

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA TEXTIL**



**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO TEXTIL**

**TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA  
PARA LA TINTURA DE TOPS DE LANA”**

**AUTOR: JUAN SEBASTIÁN DOMÍNGUEZ TOBAR**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. DARWIN ESPARZA**

**IBARRA-ECUADOR**

**2013**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100286466-6		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Domínguez Tobar Juan Sebastián		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Pasaje s/n y Juan de Salinas, entre av. Teodoro Gómez de la Torre y Guillermina García		
<b>EMAIL:</b>	do.js@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	(06)2606656	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	+593986044466

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	"Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana"
<b>AUTOR:</b>	Juan Sebastián Domínguez Tobar
<b>FECHA:</b>	2013-02-21
<b>SÓLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
<b>PROGRAMA:</b>	Pregrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Textil
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Darwin Esparza

**2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Juan Sebastián Domínguez Tobar, con cédula de identidad Nro. 100286466-6, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Juan Sebastián Domínguez Tobar, con cédula de identidad Nro. 100286466-6, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: “Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Textil en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi calidad de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. S. Domínguez Tobar", is written over a horizontal dotted line.

Nombre: Juan Sebastián Domínguez Tobar

Cédula de Identidad: 100286466-6

Ibarra, a los 21 días del mes de febrero del 2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## CERTIFICADO

Una vez revisado el CD, con el trabajo de grado del Egresado: **Juan Sebastián Domínguez Tobar**, con el tema del proyecto de titulación: **"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA TINTURA DE TOPS DE LANA"**. El CD funciona en su totalidad.

### CONTENIDO

- Documento de la tesis en Word y en Pdf.
- Artículo científico español - inglés.
- Currículum Vitae.

Ing. Sandra Álvarez

Dr. Nelson Morales

Ing. Homero Vaca

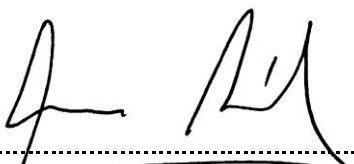
Miembros del Tribunal

## DECLARACIÓN

Yo, Juan Sebastián Domínguez Tobar, con cédula de identidad Nro. 100286466-6, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica del Norte puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

### EL AUTOR:

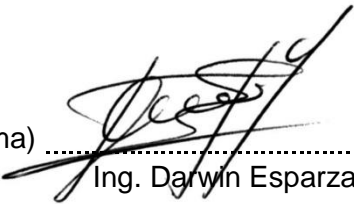
(Firma)  .....

Nombre: DOMÍNGUEZ TOBAR JUAN SEBASTIÁN

C.I.Nro.: 100286466-6 .....

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de grado denominado: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA TINTURA DE TOPS DE LANA" para la obtención del título de Ingeniero Textil, aquí descrito, fue desarrollado por el señor JUAN SEBASTIÁN DOMÍNGUEZ TOBAR, bajo mi dirección.

(Firma)  .....

Ing. Darwin Esparza

**DEDICATORIA**

*A mi papi,  
que fue héroe y mito y dios  
y ahora es mucho más que eso.*

*A mi mami,  
que fue firmeza y calor y ángel  
y ahora es mi mejor amiga.*

*A mi hermana,  
que fue ejemplo y ternura y gesto  
y ahora es mi mayor esperanza.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, mi Poder Superior, por su infinito Amor y Misericordia, por fortalecerme en los momentos más difíciles, enseñándome su Voluntad de diversas formas y poner en mi camino a las personas indicadas, en el momento oportuno, que gracias a Él hoy puedo agradecer a mi Comunidad de A.A., que me dio la luz que necesitaba, aquí tres pequeños lemas pertinentes:*

*“Lo Primero es lo Primero”*

*“Vive y Deja Vivir”*

*“Poco a Poco se va Lejos”*

*A mi papi, por ser un ejemplo de integridad, constancia, disciplina y voluntad inquebrantable; a mi mami, por su amor, admiración, cariño y comprensión; a mi hermana, por su compañía, su respaldo y la esperanza que contagia en cada sonrisa que nos comparte, una forma tan especial de unirnos; al resto de mis familiares que de una u otra forma se interesan con empatía en el bienestar de los demás y se sentirán congratulados; todos ellos son fundamentales y un verdadero apoyo incondicional en mi caminar.*

*A mis amigos, por los buenos tiempos, por su confianza, sus muestras de complicidad y respeto y estar en los momentos más importantes.*

