el objetivo de obtener buenos resultados de eficiencia en la sala de tejeduría.

En tal efecto, el control de calidad de nuestro engomado consiste en la evaluación de los componentes de la pasta de goma, para ello se cuenta con el apoyo del laboratorio con el fin evaluar la uniformidad constante de cada lote de cada uno de los insumos, referente a su reproductibilidad de viscosidad, refracción, elongación y resistencia de película

Dada la exigencia de lograr costos de engomado más reducidos, se tiene que llevar a cabo recetas nuevas de engomado, siendo estas más baratas que las formulaciones estandares del proceso normal. Estas recetas se aplican sobre longitudes pequeñas de urdimbre; seguidamente estos son evaluados en la sala de tejeduría, observando muy cuidadosamente el desenvolvimiento de este hilo en cuanto a la abrasión que va sufrir en el telar.

La evaluación final consiste en que el hilo engomado no produzca desprendimiento de la película de goma y no se forme motas (potencial de fibras )

La Sociedad Americana de Control de Materiales (ASTM) en su Norma D629-42T, da un método estándar para analizar el contenido de goma, que consiste en una extracción con cloroformo, y una posterior eliminación del almidón con enzimas

La ASTM dispone también, bajo la especificación D-334-40, para materiales de algodón a ser recubiertos con goma, de un método que consiste en hervir con ácido clorhídrico y seguidamente un tratamiento con amoníaco.

#### **7.4 PREVENCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**

La tierra es un ecosistema sumamente complejo, en el que una cosa se relaciona con la otra, de tal manera que si se enferma el mar y todo lo que hay en la vida marítima sin duda afectará la vida a nivel internacional, realmente muchos de los problemas que surgen actualmente en el mundo son ocasionados por la contaminación ambiental.

Cabe mencionar al respecto la ayuda que implica el ISO 14000 acerca de estándares de control del medio ambiente.

Las normas ISO 14000 resulta ser una familia de Normas Internacionales de carácter voluntario que orienta hacia la gestión efectiva del medio ambiente en las organizaciones. Las normas ISO 14000, similar a las normas ISO 9000, tienen un carácter voluntario y su propósito es el aumentar y no limitar la competitividad de empresas. En tanto que, la percepción y el temor de los empresarios es de que la regularización y la normatividad ambiental tiendan a aumentar el costo de

operaciones al implementar técnicas tendentes a combatir las emisiones contaminantes y manejar los desechos generados.

A la fecha la única norma certificable de la familia de normas ISO 14000 es la ISO 14001, referido a los sistemas de gestión ambiental, aprobado formalmente en 1996, logrando un estándar formal lo suficientemente flexible para adecuarse a cualquier tipo de organización.

Los sistemas de gestión ambiental ISO 14001 están basados en la mejora continua, elemento que permite evolucionar las versiones del sistema hasta lograr la excelencia. Este proceso se inicia con la secuencia de planear, medir, controlar, revisar y mejorar continuamente, incorporando esta filosofía a la forma de trabajar en las organizaciones, la misma que debe ser auditada en todas sus fases.

Estos sistemas exigen implementar una adecuada política ambiental, capaz de convertirse en un instrumento de compromiso permanente para la protección del medio ambiente, en cumplimiento de las leyes, la participación y el entrenamiento, el uso eficiente de los recursos, la prevención de la contaminación y la búsqueda de mejores prácticas en la organización.

Las buenas prácticas no involucran grandes costos, es muy probable que con inversiones mínimas se pueden obtener logros significativos, implementando cambios en los procesos productivos que permitan minimizar la cantidad de contaminantes generados, ello generalmente se traduce en menores costos y mayor calidad y competitividad.

El tratamiento de los efluentes residuales que realiza la empresa es relativamente simple, sin embargo el proceso de optimización lleva consigo una reducción de contaminación de las aguas residuales en el proceso:

### **En el Caustificado**

Antes de usar la soda reciclada la eliminación de la solución de pre tratamiento mercerizado o caustificado era de mayor volumen, después de 5 partidas se eliminaba directamente de la tina, la solución de soda del caustificado al desagüe la cual repercutía con mayor impacto la contaminación del medio ambiente por la cantidad de soda que llevaba el efluente residual cuyo cálculo se muestra:

Volumen de tina de pre tratamiento 1600 L

Al mes se hace un promedio de 35 partidas:  $7 \times 1600 = 11\ 200\text{L}$

Aproximadamente, antes se arrojaba al desagüe un promedio 11 200 L mensuales con una concentración media de 200 g/L de soda.  $11\ 200\text{L} \times 200\text{g/L} = 2\ 240\ 000\text{g}$  (2 240kg) aprox. US\$ 672

### **En el lavado del Caustificado**

Se ha estandarizado la temperatura del agua de lavado del mercerizado obteniéndose el agua residual de moderada temperatura. Así también del flujo de enjuague, que va permitir un tratamiento más fluido, además de una concentración menor de  $1^\circ\text{Be}$  respecto al álcali.

### **En el teñido**

Se ha seleccionado los productos químicos apropiados para cuidar el entorno ecológico a pesar de que en el mercado se encuentran proveedores que ofrecen sus productos a precios sumamente bajos, así existe el hidrosulfito chino el cual no se

considera en el proceso de optimización dado que las pruebas de laboratorio muestran que dicho producto es 4 veces más expansible en el medio ambiente respecto al hidrosulfito de BASF, ocasionando un perjuicio en la salud de los trabajadores, en el ensuciamiento de la maquinaria, un aumento de los compuestos químicos formados no deseados en el baño como bisulfito y bisulfato y lodos.

A través de la optimización se ha logrado un mayor control en las propiedades fisicoquímicas del proceso de teñido del colorante garantizando de esta manera la solubilidad del colorante en todo el tiempo del proceso de teñido reduciéndose enormemente la cantidad de colorante índigo en la aguas residuales, las cuales al ser evaluadas en el laboratorio resultó aproximadamente 0,15 g/L de índigo en las últimas tinas de lavado.

### **En el engomado**

La optimización lleva a utilizar formulaciones de goma cuya refracción son mucho menores que las formulaciones iniciales.

Refracción Promedio antes de la optimización	Refracción Promedio en la optimización
10,48%	4,0%

Mensualmente se tiene un desperdicio máximo de 3500 L de goma

Como conclusión, inicialmente se usaba un 262% demás de DBO

Se dio preferencia el uso de productos biodegradables, que se indica:

<b>PRODUCTO DE ENGOMADO</b>	<b>DBO (mg O<sub>2</sub> / g producto)</b>
Polisize A	900
Encolante CO	850
Emsize CMS-60	1000-1100
Encolante CE	820
Goma LB-320	950-1050
Encolante UCF	1700-1900

El caudal de efluentes residuales que se desecha tiene 6300 m<sup>3</sup> /mes

**Finalmente:**

Los efluentes residuales pasan por un proceso de filtro en las que quedan atrapadas las pelusillas de algodón, borras y sólidos comunes. Estos efluentes se almacena en una cisterna de 80 m<sup>3</sup> aproximadamente, para mediante una bomba ser trasladada a la planta de tratamiento. Los efluentes residuales es de tipo básico la cual se neutraliza mediante la adición de ácido sulfúrico diluido hasta llegar a un pH neutro para luego luego de enfriar a 30°C se hace pasar por la torre de enfriamiento, para posteriormente desechar al desagüe.

## **CAPITULO VIII**

### **ADMINISTRACION Y ORGANIZACION**

Una estructura de organización establece los medios o conductos a través de los cuales se ejerza una autoridad sobre cada una de las unidades de la organización.

Estos medios son canales definidos de supervisión y pueden considerarse como las líneas formales de autoridad, por los cuales se mueven las instrucciones y las órdenes, se transmiten las comunicaciones formales y los informes sobre las operaciones y llegan a todos los niveles de la organización. Es igual importante evitar contradecir o desautorizar a los jefes, dando órdenes distintas o contradictorias a las que un jefe de inferior rango ha dado a sus subordinados. Hacerlo acarrea confusiones, desacredita la autoridad de ese jefe inferior a los ojos de los subordinados, quienes a la postre desconfiarán de sus órdenes, o no las ejecutarán con precisión y rapidez.

Los canales de supervisión deben ser claramente establecidos desde el nivel más alto de la organización hasta el más bajo, estableciendo unidades de control. Deben evitarse en lo posible las unidades aisladas, lo mismo que las llamadas “lagunas horizontales”, que son unidades que no unen ningún canal.

Debe haber un canal definido para cada unidad, por insignificante que esta sea, así se evitará la sobreposición y la interferencia en el mando.

Al respecto, se cita el principio que rige los canales de empresa: “Las diversas unidades de organización deben estar conectadas por canales de supervisión claramente definidos”.

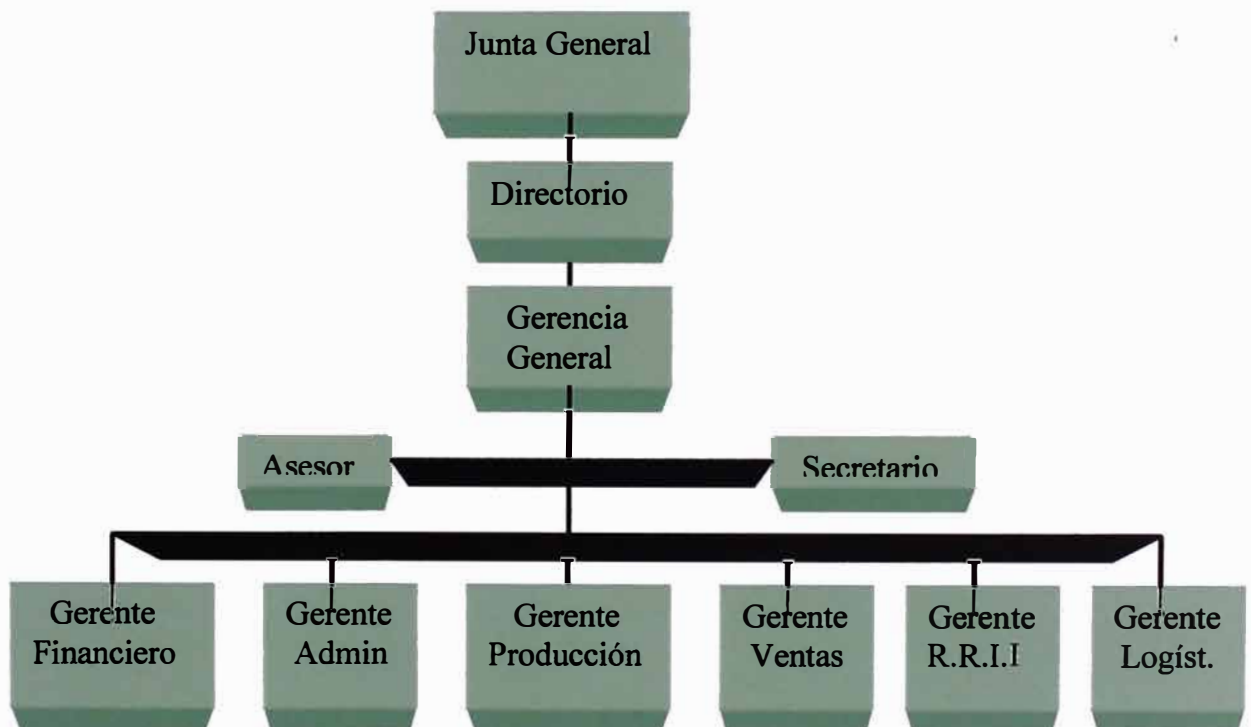
## 8.1 ORGANIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

### 8.1.1 ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL

Los organismos y manuales de organización administrativa son instrumentos que expresan gráficamente las relaciones entre las actividades de la empresa, así como la autoridad y la disposición de los departamentos en la organización.

Estos instrumentos son muy útiles, puesto que hacen perfecta y fácilmente entendible la organización que prevalece en una empresa, cosa difícil y complicada de explicar verbalmente.

#### ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL



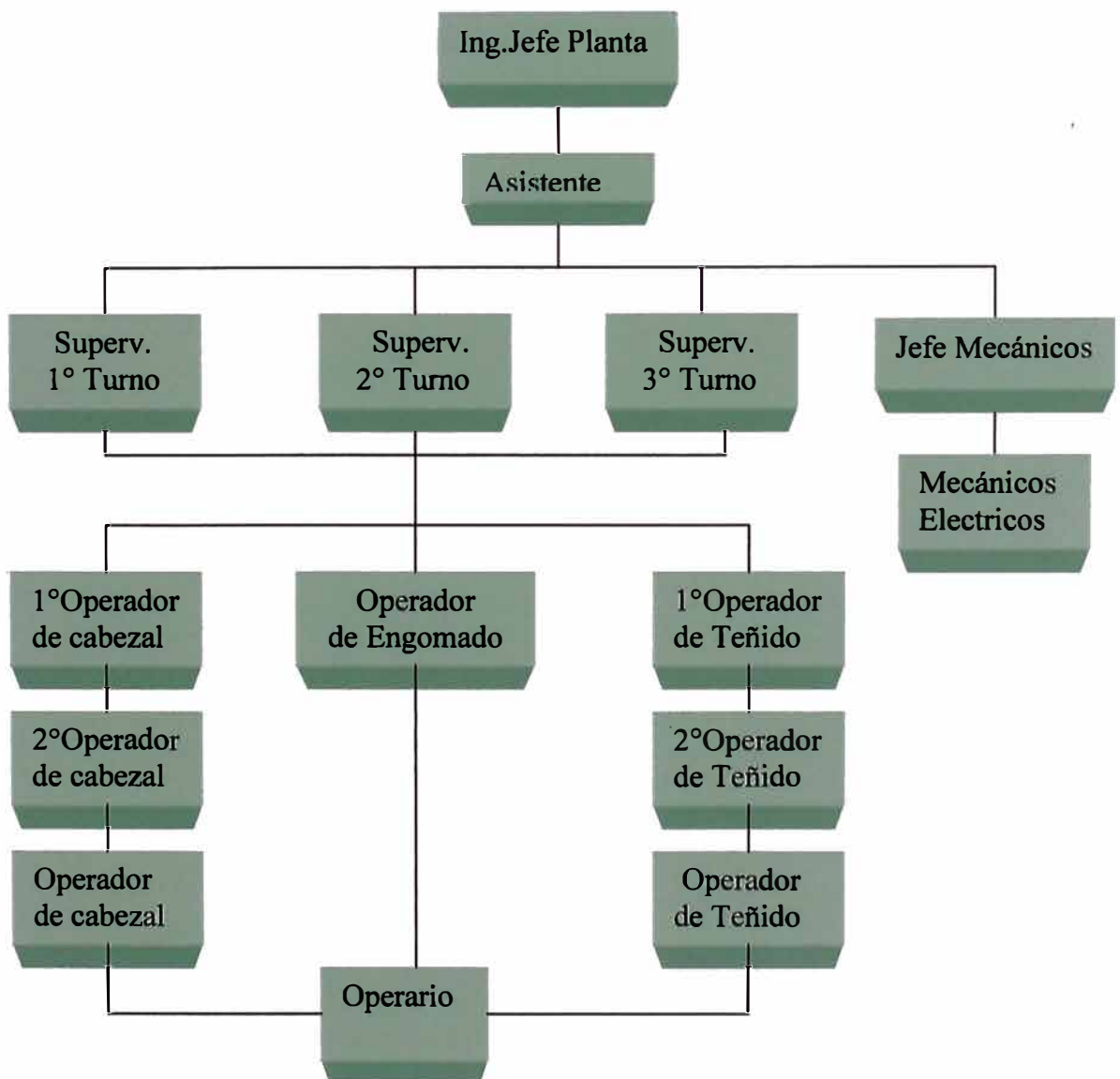


### 8.1.2 ORGANIZACIÓN FUNCIONAL

Se presenta a continuación el organigrama de nuestra planta denim, en el cual se ha tenido en cuenta las nociones de organización administrativa.

En nuestra planta como en otras, se define a la máxima autoridad que es el jefe de planta. Luego siguen los demás niveles de autoridad según lo establecen los estatutos para este tipo de organización.

#### ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE LA PLANTA DE TEÑIDO DENIM



## CAPITULO IX

### EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROCESO

En este capítulo, están plasmadas todas las ideas referentes a la optimización del proceso de pre-tratamiento, teñido y engomado, y cambios de parámetro de la máquina que se han tenido en cuenta en el presente trabajo.

La inversión para la optimización es realmente un valor económico poco sensible para la empresa, porque solo vamos a requerir, la adquisición de un equipo especial (Titrino) para evaluar el índigo y el hidrosulfito, como se indica

IMPLEMENTACIÓN	COSTO (US\$)
Instalación de tuberías para usar soda reciclada	4 300
Adquisición de un Equipo de control Titrino	5 000
<b>INVERSION TOTAL</b>	<b>9 300</b>

El financiamiento de la inversión, la efectuará la misma empresa

<b>EVALUACION DEL CONSUMO DE NaOH EN PLANTA DENIM AÑO 2002</b>					
MES	Na(OH) 50°Be Kg 100%	Na(OH) X °Be Kg 100%	TOTAL de Na(OH) kg	US\$ / kg	Recuperación Económica US\$
ENE	33200	0	33200	0,32	0
FEB	35000	0	35000	0,31	0
MAR	32200	0	32200	0,32	0
ABRIL	39400	0	39400	0,31	0
MAY	33977	2723	36700	0,30	816,90
JUN	32013	4987	37000	0,30	1496,10
JUL	30600	8235	38835	0,29	2388,15
AGOS	26880	11231	38111	0,29	3256,99
SET.	20990	17340	38330	0,30	5202,00
OCT.	20965	16379	37344	0,29	4749,91
NOV.	18450	20300	38750	0,30	6090,00
<b>TOTAL</b>					<b>24 000,05</b>

Los meses de enero a abril aún no se recuperaba la soda.

Se observa que solo bastaron 03 meses de uso de soda reciclada para poder recuperar el capital invertido (US\$ 4300) en la infraestructura de tuberías, bombas depósito y otros.

Referente a la inversión del tetrino que es de gran utilidad en lo que se refiere al control más eficiente de teñido para obtener una mejor calidad, dado que 1 m de primera calidad y 1 m de segunda calidad tiene una diferencia de un 20% en el precio aproximadamente, tal como se muestra en los precios US\$/m por año.

AÑO	PRIMERA CALIDAD US\$/m	SEGUNDA CALIDAD US\$/m	PERDIDA POR CALIDAD (US\$)
1998	2,90	2,32	0,58
1999	2,85	2,28	0,57
2000	2,78	2,44	0,34
2001	2,80	2,24	0,56
2002	2,75	2,20	0,55
2003	2,70	2,16	0,54
2004	2,60	2,08	0,52

**Fuente departamento de ventas Nuevo Mundo**

En la producción de planta denim debido al desconocimiento de la concentración de colorante índigo, al inicio de cada partida resultaba 150 m de urdimbre mal teñida (color negro), así mismo en un mes existe un promedio de 40 partidas. En base a estos datos se realiza el siguiente cálculo:

Por cada metro de primera a segunda se pierde  $0,20 \times 2,60 \text{ US\$/m} = 0,52 \text{ US\$/m}$   
año 2004

Para 40 partidas, implica:  $150\text{m} \times 40 = 6000 \text{ m/mes}$

Entonces, se pierde :  $(6000 \text{ m/mes})(0,52 \text{ US\$/m}) = \text{US\$ } 3\ 120 \text{ por mes}$

Esta pérdida se evita mediante la adquisición del titrino cuyo costo es US\$5000 lo cual es recuperado en:  $5000/3120 = 1$  mes y 18 días

## 9.1 COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPOS DE CONTROL

En el cuadro 9.1 se muestran los costos de maquinaria y equipos:

Cuadro 9.1

<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS DE CONTROL</b>	<b>COSTO US\$</b>
Tren de Teñido Indigo -Sucker Muller y Urdidora	1'964808,8
Titrino Modelo 720SM	5000
PH-metro	1000
Oxímetro	1600
Termómetro Láser	800
Medidor de Humedad	900
Refractómetro	600
Pipetas Electrónicas	500
Tacómetro	600
Tuberías para soda reciclada	4300
<b>Total</b>	<b>1'980108,8</b>

## 9.2 CALCULO DE DESPERDICIOS

Para realizar el cálculo de los desperdicios se ha considerado que existen los siguientes tipos de desperdicios : waype crudo , waype teñido , Hilaza cruda y Hilaza teñida, que se muestra en el cuadro 9.2 y cuadro 9.3.

Cuadro 9.2

	<b>W. Crudo Kg</b>	<b>W. Teñido Kg</b>	<b>H. Cruda Kg</b>	<b>H. Teñida Kg</b>
Enero	2987	559	0	108
Febrero	2758	604	0	313
Marzo	2867	828	0	0
Abril	3008	740	0	0
Mayo	3008	740	0	0
Junio	2631	987	0	301
Julio	3734	891	0	256
Agosto	2997	1202	0	288
Setiembre	2578	1092	0	190
<b>TOTAL</b>	<b>26568</b>	<b>7643</b>	<b>0</b>	<b>1456</b>

Cuadro 9.3

	<b>Kg Recibido</b>	<b>Kg Desperd.</b>	<b>% de Desperdicio</b>
Enero	227519	3654	1.61
Febrero	248721	3675	1.48
Marzo	229525	3695	1.61
Abril	269252	3748	1.39
Mayo	270040	3748	1.39
Junio	258603	3919	1.52
Julio	257354	4881	1.90
Agosto	271310	4487	1.65
Setiembre	285495	3860	1.35
<b>TOTAL</b>	<b>2317819</b>	<b>35667</b>	<b>1.54</b>

Considerando los pick up de sólidos de goma en la hilaza teñida, se ha llegado a determinar cuál es el desperdicio referido al colorante y auxiliares, como se muestra en los cálculos, y considerando el 2,3% de fijación del colorante en el material teñido

**Colorante :**  $[7643 + 1456] \times (2,3/100) \approx 209 \text{ kg} / 9 \text{ meses} \implies \approx 23 \text{ kg} / \text{mes}$

Lo que representa un aproximado a 0,3% de desperdicio de colorante índigo.

**Hidrosulfito** : a partir de los 206 kg de desperdicio de colorante índigo, que representan 3600 litros, resulta un 0,2% de desperdicio de consumo de producción de planta de hidrosulfito.

Para 90 kg de índigo se prepara 1600L, entonces para 23 kg de índigo se tendrá:

Un volumen de final de preparación  $[23 \times 1600 / 90] = 408,8 \text{ L}$

De acuerdo a la receta madre optimizada se emplea 45 g/L de hidrosulfito, por lo cual el desperdicio de hidrosulfito sería:  $408,8 \times 45 = 18360 \text{ g/mes}$  ( $\approx 18,4 \text{ kg/mes}$ )

**Soda Caustica (NaOH)** : De manera proporcional a la receta madre de preparación de índigo, el desperdicio de soda será de  $\approx 11 \text{ kg/mes}$ .

Por otro lado, los desperdicios de los auxiliares de teñido son mínimos, casi despreciables.

En cuanto al desperdicio del producto de engomado, este es de aproximadamente 20 kg/mes, valor que representa un porcentaje pequeño, que se puede considerar despreciable.

Se observa, que los desperdicios mensuales representa un valor económico relativamente pequeño

### **9.3 COSTOS DE PROCESOS**

A continuación, se muestran los costos de los procesos y servicios actuales para 5 tipos de hilados.

**COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE**

**ANTES DE LA OPTIMIZACION**

Artículo:	7007	Velocidad:	25m/min
Título:	Ne 5.5	Dosificación de Indigo:	4.4 ℓ/min
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,42 kg/m

**ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	14	30.1
Natron	3.30	4.5	40.5	133.7
Soda (100%)	0.32	201	1800	576.0
			Costo US\$/m	0.025
			Costo US\$/kg	0.060

**ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	6.6	21.9
Primasol LHNF	2.14	1.12	5.9	12.6
Heptol KEB	1.50	5.00	26.4	39.6
Soda (100%)	0.32	24	126.7	40.5
Indigo Basf	10.00	61.5	324.7	3247.0
Hidrosulfito	1.00	53	279.8	279.8
			Costo US\$/m	0.121
			Costo US\$/kg	0.2881

**ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO**

Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Emsize CMS-60	0.98	4.20	408	399.8
Encolante CE	1.00	2.00	195	195.0
Goma LB-320	0.64	2.60	252	161.3
Encolante UCF	2.23	0.90	86	191.8
Basosoft-394	2.04	0.18	17	34.7
Trefix PWTPE	2.00		31	62.0
			Costo US\$/m	0.0348
			Costo US\$/kg	0.0829

**Costo Total en Proceso US\$/m                    0.181**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                0.4310**

**COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE**  
**ANTES DE LA OPTIMIZACION**

Artículo:	7012	Velocidad:	22m/mín
Título:	Ne 10	Dosificación de Indigo:	3.1 ℓ/mín
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,294 kg/m

**ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	10.8	23.2
Natron	3.30	4.5	32.5	107.3
Soda (100%)	0.32	175	1260	403.2

Costo US\$/m                    0.018  
Costo US\$/kg                    0.0612

**ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	5.3	17.596
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.7	10.058
Heptol KEB	1.50	5.00	21.1	31.65
Soda (100%)	0.32	24	101	32.32
Indigo Basf	10.00	61.5	260	2600
Hidrosulfito	1.00	53	224	224

Costo US\$/m                    0.0970  
Costo US\$/kg                    0.3299

**ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO**

Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Emsize CMS-60	0.98	6.00	522	511.6
Encolante CE	1.00	4.00	348	348.0
Goma LB-320	0.64	2.80	244	156.2
Encolante UCF	2.23	1.20	104	231.9
Basosoft-394	2.04	0.20	17.4	35.5
Trefix PWTPE	2.00		35	70.0

Costo US\$/m                    0.0451  
Costo US\$/kg                    0.1534

**Costo Total en Proceso US\$/m                    0.160**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                    0.5445**



**COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE**

**ANTES DE LA OPTIMIZACION**

Artículo:	7423	Velocidad:	22m/mín
Título:	Ne 8	Dosificación de Indigo:	3 ℓ/min
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,328 kg/m

**ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	12.15	26.1
Natron	3.30	4.5	36.4	120.1
Soda (100%)	0.32	229	1854	593.3

Costo US\$/m 0.025

Costo US\$/kg 0.0762

**ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	5.11	17.0
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.58	9.8
Heptol KEB	1.50	5.00	20.45	30.7
Soda (100%)	0.32	24	98.16	31.4
Indigo Basf	10.00	61.5	251.20	2512.0
Hidrosulfito	1.00	53	217.00	217.0