*A la UTN y sus Docentes, por compartir su conocimientos y su experiencia durante mi proceso de formación.*

*Un agradecimiento notable, a IMBATEX por auspiciar y hacer posible este trabajo y su propietario el Ingeniero Darwin Esparza, y que además, al ser el director de mi tesis supo orientar y alentar su desarrollo con toda su experiencia de manera insuperable.*



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA TINTURA DE TOPS DE LANA

CERTIFICACIÓN	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	i
RESUMEN	xi
SUMMARY	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

### ÍNDICE GENERAL

#### PARTE TEÓRICA

#### CAPÍTULO I

<b>1. Tintura de la lana</b>	<b>1</b>
1.1 Etapas de tintura	4
1.1.1 Disgregación del colorante	4
1.1.2 Difusión del baño	5
1.1.3 Absorción superficial en la fibra	5
1.1.4 Difusión en la fibra	5
1.1.5 Fijación	5
1.2. Colorantes empleados	5
1.2.1 Tintura con colorantes ácidos	6
1.2.1.1 Generalidades de los colorantes ácidos	6
1.2.1.2 Constitución química y propiedades tintóreas de los colorantes ácidos	6
1.2.1.2.1 Colorantes ácidos azóicos	6
1.2.1.2.2 Colorantes ácidos antraquinónicos	7
1.2.1.2.3 Colorantes ácidos trifenilmetánicos	8
1.2.1.2.4 Otros colorantes ácidos	8
1.2.1.3 Clasificación tintorea de los colorantes ácidos	9
1.3 Auxiliares	10
1.3.1 Ácido mineral u orgánico	10
1.3.2 Igualante	11
1.3.3 Electrolito	11
1.4 Curvas de tintura	12
1.4.1 Curva de tintura con colorantes ácidos en baño fuertemente ácido	12
1.4.2 Curva de tintura con colorantes ácidos en baño débilmente ácido	14
1.4.3 Curva de tintura con colorantes en baño neutro	15
1.4.4 Tintura de lana con colorantes premetalizados	17
1.4.4.1 Generalidades	17

1.4.4.2 Colorantes premetalizados 1:1	17
1.4.4.2.1 Mecanismo de tintura	18
1.4.4.2.2 Procedimiento general de tintura	18
1.4.4.3 Colorantes premetalizados 1:2	20
1.4.4.3.1 Mecanismo de tintura	20
1.4.4.3.2 Procedimiento general de tintura	21
1.5 Variables en el proceso	22
1.5.1 Temperatura	22
1.5.2 Relación de baño	23
1.5.3 Dureza del agua	23
1.5.4 Potencial de hidrógeno	24
1.5.5 Contenido salino	25
1.5.6 Duración del proceso	26
1.5.7 Sustantividad	27
1.5.8 Fijación	28

## **CAPÍTULO II**

### **2. Máquinas de tintura, materiales, elementos y sistemas de transmisión 29**

2.1 Máquinas de tintura de artículos de lana	29
2.1.1 Máquinas de tintura de hilos	29
2.1.1.1 Máquina de tintura de madejas	29
2.1.1.2 Máquina de tintura de bobinas	31
2.1.2 Máquina de tintura de tops	33
2.2 Materiales, elementos y sistemas de transmisión	35
2.2.1 Materiales	35
2.2.1.1 Hierro	35
2.2.1.1.1 Clases de hierro	36
2.2.1.1.1.1 Hierro gris	36
2.2.1.1.1.2 Acero	37
2.2.1.1.2.1 Aceros inoxidables	38
2.2.1.1.3 Metales no ferrosos	39
2.2.1.1.3.1 Cobre	39
2.2.1.1.4 Propiedades generales de los materiales	39
2.2.1.1.4.1 Extensión	40
2.2.1.1.4.2 Divisibilidad	40
2.2.1.1.4.3 Compresibilidad	40
2.2.1.1.4.4 Elasticidad	41
2.2.1.1.4.5 Dilatabilidad	41
2.2.1.1.4.6 Tenacidad	41
2.2.1.1.4.7 Dureza	41
2.2.1.1.4.8 Ductilidad	41
2.2.1.1.4.9 Maleabilidad	42
2.2.1.1.5 Esfuerzos a los que se someten los metales	42
2.2.1.1.5.1 Tracción	42
2.2.1.1.5.2 Compresión	43