Costo US\$/m 0.094

Costo US\$/kg 0.2866

**ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO**

Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Emsize CMS-60	0.98	5.60	487	477.3
Encolante CE	1.00	3.80	331	331.0
Goma LB-320	0.64	2.40	209	133.8
Encolante UCF	2.23	1.00	87	194.0
Basosoft-394	2.04	0.20	17	34.7
Trefix PWTPE	2.00		35	70.0

Costo US\$/m 0.0414

Costo US\$/kg 0.1262

**Costo Total en Proceso US\$/m 0.160**

**Costo Total en Proceso US\$/kg 0.4890**

**COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE**

**ANTES DE LA OPTIMIZACION**

Artículo:	7017	Velocidad:	22m/mín
Título:	Ne 8	Dosificación de Indigo:	3.1 l/mín
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,367 kg/m

**ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO**

Productos	US\$/kg	g / l	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	12.6	27.1
Natron	3.30	4.5	38	125.4
Soda (100%)	0.32	250	2100	672.0

Costo US\$/m 0.027

Costo US\$/kg 0.0736

**ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO**

Productos	US\$/kg	g / l	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	5.28	17.5
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.7	10.1
Heptol KEB	1.50	5.00	21.1	31.7
Soda (100%)	0.32	24	101	32.3
Indigo Basf	10.00	61.5	260	2600.0
Hidrosulfito	1.00	53	224	224.0

Costo US\$/m 0.097

Costo US\$/kg 0.2643

**ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO**

Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Emsize CMS-60	0.98	5.80	504	493.9
Encolante CE	1.00	3.00	261	261.0
Goma LB-320	0.64	2.80	244	156.2
Encolante UCF	2.23	1.00	87	194.0
Basosoft-394	2.04	0.18	16	32.6
Trefix PWTPE	2.00		35	70.0

Costo US\$/m 0.0403

Costo US\$/kg 0.1098

**Costo Total en Proceso US\$/m 0.164**

**Costo Total en Proceso US\$/kg 0.4477**

<b>COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE</b>			
<b><u>ANTES DE LA OPTIMIZACION</u></b>			
Artículo:	7059	Velocidad:	22m/mín
Título:	Ne 12	Dosificación de Indigo:	3.2 ℓ/mín
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,245 kg/m

<b>ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	9.4	20.2
Natron	3.30	4.5	28.4	93.7
Soda (100%)	0.32	148	932	298.2
			Costo US\$/m	0.014
			Costo US\$/kg	0.0571

<b>ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	5.5	18.3
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.9	10.5
Heptol KEB	1.50	5.00	21.8	32.7
Soda (100%)	0.32	24	104.7	33.5
Indigo Basf	10.00	61.5	268.4	2680.4
Hidrosulfito	1.00	53	231.3	231.3
			Costo US\$/m	0.100
			Costo US\$/kg	0.4082

<b>ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO</b>				
Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Emsize CMS-60	0.98	7.20	605	592.90
Encolante CE	1.00	6.40	538	538.00
Goma LB-320	0.64	2.60	218	139.52
Encolante UCF	2.23	1.40	117	260.91
Basosoft-394	2.04	0.22	18	36.72
Trefix PWTPE	2.00		23	46.00
			Costo US\$/m	0.054
			Costo US\$/kg	0.2204

**Costo Total en Proceso US\$/m                    0.168**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                0.6857**

## 9.4 OPTIMIZACION ECONOMICA DEL PROCESO

Se muestran resultados para los mismos cinco tipos de hilados, luego de realizar una pre optimización.

<b>COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE</b>				
<b><u>PRE OPTIMIZACION</u></b>				
Artículo:	7007		Velocidad:	30m/mín
Título:	Ne 5.5		Dosificación de Indigo:	5.1 ℓ/mín
Metraje :	30000m		Peso de Urdimbre :	0,42 kg/m
<b>ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO (Asumiendo 24°Be)</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	14	30.1
Natron	3.30	4.5	40.5	133.7
Soda (100%)	0.32	-	520	166.4
Soda Usada	0.10	-	1290	129.0
			Costo US\$/m	0.015
			Costo US\$/kg	0.0357

<b>ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	6.4	21.2
Primasol LHNF	2.14	1.12	5.7	12.2
Heptol KEB	1.50	5.00	25.5	38.3
Soda (100%)	0.32	26.7	136.2	43.6
Indigo Chino	6.35	56.25	286.9	1821.8
Hidrosulfito	1.00	43.75	223.0	223.0
			Costo US\$/m	0.072
			Costo US\$/kg	0.1714

<b>ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO</b>				
Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Goma LB-320	0.64	7.2	670.0	428.8
Encolante CO	1.10	1.2	111.0	122.0
Encolante UCF	2.23	0.3	28.0	62.4
Basosoft-394	2.04	0.3	28.0	57.1
Trefix PWTPE	2.00	-	31.0	62.0
			Costo US\$/m	0.0244
			Costo US\$/kg	0.0581

**Costo Total en Proceso US\$/m                    0.111**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                0.2652**

<b>COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE</b>			
<b><u>PRE OPTIMIZACION</u></b>			
Articulo:	7012	Velocidad:	31 m/mín
Titulo:	Ne 10	Dosificación de Indigo:	4 ℓ/mín
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,294 kg/m

<b>ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	10.8	23.2
Natron	3.30	4.5	32.5	107.3
Soda (100%)	0.32	175	228	73.0
Soda Usada	0.10		1032	103.2
			Costo US\$/m	0.010
			Costo US\$/kg	0.0340

<b>ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	4.80	15.94
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.30	9.20
Heptol KEB	1.50	5.00	19.00	28.50
Soda (100%)	0.32	26.7	104.00	33.28
Indigo Chino	6.35	56.25	218.00	1384.30
Hidrosulfito	1.00	43.75	169.00	169.00
			Costo US\$/m	0.055
			Costo US\$/kg	0.1871

<b>ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO</b>				
Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Goma LB-320	0.64	6.00	542	346.9
Encolante CO	1.10	0.75	67	73.7
Encolante UCF	2.23	1.15	104	231.9
Basosoft-394	2.04	0.23	21	42.8
Trefix PWTPE	2.00		35	70.0
			Costo US\$/m	0.026
			Costo US\$/kg	0.0884

**Costo Total en Proceso US\$/m                    0.091**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                0.3095**

<b>COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE</b>			
<b><u>PRE OPTIMIZACION</u></b>			
Artículo:	7423	Velocidad:	30m/mín
Título:	Ne 8	Dosificación de Indigo:	4.3 ℓ/mín
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,328 kg/m

<b>ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	12.15	26.1
Natron	3.30	4.5	36.4	120.1
Soda (100%)	0.32		692	221.4
Soda Usada	0.10		1161	116.1
			Costo US\$/m	0.016
			Costo US\$/kg	0.0488

<b>ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	5.4	17.93
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.8	10.27
Heptol KEB	1.50	5.00	21.5	32.25
Soda (100%)	0.32	26.7	115	36.80
Indigo Chino	6.35	56.25	242	1536.70
Hidrosulfito	1.00	43.75	188	188.00
			Costo US\$/m	0.061
			Costo US\$/kg	0.1860

<b>ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO</b>				
Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Goma LB-320	0.64	6.00	542	346.9
Encolante CO	1.10	0.75	67	73.7
Encolante UCF	2.23	1.15	104	231.9
Basosoft-394	2.04	0.23	21	42.8
Trefix PWTPE	2.00		35	70.0
			Costo US\$/m	0.026
			Costo US\$/kg	0.0793

**Costo Total en Proceso US\$/m                    0.103**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                0.314**

**COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE  
PRE OPTIMIZACION**

Artículo:	7017	Velocidad:	30m/mín
Título:	Ne 8	Dosificación de Indigo:	4.35 l/mín
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,367 kg/m

**ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO**

Productos	US\$/kg	g / l	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	12.6	27.1
Natron	3.30	4.5	38	125.4
Soda (100%)	0.32		896	286.7
Soda Usada	0.10		1204	120.4

Costo US\$/m 0.019

Costo US\$/kg 0.0518

**ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO**

Productos	US\$/kg	g / l	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	5.40	17.9
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.90	10.5
Heptol KEB	1.50	5.00	22.00	33.0
Soda (100%)	0.32	26.7	116.00	37.1
Indigo Chino	6.35	56.25	245.00	1555.8
Hidrosulfito	1.00	43.75	190.00	190.0

Costo US\$/m 0.062

Costo US\$/kg 0.1689

**ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO**

Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Goma LB-320	0.64	7.50	628	401.9
Encolante CO	1.10	1.20	101	111.1
Encolante UCF	2.23	0.30	25.2	56.2
Basosoft-394	2.04	0.30	25.2	51.41
Trefix PWTPE	2.00		35	70.0

Costo US\$/m 0.023

Costo US\$/kg 0.0627

**Costo Total en Proceso US\$/m 0.104**

**Costo Total en Proceso US\$/kg 0.2834**

**COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE**  
**PRE OPTIMIZACION**

Artículo:	7059	Velocidad:	29m/min
Título:	Ne 12	Dosificación de Indigo:	4 l/min
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0245 kg/m

**ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO**

Productos	US\$/kg	g / l	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	9.4	20.2
Natron	3.30	4.5	28.4	93.7
Soda (100%)	0.32		29	9.3
Soda Usada	0.10		903	90.3

Costo US\$/m                    0.0071  
Costo US\$/kg                    0.0290

**ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO**

Productos	US\$/kg	g / l	Insumo Total kg	Costo
Dispergator	3.32	1.25	5	16.6
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.6	9.844
Heptol KEB	1.50	5.00	21	31.5
Soda (100%)	0.32	26.7	110	35.2
Indigo Chino	6.35	56.25	232	1473.2
Hidrosulfito	1.00	43.75	181	181

Costo US\$/m                    0.06  
Costo US\$/kg                    0.2449

**ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO**

Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Emsize CMS-60	0.98	7.20	605	592.90
Encolante CE	1.00	6.40	538	538.00
Goma LB-320	0.64	2.60	218	139.52
Encolante UCF	2.23	1.40	117	260.91
Basosoft-394	2.04	0.22	18	36.72
Trefix PWTPE	2.00		23	46.00

Costo US\$/m                    0.054  
Costo US\$/kg                    0.2204

**Costo Total en Proceso US\$/m                    0.121**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                    0.4943**



Se muestran los resultados optimizados para los cinco tipos de hilados.

<b>COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE OPTIMIZADO</b>			
Artículo:	7007	Velocidad:	34m/mín
Título:	Ne 5.5	Dosificación de Indigo:	5.7ℓ/mín
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,420 kg/m

<b>ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO (Asumiendo 24°Be)</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	14	30.1
Natron	3.30	4.5	40.5	133.7
Soda (100%)	0.32		520	166.4
Soda Usada	0.10		1290	129.0
			Costo US\$/m	0.015
			Costo US\$/kg	0.0357

<b>ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Permulsin	3.0	0.8	4.0	12.0
Primasol LHNF	2.14	1.12	5.6	12.0
Heptol KEB	1.50	5.00	25.1	37.7
Soda (100%)	0.32	26.7	134.3	43.0
Indigo Chino	6.35	56.25	282.0	1790.7
Hidrosulfito	1.00	43.75	220.0	220.0
			Costo US\$/m	0.071
			Costo US\$/kg	0.1610

<b>ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO</b>				
Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Polisize A	1.40	2.5	217.5	304.5
Goma LB-320	0.64	0.3	26	16.6
Encolante CO	1.10	0.5	43.5	47.9
Basosoft-394	2.04	0.1	8.7	17.7
Trefix PWTPE	2.00		31.0	62.0
			Costo US\$/m	0.015
			Costo US\$/kg	0.0357

**Costo Total En Proceso US\$/m                      0.101**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                      0.2404**

**COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE OPTIMIZADO**

Artículo:	7012	Velocidad:	36m/mín
Título:	Ne 10	Dosificación de Indigo:	4.6ℓ/mín
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,294 kg/m

**ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	10.8	23.2
Natron	3.30	4.5	32.5	107.3
Soda (100%)	0.32	175	228	73.0
Soda Usada	0.10		1032	103.2
			Costo US\$/m	0.010
			Costo US\$/kg	0.0340

**ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Permulsin	3.0	0.8	3.1	9.3
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.30	9.20
Heptol KEB	1.50	5.00	19.20	28.8
Soda (100%)	0.32	26.7	102.40	32.77
Indigo Chino	6.35	56.25	215.60	1369.1
Hidrosulfito	1.00	43.75	167.7	167.7
			Costo US\$/m	0.054
			Costo US\$/kg	0.1837

**ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO**

Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Polize A	1.40	3.0	252	352.8
Goma LB-320	0.64	1.5	126	81
Encolante CO	1.10	0.5	42	46
Basosoft-394	2.04	0.1	8.4	17
Trefix PWTPE	2.00		35	70.0
			Costo US\$/m	0.019
			Costo US\$/kg	0.0646

**Costo Total En Proceso US\$/m                    0.083**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                    0.2823**

**COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE OPTIMIZADO**

Artículo:	7423	Velocidad:	34m/mín
Título:	Ne 8	Dosificación de Indigo:	4.8 ℓ/mín
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,328 kg/m

**ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	12.15	26.1
Natron	3.30	4.5	36.4	120.1
Soda (100%)	0.32		692	221.4
Soda Usada	0.10		1161	116.1

Costo US\$/m 0.016

Costo US\$/kg 0.0488

**ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO**

Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Permulsin	3.0	0.80	3.4	10.2
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.7	10.1
Heptol KEB	1.50	5.00	21.2	31.8
Soda (100%)	0.32	26.7	113.1	36.20
Indigo Chino	6.35	56.25	238.2	1512.6
Hidrosulfito	1.00	43.75	185.3	185.30

Costo US\$/m 0.060

Costo US\$/kg 0.1829

**ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO**

Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Polize A	1.40	3.0	252	353
Goma LB-320	0.64	1.0	84	53.8
Encolante CO	1.10	0.5	42	46.2
Basosoft-394	2.04	0.1	8.4	17
Trefix PWTPE	2.00		35	70.0

Costo US\$/m 0.018

Costo US\$/kg 0.0549

**Costo Total En Proceso US\$/m 0.094**

**Costo Total en Proceso US\$/kg 0.2866**



<b>COSTO PROMEDIO DEL PROCESO DE TEÑIDO Y ENGOMADO DE URDIMBRE OPTIMIZADO</b>			
Artículo:	7059	Velocidad:	36m/min
Título:	Ne 12	Dosificación de Indigo:	4.85 ℓ/min
Metraje :	30000m	Peso de Urdimbre :	0,245 kg/m

<b>ANALISIS ECONOMICO DE PRETRATAMIENTO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Sequion-300	2.15	1.5	9.4	20.2
Natron	3.30	4.5	28.4	93.7
Soda (100%)	0.32		29	9.3
Soda Usada	0.1		903	90.3
			Costo US\$/m	0.0071
			Costo US\$/kg	0.0290

<b>ANALISIS ECONOMICO DE TEÑIDO</b>				
Productos	US\$/kg	g / ℓ	Insumo Total kg	Costo
Permulsin	3.00	0.80	3.2	9.6
Primasol LHNF	2.14	1.12	4.5	9.63
Heptol KEB	1.50	5.00	20.2	30.3
Soda (100%)	0.32	26.7	107.9	34.5
Indigo Chino	6.35	56.25	227.0	1441.5
Hidrosulfito	1.00	43.75	176.8	176.8
			Costo US\$/m	0.0570
			Costo US\$/kg	0.2327

<b>ANALISIS ECONOMICO DE ENGOMADO</b>				
Productos	US\$/kg	%	Insumo Total kg	Costo
Polisize A	1.40	4.00	312	437
GOMA LB-320	0.64	0.0	0.0	0.0
Encolante CE	1.00	2.0	156	156
Basosoft-394	2.04	0.1	7.8	16
Trefix PWTPE	2.00		23	46.00
			Costo US\$/m	0.0220
			Costo US\$/kg	0.0898

**Costo Total En Proceso US\$/m                    0.0861**  
**Costo Total en Proceso US\$/kg                0.3515**

## RESUMEN DE COSTOS

Artículo	INICIO DE TESIS				FINAL DE TESIS				Beneficio	Producción	US\$
	US\$ /kg				US\$ /kg						
	Caustificado	Teñido	Engomado	TOTAL	Caustificado	Teñido	Engomado	TOTAL			
7007	0.060	0.2881	0.0829	0.4310	0.0357	0.1690	0.0357	0.2404	0.1906	61070	11640.00
7012	0.0612	0.3299	0.1534	0.5445	0.0340	0.1837	0.0646	0.2823	0.2622	113943	29876.00
7423	0.0762	0.2866	0.1262	0.4890	0.0488	0.1829	0.0549	0.2866	0.2024	60099	12164.00
7017	0.0736	0.2643	0.1098	0.4477	0.0518	0.1635	0.0490	0.2643	0.1834	60242	11048.30
7059	0.0571	0.4082	0.2204	0.6857	0.0290	0.2327	0.0898	0.3515	0.3342	21420	7158.60

**TOTAL US\$ / mes    71886.90**

## 9.5 RENTABILIDAD DEL PROCESO

Para determinar la rentabilidad del proceso de optimización realizado, se hallará los beneficios en cada etapa, y el total del beneficio anual generado se dividirá por el costo de las maquinarias

### Beneficio de la Pre-Optimización

Artículo	Producción mensual (m)	Título Ne	C. Proceso US\$/m	C.Pre-Optimi US\$/m	Beneficio US\$/m	Pre-Optimización US\$/mes
7007	145500	5.5	0.181	0.111	0.070	10185.00
7012	388000	10	0.160	0.091	0.069	26772.00
7423	184300	8	0.160	0.103	0.057	10505.00
7017	164900	8	0.164	0.104	0.060	9894.00
7059	87300	12	0.168	0.121	0.047	4103.10

**Pre-Optimizacion Total Mes (US\$) ..... 61459.10**

### Beneficio de la Optimización

Artículo	Producción mensual (m)	Título Ne	C. Proceso US\$/m	C.Optimizado <sup>ca</sup> US\$/m	Beneficio US\$/m	Optimización US\$/mes
7007	145500	5.5	0.181	0.101	0.080	11640.00
7012	388000	10	0.160	0.083	0.077	29876.00
7423	184300	8	0.160	0.094	0.066	12164.00
7017	164900	8	0.164	0.097	0.067	11048.30
7059	87300	12	0.168	0.086	0.082	7158.60

**Optimizacion Total Mes (US\$) ..... 71886.90**

### Productividad antes de la Optimización

Horas Hábiles/mes	688 Horas
Horas Mantenimiento/mes	32 Horas
Personal Total	24
Horas Hombres/mes	5248 Horas
Producción	700000 m
Productividad	0.13 km / hra-hombre

### **Productividad Después de la Optimización**

Horas Hábiles/mes	720 Horas
Horas Mantenimiento/mes	32 Horas
Personal Total	24
Horas Hombres/mes	5504 Horas
Producción	970000 m
Productividad	0.18 km / hra-hombre

Pre-Optimización Total Anual (US\$) .....  $61459.10 \times 12 = 737509.20$

### **RENTABILIDAD DE LA PRE-OPTIMIZACION (R.P.O.)**

R.P.O. = Beneficio Anual de la Pre-Optimización / Patrimonio (Costo de Maquinarias)

$$R.P.O. = [737509.20 / 1'980108,8] \times 100\% = 37,25\%$$

Optimización Total Anual (US\$) .....  $71886.6 \times 12 = 862639.2$

### **RENTABILIDAD DE LA OPTIMIZACION (R.P.O.)**

R.P.O. = Beneficio Anual de la Optimización / Patrimonio (Costo de Maquinarias)

$$R.P.O. = [862639.2 / 1'980108,8] \times 100\% = 43.56\%$$

Mediante estos valores se puede inferir que 37,25% de pre-beneficio y 43.01% de beneficio son valores muy aceptables, siendo esto el resultado de la optimización aplicada en lo referente a costos.



## CAPITULO X

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia considerar en cada inicio de partida el trabajo adecuado del tenaz supervisor como: efectuar el purgado de todas las líneas de condensado en cada etapa del proceso de manera tal que se pueda realizar un correcto caustificado, teñido y engomado, un buen control de parámetros de caustificado,teñido (pH,concentración de hidrosulfito,concentración de indigo en el baño de inmersión) y engomado (un buen control de humedad de la urdimbre al ingreso de la tina de goma como la uniformidad de parámetros de engomado y su eficiente secado). Todo esto ya que se trata de un sistema de producción continuo sin alternativa de reproceso.
- Las paulatinas pruebas hechas en planta y el balance de masa como soporte técnico fueron las ventanas que nos permitieron el uso de soda reciclada en el caustificado, y por los resultados evaluados con niveles de concentración de soda reciclada cada vez más altos, se ha visto conveniente el uso en estos niveles de concentración, ya que esto no produce una alteracion notable en el matiz original del teñido de algodón con azul indigo permitiéndonos efectuar una optimización importante en esta parte del proceso. Apéndice 7: A, B, C y D

- Se recomienda seleccionar el humectante apropiado para el caustificado de manera que tenga resistencia a altas concentraciones de °Be de soda, una degradación de este ocasiona un teñido rayado. Del mismo modo se aconseja hacer la evaluación del grado de humectación con respecto a la concentración del humectante para evitar un sobre uso del producto, lo cual es antieconómico y no técnico por el peligro de generar la no deseada espuma
- Es recomendable el enfriamiento en los tanques de soda utilizados durante el caustificado para mantener la temperatura constante obteniendo una permeabilidad homogénea y una reducción de la abrasión sobre la fibra por exotermicidad
- En la práctica hemos notado que al formar la disolución de caustificado tenemos una reacción exotérmica que bordea los 55°C, a esta temperatura el agua de la disolución sufre una evaporación, por lo que se recomienda adicionar lentamente la soda para ahorrar un 15% de volumen de agua tratada.
- Como consecuencia del aumento en la velocidad de producción la urdimbre tiene una mayor eficiencia de lavado, ocasionada por la turbulencia al pasar el material a gran velocidad sobre el agua de lavado y en contracorriente.

- En las tinas de teñido la generación de espuma debido al paso del material textil ocasiona problemas de manchas (calidad de teñido), lo cual se debe a que el humectante es de naturaleza no iónico. Para solucionar este problema se recomienda el uso de un humectante fosfónico tipo iónico con gran actividad superficial y muy baja tensión superficial
- Fue fundamental realizar las pruebas de teñido con diferentes tipos de colorantes azul indigo clasificados inicialmente por los proveedores en general como extraordinarios, buenos y regulares como los prereducidos al 40%, granulados y los de polvo(chinos) respectivamente para tener la definición económica y técnica del manejo de cada uno de ellos.
- Es importante efectuar un buen lavado del material después del teñido para mantener un pH neutro o ligeramente básico dado que un pH básico ocasionaría la degradación de algunos componentes del baño de engomado. Esto se debe a que al utilizar algunos encolantes ácidos el choque de ambos genera deposiciones perdiendo la goma adhesividad. Como también evitar la hidrólisis del PVA.

- **Tensión del hilado en la máquina engomadora**

*Importante:* El hilo engomado debe tener un alargamiento de al menos 4%. Un valor de alargamiento menor ocasionará el gran aumento en roturas de hilado.

- Para hilados OE (hilados open end, hilados a rotor) los valores de tensión aconsejados son más bajos que otros hilos como los anillos debido a que los hilados OE son más sensibles al estiramiento en la máquina engomadora. En nuestra opinión, los valores de tensión para los hilados OE deben ser al menos 20% más bajos que aquellos para hilados de anillos.
- Especialmente en estado húmedo, los hilados son muy sensibles al estiramiento. En consecuencia, se debe revisar cuidadosamente las tensiones en toda la máquina.
- Los cambios de las recetas de engomado del Denim deben realizarse siempre bajo pequeñas pruebas de engomado de urdimbre realizadas en planta en longitudes iniciales que oscilan entre los 400metros y 600metros y deberán tomarse reporte de sus eficiencias en telares para así ir incrementando la longitud de la prueba hasta un cambio total de la receta
- En los hilados de títulos gruesos debemos buscar el real encapsulamiento del hilo y en los hilos de títulos finos se debe buscar

un anclaje de la goma en la fibra. Para ello debemos manejar adecuadamente todas las variables del engomado y tener buen conocimiento del comportamiento de nuestros insumos de engomado

- Se recomienda siempre realizar el análisis de los productos que se van a utilizar en el engomado con la finalidad de observar su compatibilidad.
- Las economías favorables en la optimización del presente trabajo están fundamentadas en pruebas paulatinas en las 03 fases principales del proceso y bajo una visión técnica de los mismos

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Angenault Jacques , Enciclopedia de química , Compañía Editora Continental , S.A. CECSA , México , Primera Edición 1998 p. 42 , 58
2. Balfour Jenny & Paul , Indigo , British Museum Press , Inglaterra , Primera Publicación 1998 p. 91, 92, 93 y 234
3. Cegarra Sánchez José , Introducción al Blanqueo de Materias Textiles , F.S.D.C. , España , Primera Edición , Barcelona 1966 p. 15, 16, 20 y 25
4. Matthias Seefelder , Cultura Ciencia y Tecnología del Indigo , Ecomed , Germany , Segunda Edición Revisada , Landsberg 1994 p. 7, 9, 16, 34, 58, 60
5. Miller James N. , Estadística y Quimiometría para Química Analítica , Prentice Hall , España , Cuarta Edición , Madrid 2002 p. 115, 116
6. Raimondo Costa Mirko , Las Fibras Textiles y su Tintura , Auspicio del Concytec , Segunda Edición , V. II Lima 1990 p. 169, 170 y 171
7. Seydel. B.S. M.S., D.Sc Paul V. , Encolado de Urdimbre Textil , Clark Publishing Company , Edición Latinoamericana 1979 p. 257, 258, 259, 263, 264 y 267
8. Tome Perucha Venancio , Doce Lecciones de Estadística Descriptiva , Editorial AC , Primera Edición , Madrid 1997 p. 227, 228

## **BIBLIOGRAFÍA TECNICA**

9. DyStar Market Survey , Technical Marketing Denim , Basf , Brasil 2002
10. Gerhard Voswinkel , Revista Textiles Panamericanos , Vol 53 N°4 1993 p.125,126

## APENDICES

**Apéndice N° 1. GRADOS BAUMÉ (°Be)**: Antoine Baumé químico francés fue el que implantó los grados Baumé como unidad de densidad.