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

2.2.1.1.5.3 Cortadura	43
2.2.1.1.5.4 Flexión	43
2.2.1.1.5.5 Torsión	43
2.2.2 Elementos	44
2.2.2.1 Elementos mecánicos	44
2.2.2.1.1 Ejes	44
2.2.2.1.2 Rodamientos	46
2.2.2.1.3 Bandas	50
2.2.2.1.4 Chumaceras	54
2.2.2.1.5 Poleas	55
2.2.2.1.6 Cadenas	56
2.2.2.1.7 Engranajes	59
2.2.2.1.8 Chavetas y chaveteros	60
2.2.2.1.9 Ruedas dentadas	61
2.2.2.2 Elementos eléctricos	62
2.2.2.2.1 Motor	62
2.2.2.2.2 Conductores	63
2.2.2.2.2.1 Tipos de conductores	64
2.2.2.2.2.2 Dimensionamiento de los conductores	68
2.2.2.2.3 Contactores	70
2.2.2.2.3.1 Partes del contactor	70
2.2.2.2.4 Relés	72
2.2.2.2.5 Protectores térmicos (ó rele de sobrecarga)	73
2.2.2.2.6 Fusibles o cortacircuitos	74
2.2.3 Sistemas de transmisión de potencia mecánica	75
2.2.3.1 Motor eléctrico	75
2.2.3.1.1 Fuerza electromotriz	75
2.2.3.1.2 Rendimiento	76
2.2.3.1.3 Potencia	77
2.2.3.1.4 Trabajo	77
2.2.3.1.5 Fuerza	78
2.2.3.1.6 Velocidad	78
2.2.3.1.6.1 Movimiento	79
2.2.3.1.6.2 Movimiento de rotación	79
2.2.3.2 Transmisión de potencia por poleas y bandas	80
2.2.3.2.1 Sistema de transmisión	80
2.2.3.2.2 Longitud de la banda	81
2.2.3.2.3 Relación de transmisión	81
2.2.3.2.4 Ventajas de las bandas	82
2.2.3.2.5 Mantenimiento de las bandas	83
2.2.3.3 Transmisión de potencia por engranajes	84
2.2.3.3.1 Engranaje	84
2.2.3.3.2 Relación de transmisión	85
2.2.3.3.3 Ventajas	86
2.2.3.3.4 Tipos de engranajes	87

2.2.3.3.4.1 Engranajes cilíndricos	87
2.2.3.3.4.2 Engranajes cónicos	88
2.2.3.3.4.3 Engranaje de cremallera	93
2.2.3.3.4.4 Engranajes de tornillo sin fin	93
2.2.3.4 Transmisión de potencia mecánica por medio de ruedas dentadas y cadenas	94
2.2.3.4.1 Sistema de transmisión	95
2.2.3.4.2 Relación de transmisión	95

## **PARTE EXPERIMENTAL**

### **CAPÍTULO III**

<b>3. Diagnóstico</b>	<b>97</b>
3.1 Procesos	97
3.1.1 Proceso de hilatura	98
3.1.2 Proceso de tintorería	110
3.2 Materias primas	112
3.2.1 Pacas de lana (wo)	112
3.2.2 Tops	112
3.2.3 Hilos	113
3.3 Hilos producidos	113
3.3.1 Hilo de un solo cabo	114
3.3.2 Hilo retorcido	114
3.3.3 Hilo moliné	114
3.3.4 Hilo frisé	115
3.3.5 Hilo flamé	115
3.3.6 Otros hilos de fantasía	115
3.4 Producción	116
3.5 Requerimiento de tops tinturados	117

### **CAPÍTULO IV**

<b>4. Diseño, construcción y costos de la máquina de tintura de tops</b>	<b>118</b>
4.1 Diseño	118
4.1.1 Estructura principal	120
4.1.2 Canasta de material	131
4.1.3 Sistema de calentamiento del baño	134
4.1.4 Sistema de suministro de colorantes y auxiliares	135
4.1.5 Sistema de movimiento del baño	136
4.2 Construcción	139
4.2.1 Estructura principal	139
4.2.2 Canasta de material	142
4.2.3 Sistema de calentamiento del baño	144
4.2.4 Sistema de suministro de colorantes y auxiliares	145
4.2.5 Sistema de movimiento del baño	147
4.3 Materiales y costos	148