El °Be de una solución acuosa con densidad mayor que 1 a 15°C se determina

mediante la relación siguiente:  $D_{15^{\circ}\text{C}} = [144,3 / (144,3 - ^{\circ}\text{Be})]$

No es una unidad de tipo legal

Para los líquidos de densidad superior a la del agua, el grado 0°Be corresponde a la densidad 1 del agua a 4 °C

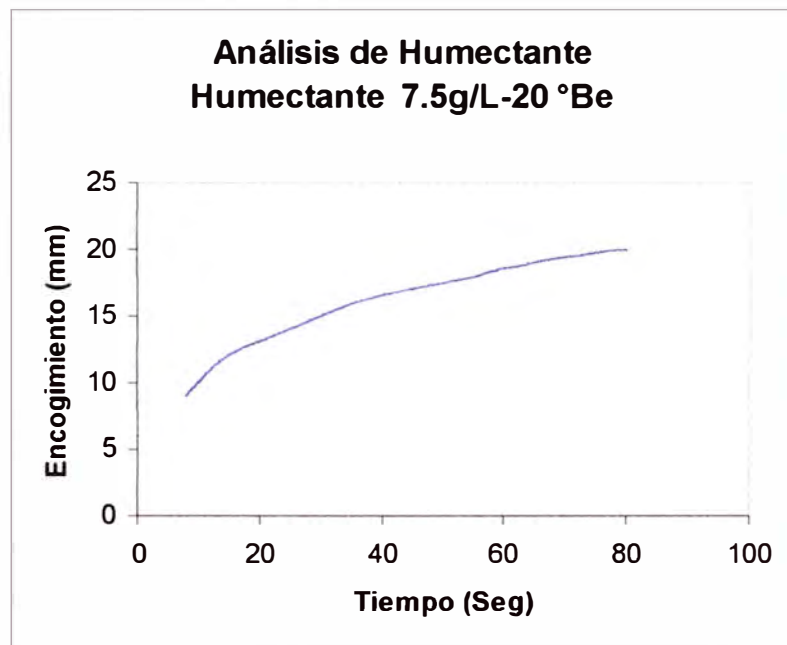
### **Apéndice N° 2. Cuadro de disolución de la soda cáustica en el agua**

TEMPERATURA(°C)	gramos de NaOH / ℓ de agua
0	420
20	1090
50	1450
80	3130
100	3650

### Apéndice N° 3. Análisis de Humectante a Diferentes Concentraciones:

#### A. Humectante 7,5 g / ℓ y Soda 20°Be

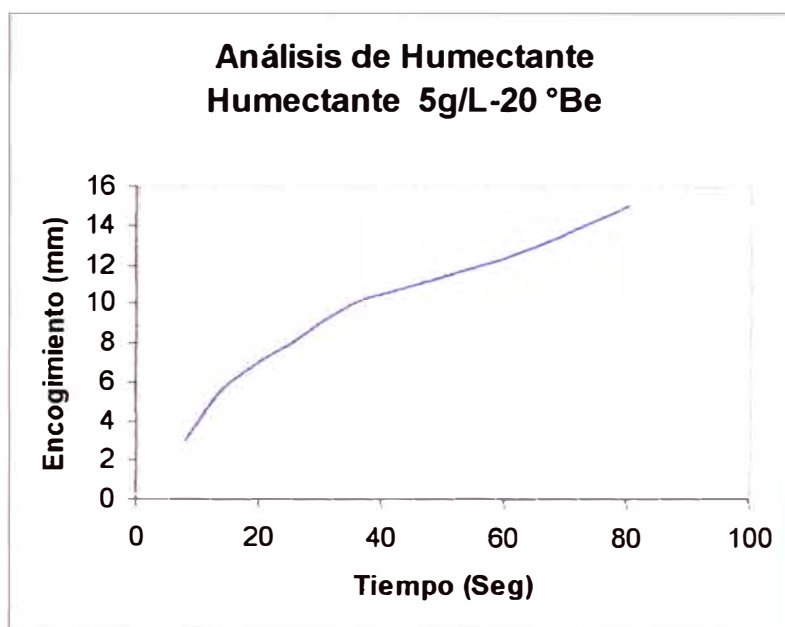
ANALISIS DE HUMECTANTE SOBRE EL ALGODÓN	
Encogim.(mm)	Tiempo(Seg)
9	8
12	15
14	25
16	35
17	45
18	55
19	65
20	80





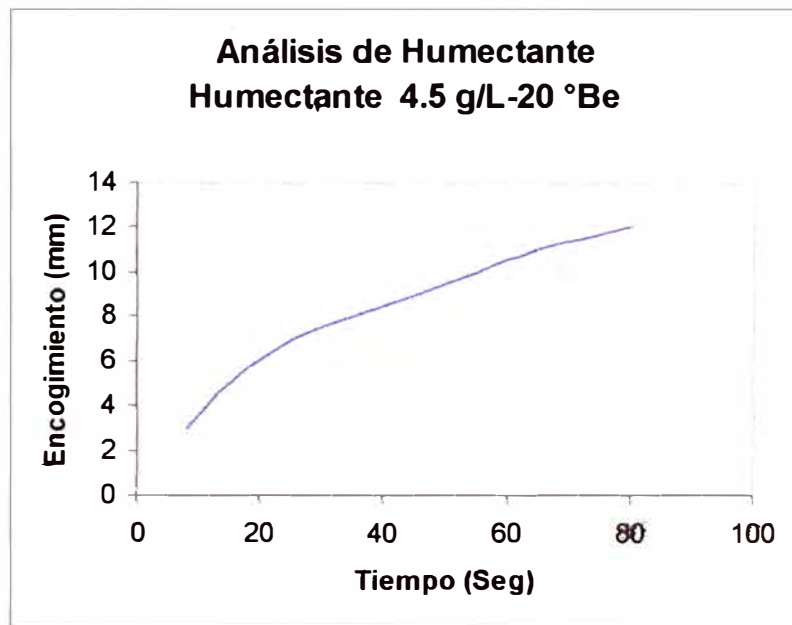
### B. Humectante 5 g / ℓ y Soda 20°Be

ANÁLISIS DE HUMECTANTE SOBRE EL ALGODÓN	
Encogim.(mm)	Tiempo(Seg)
3	8
6	15
8	25
10	35
11	45
12	55
13	65
15	80



### C. Humectante 4,5 g / ℓ y Soda 20°Be

ANALISIS DE HUMECTANTE SOBRE EL ALGODÓN	
Encogim.(mm)	Tiempo(Seg)
3	8
5	15
7	25
8	35
9	45
10	55
11	65
12	80

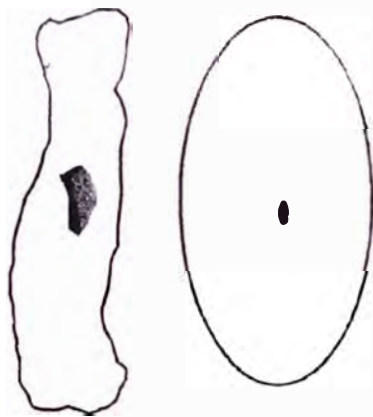


# CAUSTIFICACIÓN DENIM

TRANSFORMACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL CON ABSORCIÓN DE SOLUCIÓN DE NaOH

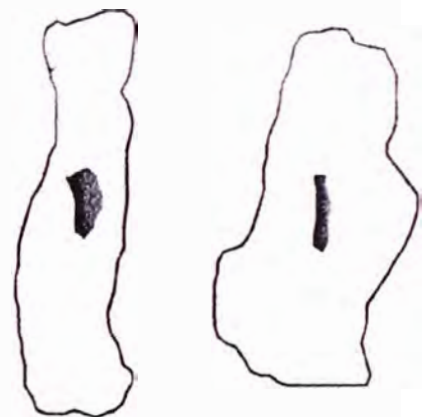
MERCERIZADO  
(BAJO TENSION)

CAUSTIFICACIÓN  
(LIBRE DE TENSION)



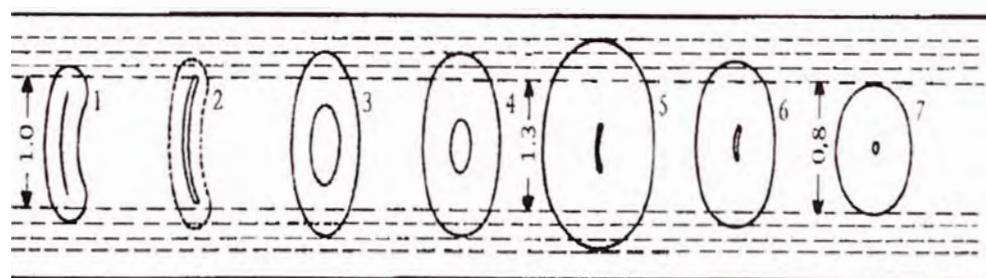
SIN MERCERIZAR

MERCERIZADO



SIN CAUSTIFICACIÓN

CORROÍDO

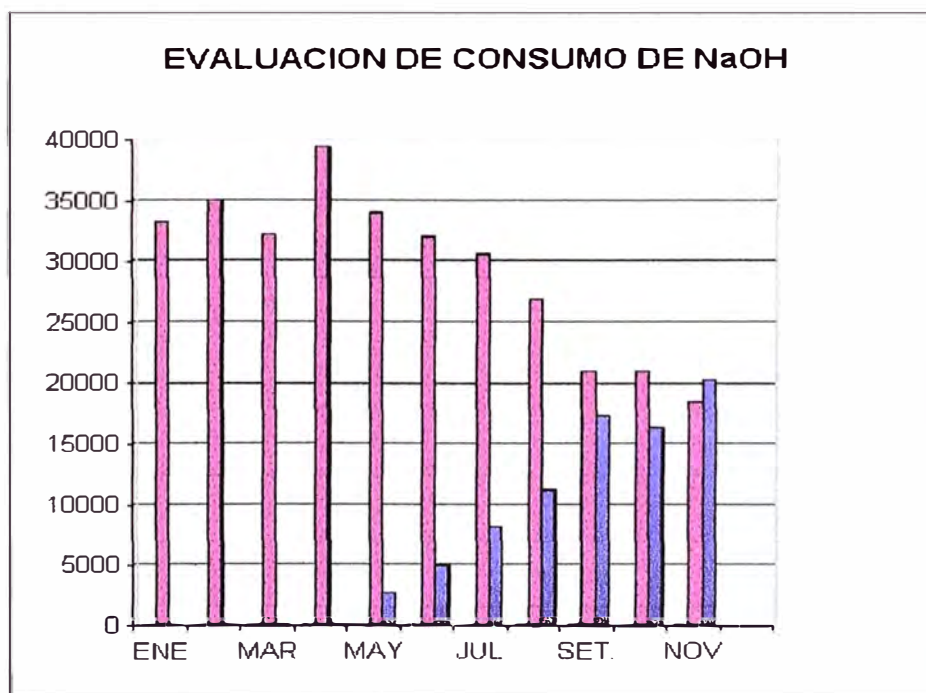


**Apéndice N° 5. Volumen de Uso de Soda Residual y Soda**

**de 50 °Be (Kg 100%):**

<b>CIA INDUSTRIAL NUEVO MUNDO S.A. PLANTA DENIM</b>				
<b>EVALUACION DEL CONSUMO DE NaOH EN PLANTA DENIM AÑO 2002</b>				
MES	Na(OH) 50°Be Kg 100%	Na(OH) X °Be Kg 100%	TOTAL de Na(OH) kg	% de Na(OH) X °Be
ENE	33200	0	33200	0.0
FEB	35000	0	35000	0.0
MAR	32200	0	32200	0.0
ABRIL	39400	0	39400	0.0
MAY	33977	2723	36700	7.4
JUN	32013	4987	37000	13.5
JUL	30600	8235	38835	21.2
AGOS	26880	11231	38111	29.5
SET.	20990	17340	38330	45.2
OCT.	20965	16379	37344	43.9
NOV.	18450	20300	38750	52.4

Se gráfica las sodas empleadas en función del mes



## Apéndice N° 6. Parámetros de Teñido:

Tabla de Evaluación del pH y g/l de NaOH

### EVALUACION TECNICA DE pH: LABORATORIO

pH	pOH	ANTILOG(pOH)	W[OH](g / ℓ )
6	8	10000000	0.0000004
7	7	1000000	0.000004
8	6	100000	0.00004
9	5	10000	0.0004
10	4	1000	0.004
11	3	100	0.04
12	2	10	0.4
13	1	1	4
14	0	1	40

### PROPIEDADES

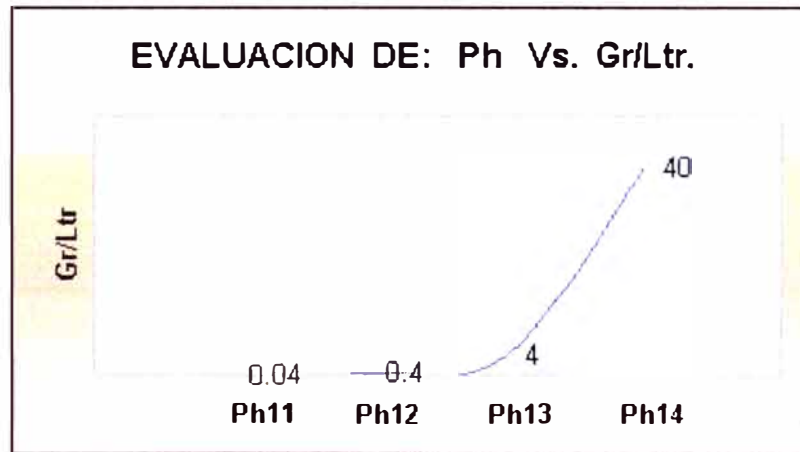
$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = -\text{LOG}\{\text{H}\}$$

$$\text{pOH} = -\text{LOG}\{\text{OH}\}$$

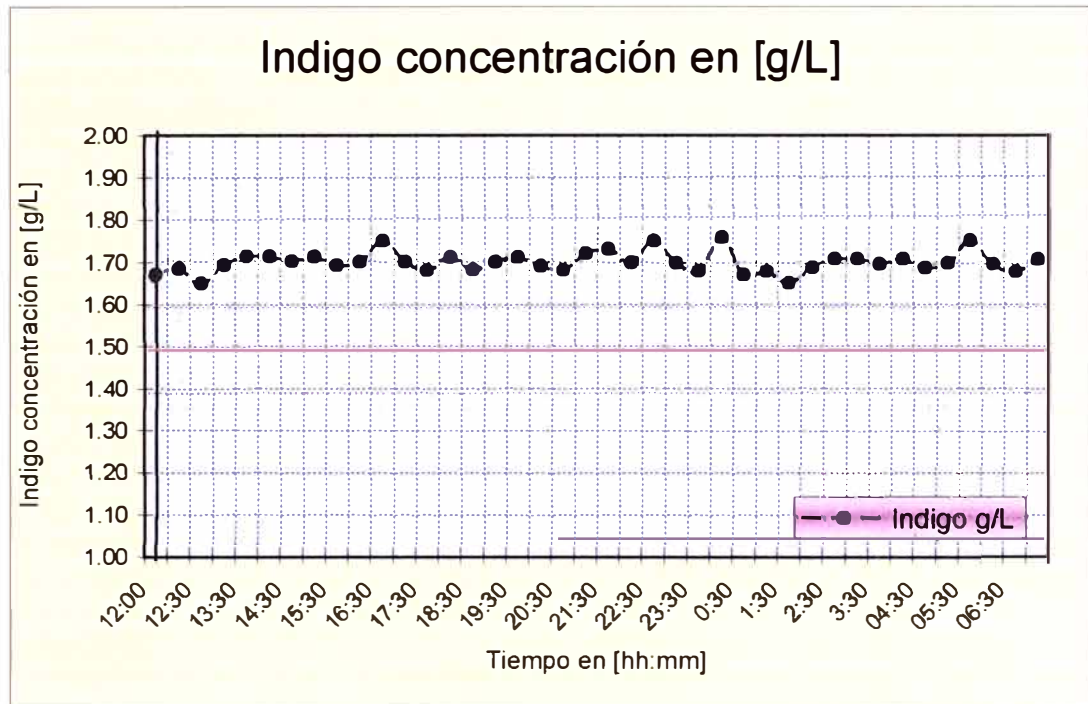
$$[ ] = (\text{W/PM}) / \ell$$

GRAFICA : EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE NaOH

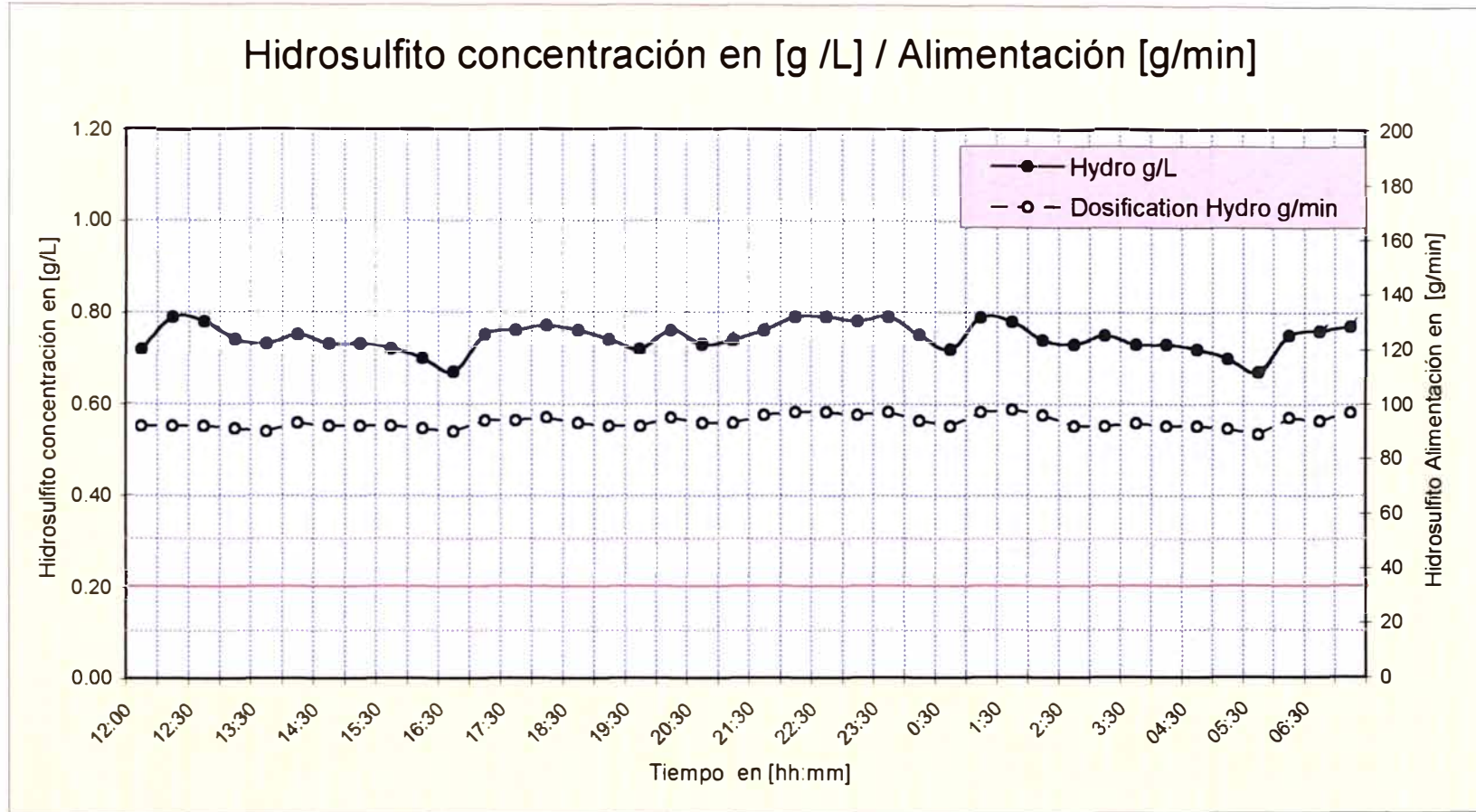


## Apéndice N° 7. Control de Parámetros de Teñido con Indigo

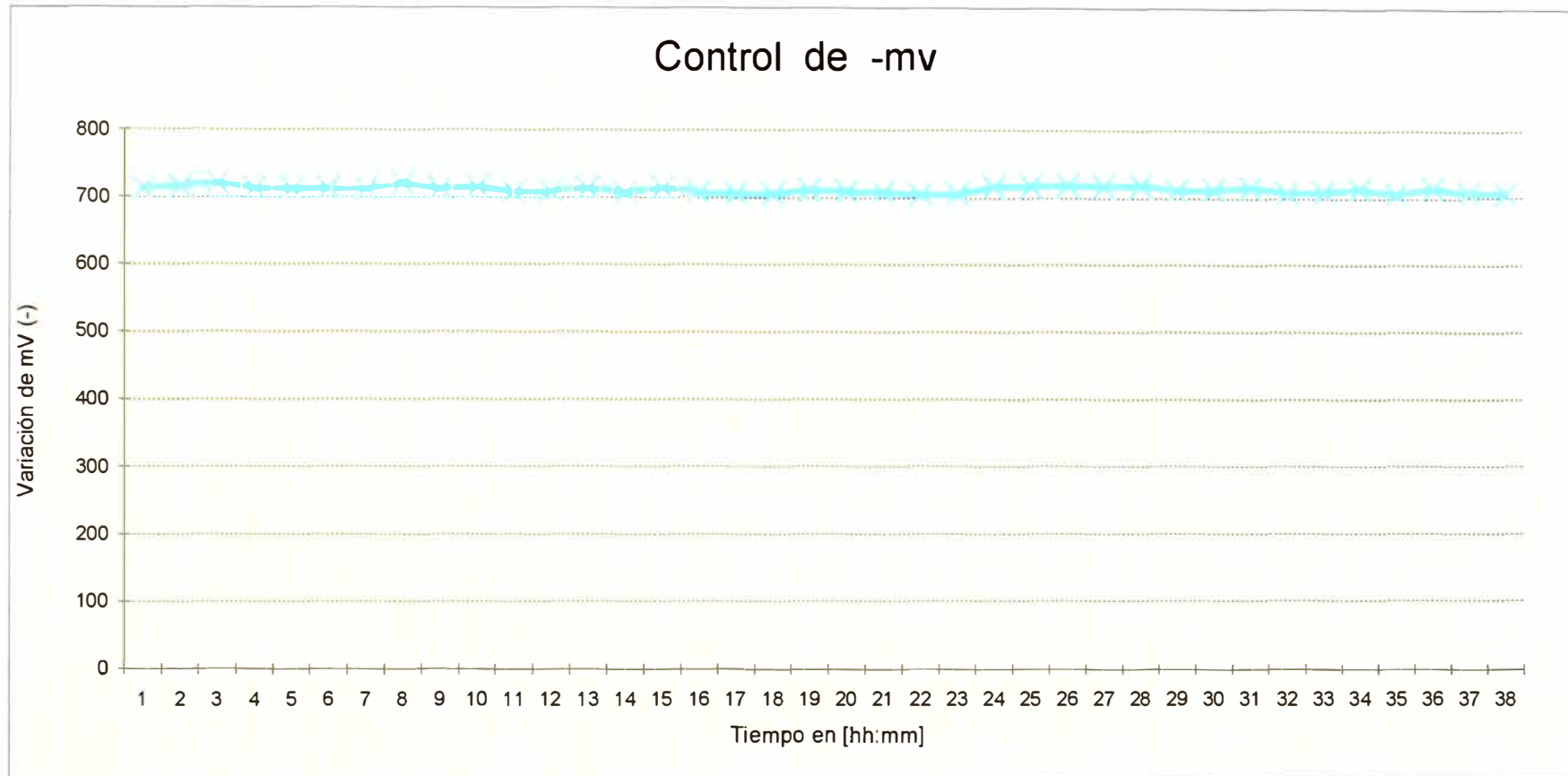
### A. Variación de la Concentración del Indigo con el Tiempo para el artículo 7007 - Ne 5,5