<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>5. Pruebas de tintura</b>	<b>151</b>
5.1 Capacidad	151
5.2 Pruebas de colores	159
5.2.1 Tonos bajos	159
5.2.2 Tonos medios	168
5.2.3 Tonos oscuros	176
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>6. Análisis de calidad y costos</b>	<b>184</b>
6.1 Análisis de calidad	184
6.1.1 Uniformidad	184
6.1.2 Solidez	186
6.2 Análisis de costos	188
6.2.1 Costos de maquinaria	189
6.2.2 Costos de proceso	189
6.3 Recuperación de la inversión	191
6.4 Resultados	192
<b>CAPÍTULO VII</b>	
<b>7. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>194</b>
7.1 Conclusiones	194
7.2 Recomendaciones	196
<b>Anexos</b>	<b>198</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>201</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 Curva de tintura con colorantes ácidos en baño fuertemente ácido	13
Figura 2 Curva de tintura con colorantes ácidos en baño débilmente ácido	14
Figura 3 Curva de tintura con colorantes en baño neutro	16
Figura 4 Curva de tintura con colorantes premetalizados 1:1	19
Figura 5 Curva de tintura con colorantes premetalizados 1:2	21
Figura 6 Esquema de un armario de tintura de madejas de lana	30
Figura 7 Autoclave para la tintura de conos de lana	31
Figura 8 Bobinas perforadas	32
Figura 9 Esquema de la autoclave para la tintura de conos	32
Figura 9 (a) Autoclave	32
Figura 10 Lanzas porta materiales	33
Figura 11 Lanzas para bobinas	34
Figura 11 (a) Lanzas para tops	34
Figura 12 Tops tinturados	34
Figura 13 Láminas ó planchas de acero	38
Figura 14 Varillas tubulares de acero	39
Figura 15 Ejes de Transmisión	46
Figura 16 Partes de un Rodamiento	46
Figura 17 Rodamientos de Rodillos	47
Figura 18 Rodamientos de Bolas	48
Figura 19 Bandas	51
Figura 20 Banda plana	51
Figura 21 Banda Ranurada	52
Figura 22 Banda en V	53
Figura 23 Banda síncrona	53
Figura 24 Chumaceras	54
Figura 25 Poleas	56
Figura 26 Cadenas	57
Figura 27 Cadena de rodillos de anchura	57
Figura 28 Cadena de rodillos de anchura múltiple	58
Figura 29 Cadenas de acero para ingeniería	58
Figura 30 Cadena silenciosa	59
Figura 31 Engranés	60
Figura 32 Chavetas y Chaveteros	61
Figura 33 Rueda dentada	62
Figura 34 Motor eléctrico	63
Figura 35 Conductores para edificios	64
Figura 36 Cable Dúplex	65
Figura 37 Cable para aplicación en altas temperaturas	66
Figura 38 Cables para vehículos	66
Figura 39 Cable Siliconado	67
Figura 40 Cable para media tensión (15 kV)	67

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

Figura 41 Alambres telefónicos	68
Figura 42 Cables de aluminio desnudo y aislado	68
Figura 43 Contactor	70
Figura 44 Partes del contactor	70
Figura 45 Relé	72
Figura 46 Relé de sobrecarga	73
Figura 47 Fusibles	74
Figura 48 Sistema de transmisión de potencia por poleas y bandas	80
Figura 49 Sistema de transmisión de potencia utilizando engranes	85
Figura 50 Engranaje cilíndrico recto	87
Figura 51 Engranaje helicoidal	88
Figura 52 Engranaje bi-helicoidal	88
Figura 53 Engranaje cónico recto	89
Figura 54 Engranaje cónico zerol	90
Figura 55 Engranaje cónico helicoidal	90
Figura 56 Engranaje hipoidal	91
Figura 57 Engrane inglete	91
Figura 58 Engrane cónico externo	92
Figura 59 Corona dentada	92
Figura 60 Engranaje interno	92
Figura 61 Cremallera	93
Figura 62 Tornillo sinfín	94
Figura 63 Sistema de transmisión de potencia utilizando rueda y cadena	94
Figura 64 Proceso hilo convencional	98
Figura 65 Proceso hilo retorcido	98
Figura 66 Hilo de fantasía	98
Figura 67 Carda lanera	99
Figura 68 Gill para 1er Paso	101
Figura 69 Gill para 1er Paso utilizado para mezclas	101
Figura 70 Gill para 2do Paso utilizado para acrílico y sus mezclas	102
Figura 71 Gill para 3er Paso	103
Figura 72 Finisor de bandas	104
Figura 73 Almacenamiento de bobinas	105
Figura 74 Mechera	106
Figura 75 Continua de hilar	107
Figura 76 Hila de fantasía	108
Figura 77 Bobinadora	108
Figura 78 Retorcedora	109
Figura 79 Madejadora	110
Figura 80 Pacas de lana	112
Figura 81 Tops para alimentación de gills	113
Figura 82 Hilos empleados para hilos de fantasía	113
Figura 83 Hilo de un solo cabo	114
Figura 84 Hilos retorcidos	114
Figura 85 Hilo moliné	114