B. Variación de la Concentración y Alimentación de Hidrosulfito con el Tiempo para el artículo 7007 - Ne 5,5

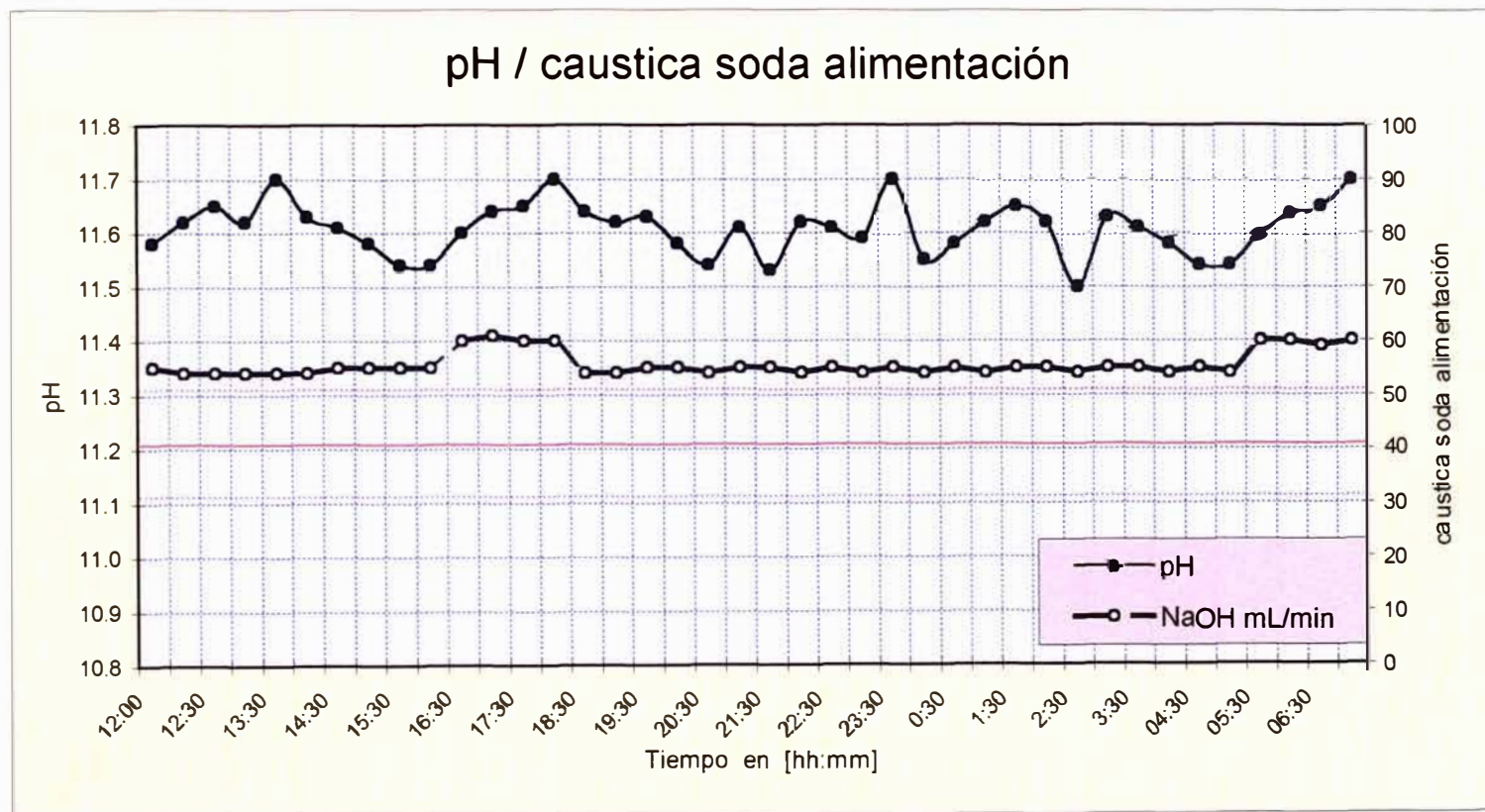


**C. Variación de Potencial de Reducción del Baño de Teñido con el Tiempo para el artículo 7007 - Ne 5,5**

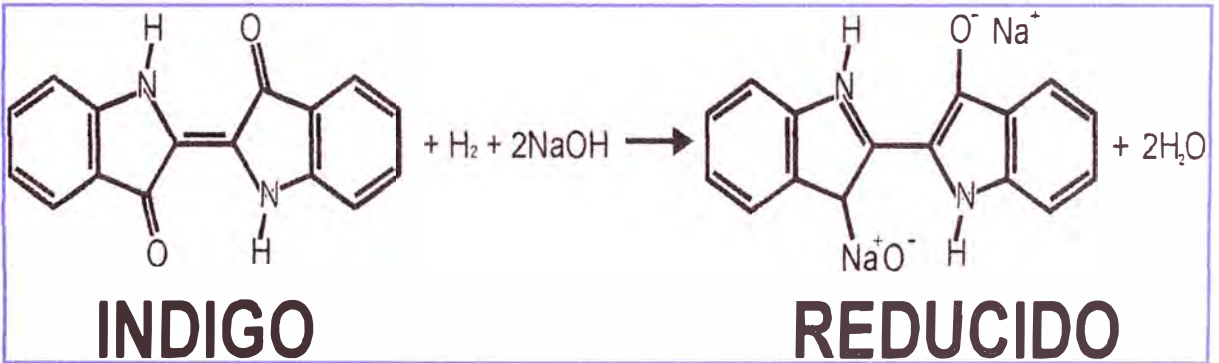
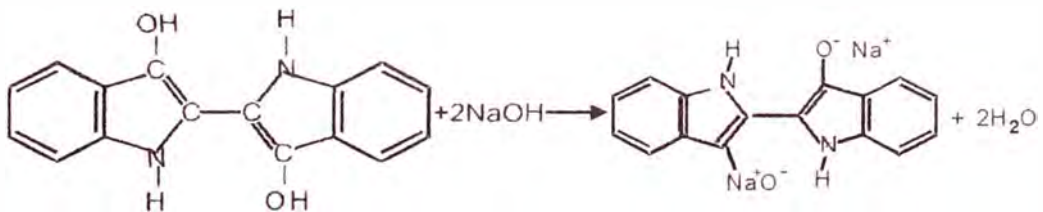
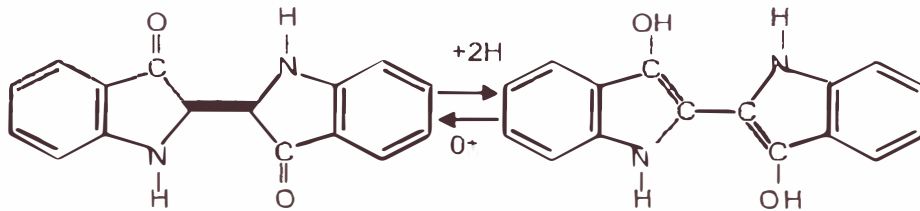




#### D. Variación de la Concentración y Alimentación de Soda con el Tiempo para el artículo 7007 - Ne 5,5

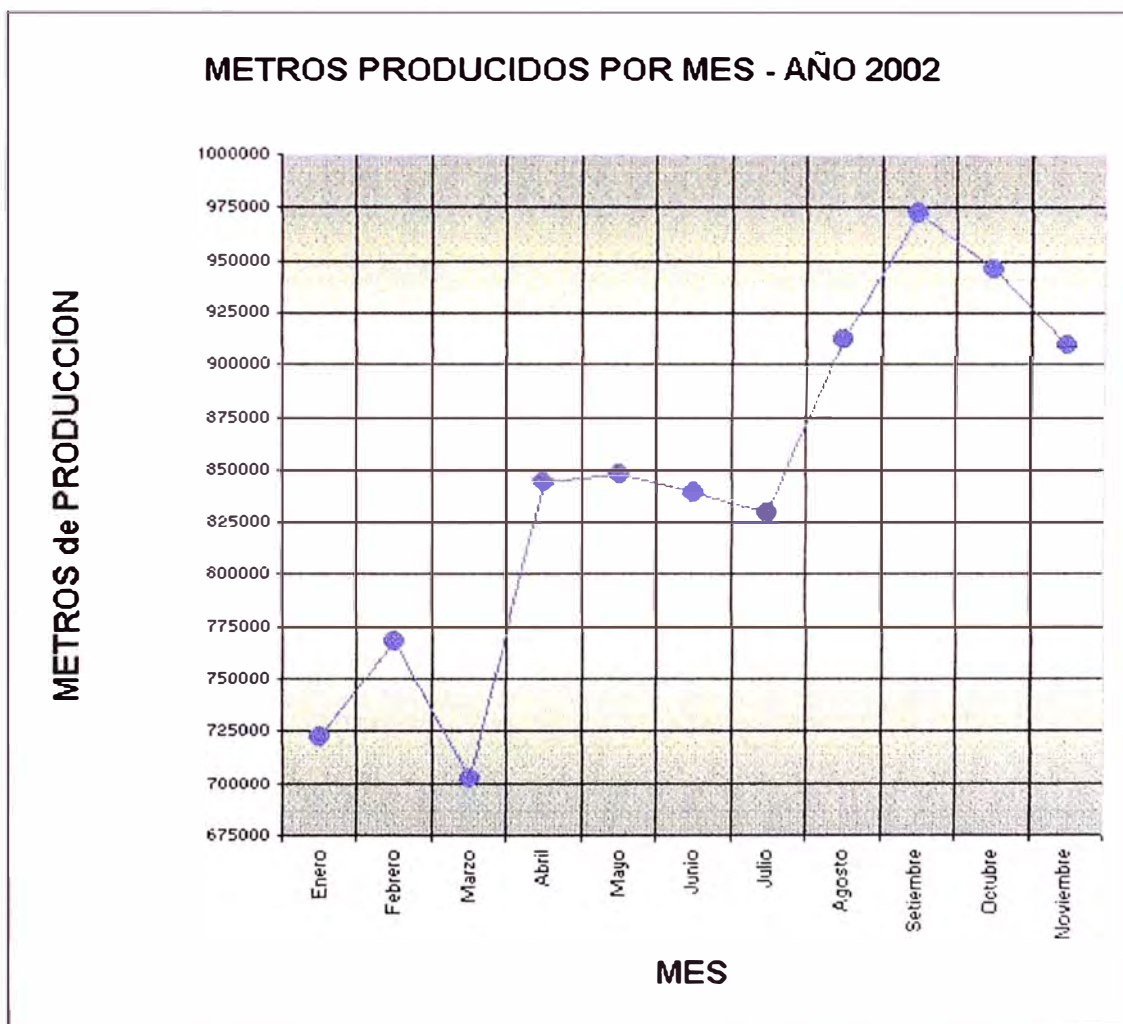


**Apéndice N° 8. Reacciones Químicas del Teñido**



**Apéndice N° 9. Variación Progressiva de la Producción por la Optimización (2002)**

<b>Mes</b>	<b>Metros</b>
Enero	722113
Febrero	768323
Marzo	702378
Abril	844090
Mayo	847900
Junio	839147
Julio	829732
Agosto	912860
Setiembre	972314
Octubre	945991
Noviembre	909735

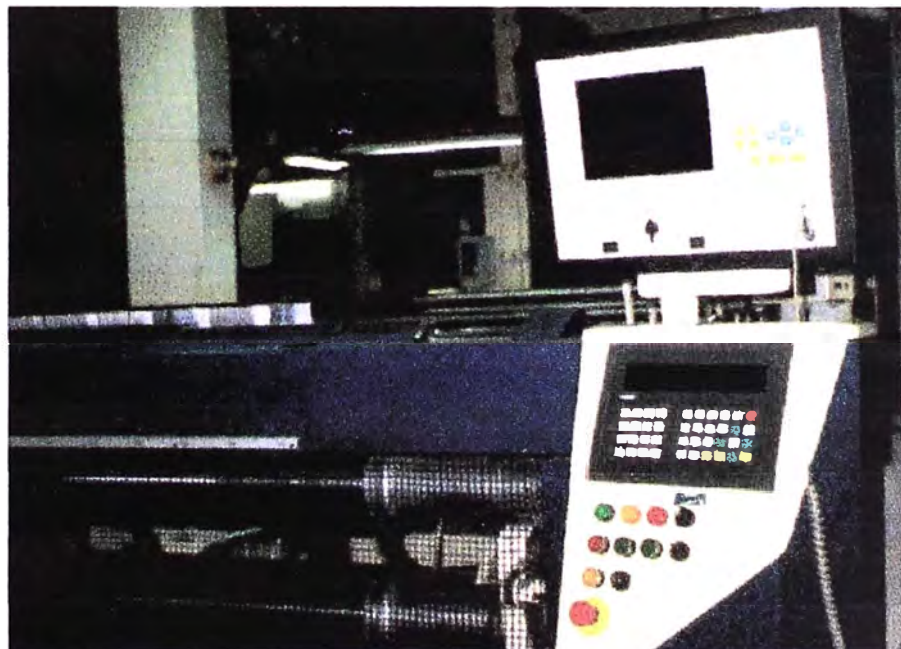


## Apéndice N° 10. Maquinaria y Equipos de Control

### A. 702 - SM Titrino



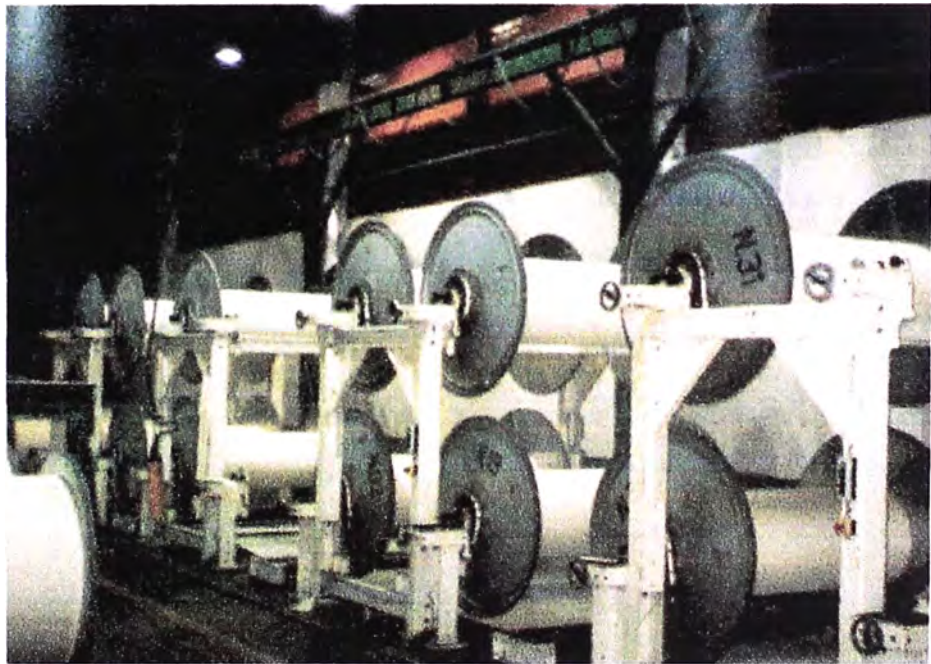
### B. Centro de Mando del Tren de Teñido Denim



**C. Vista Lateral de Máquina de Teñido**



**D. Fileta de Plegadores**



**Apéndice N° 11. Cuadro que Muestra la Carga en Porcentaje del Colorante Indigo antes y despues de la Optimizacion**

<b>Cía. Industrial Nuevo Mundo S.A.</b>								
<b>Departamento de Producción - Planta Denim.</b>								
<b>Parámetros de teñido – Dosificaciones</b>								
			<b>• ANTES DE LA OPTIMIZACION</b>			<b>ACTUAL OPTIMIZADO</b>		
<b>Articulo</b>	<b>Titulo</b>	<b>N° de hilos</b>	<b>Dosf.(L/min)</b>	<b>Vel. (m/min.)</b>	<b>Carga(%)</b>	<b>Dosf.(L/min)</b>	<b>Vel. (m/min.)</b>	<b>Carga(%)</b>
7007	5.5	3916	4.4	25	3.40	5.70	34	2.20
7017	8	4608	3.1	22	3.30	4.80	34	2.30
7423	8	4450	3.0	22	3.32	4.80	34	2.40
7012	10	4908	3.1	22	3.89	4.60	36	2.40
7059	12	4976	3.2	22	4.76	4.85	36	3.10

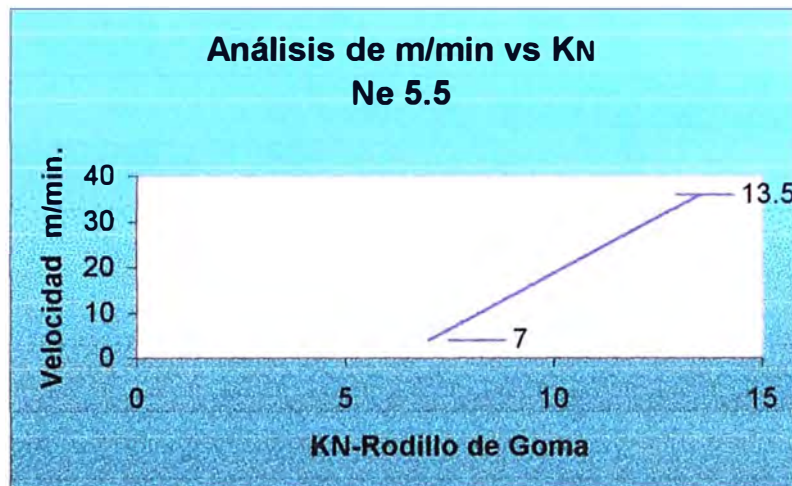
**Apéndice N° 12. Origen de Los Almidones**



**Apéndice N° 13 Relación de Fuerza de Exprimido versus Velocidad de Máquina en el Engomado**

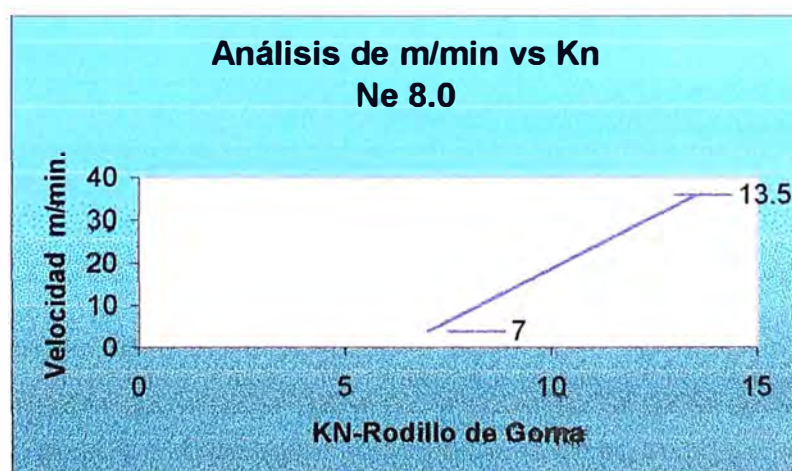
**A. Análisis de Fuerza de Exprimido Ne 5,5**

ANALISIS DE PRESION DE RODILLO DE ENGOMADO VS VELOCIDAD	
KN	M/MIN
7	4
13.5	36



**B. Análisis de Fuerza de Exprimido Ne 8,0**

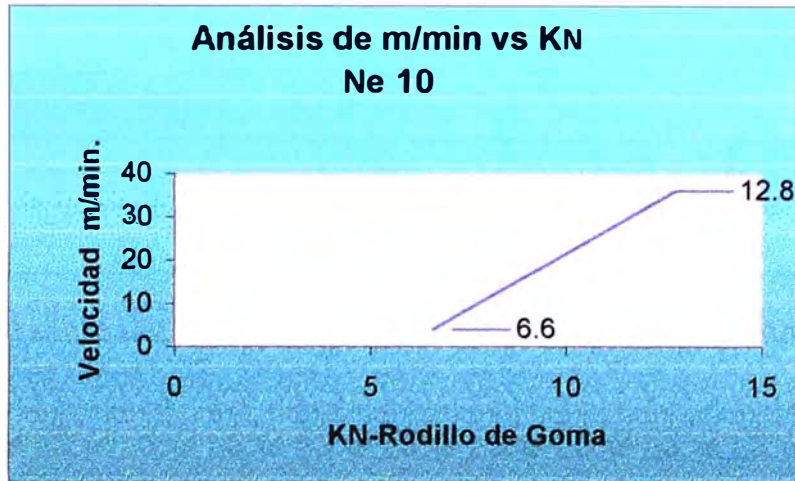
ANALISIS DE PRESION DE RODILLO DE ENGOMADO VS VELOCIDAD	
KN	M/MIN
7	4
13.5	36





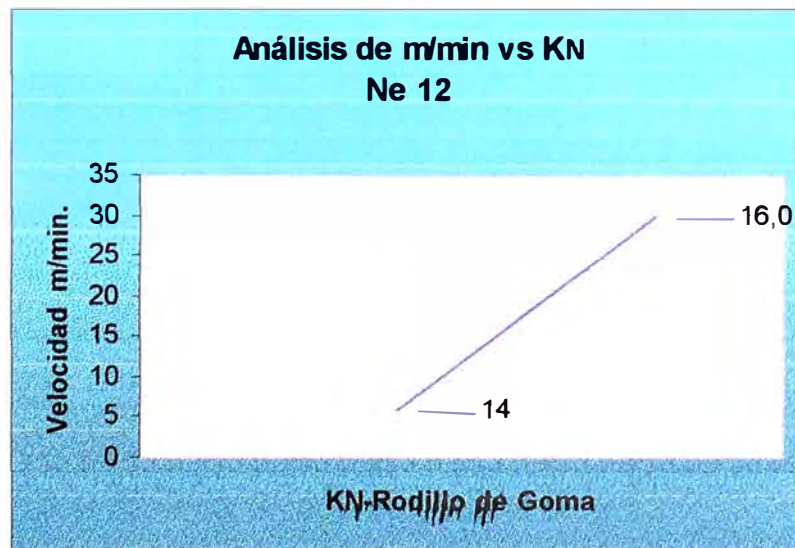
**C. Análisis de Fuerza de Exprimido Ne 10**

ANALISIS DE PRESION DE RODILLO DE ENGOMADO VS VELOCIDAD	
KN	M/MIN
6.6	4
12.8	36



**D. Análisis de Fuerza de Exprimido Ne 12**

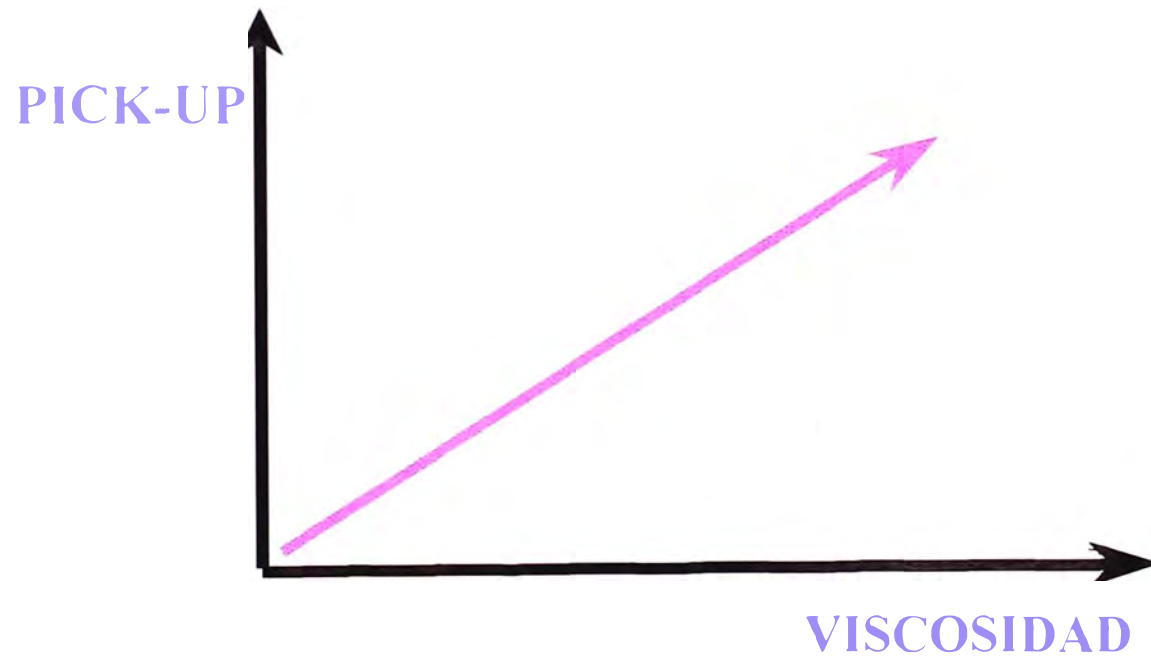
ANALISIS DE PRESION DE RODILLO DE ENGOMADO VS VELOCIDAD	
KN	M/MIN
14	6
16	34



## Apéndice N° 14 Acción de las variables del Engomado

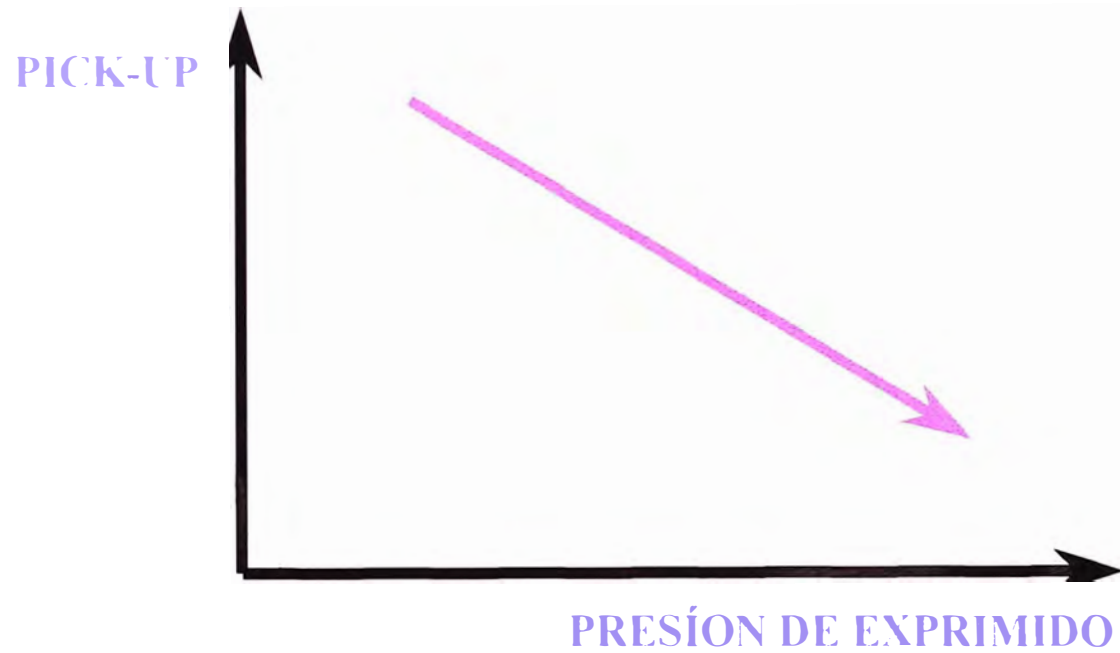
### A. Variación de la Carga de Sólidos

#### Pick Up Versus Viscosidad

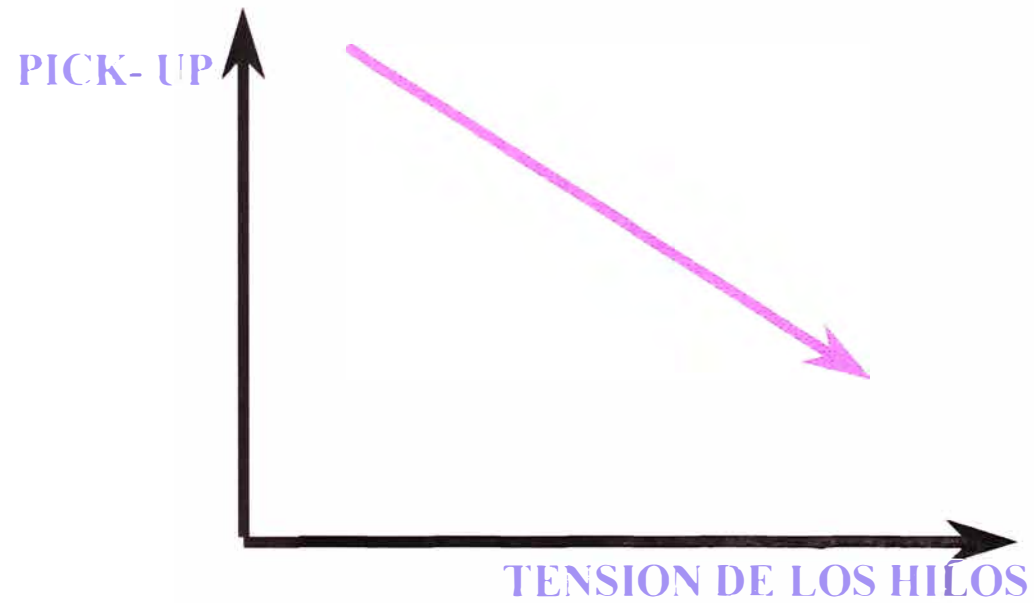


## B. Variación de la Carga de Sólidos

### PICK UP vs PRESION DE EXPRIMIDO



### C. Pick up versus Tensión de Hilos en Engomado



## Cuerpo del telar