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

Figura 86 Hilo frisé	115
Figura 87 Hilo flamé	115
Figura 88 Cantidades de hilos producidos	116
Figura 89 Vista frontal de la máquina	122
Figura 90 Vista lateral derecha de la máquina	124
Figura 91 Vista lateral izquierda de la máquina	126
Figura 92 Vista posterior de la máquina	128
Figura 93 Vista superior de la máquina	130
Figura 94 Vista frontal canasta de material	131
Figura 95 Vista lateral canasta	132
Figura 96 Malla	133
Figura 97 Movimiento del baño al interior de la máquina	134
Figura 98 Suministro de calor	135
Figura 99 Suministro de colorantes y auxiliares	136
Figura 100 Sistema de movimiento del baño	137
Figura 101 Fachada principal de la máquina	140
Figura 102 Fachada lateral de la máquina	141
Figura 103 Vista de canasta del material	142
Figura 104 Malla de la canasta del material	143
Figura 105 Fachada lateral de la canasta	144
Figura 106 Calentamiento del baño	145
Figura 107 Suministro de colorantes y auxiliares	146
Figura 108 Sistema de movimiento	147
Figura 109 Movimiento del baño	148
Figura 110 Prueba de tintura con 6 kg.	155
Figura 111 Prueba de tintura con 8 kg.	156
Figura 112 Prueba de tintura con 10 kg.	156
Figura 113 Prueba de tintura con 12 kg.	157
Figura 114 Prueba de tintura con 14 kg.	158
Figura 115 Top tinturado al primer paso	185
Figura 116 Top mezclado al segundo paso	186
Figura 117 Secado de tops tinturados	198
Figura 118 Mezcla de top tinturado negro con tops de acrílico	198
Figura 119 Bobinas de finisor con tops tinturados	199
Figura 120 Secado de madejas	199
Figura 121 Madeja terminada con tops tinturados	200
Figura 122 Muestrario madejas terminadas	200



## **INDÍCE DE TABLAS**

Tabla 1. Características de los colorantes ácidos	10
Tabla 2. Porcentaje de auxiliares	12
Tabla 3. Cantidades producidas en Imbatex	117
Tabla 4. Materiales utilizados y costos	150
Tabla 5. Tabla de valoración de descarga y manchado	187
Tabla 6. Costos variables de proceso	189
Tabla 7. Costos fijos	190

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

## **RESUMEN**

El presente trabajo se realiza en la empresa Imbatex con la finalidad de adicionar al proceso de hilado existente un efecto de “tinturas previas” que contribuya a diversificar la oferta de productos. La adquisición de una máquina de tintura de tops no es factible ya que los proveedores de maquinaria de tintura ofertan productos que cuentan con volúmenes de producción muy altas que no se ajustan a los requerimientos de la empresa, además de lo excluyente en los costos de las máquinas de tintura.

Para solucionar el problema y satisfacer la necesidad de la empresa el objetivo general es diseñar y construir una máquina para la tintura de tops de lana y como objetivos específicos tenemos: realizar un diagnóstico en la empresa “IMBATEX” para determinar los requerimientos y características de la máquina a construir, realizar un estudio bibliográfico sobre las máquinas existentes para tinturar tops, luego diseñar y construir la máquina para la tintura de tops de lana, utilizando elementos mecánicos disponibles en el medio a un bajo costo, realizar pruebas de tintura y establecer parámetros del proceso, evaluar la calidad y costos de tintura y posteriormente determinar la recuperación de la inversión.

El diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana es plenamente justificable, puesto que: acorde a las exigencias de sus clientes y de mercados internacionales, la empresa continúa actualizando, innovando e implementando sus procesos productivos con el fin de producir hilados que sean competitivos en el mercado por su diseño y sus costos, el diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana es de suma importancia para la empresa ya que además de diversificar la oferta de productos, brinda la posibilidad de tinturar lotes reducidos que se adecúan a la necesidad de producción artesanal y se lo realiza con materiales disponibles en el medio a un bajo costo.

El estudio consta de dos partes; la parte teórica que empieza con el capítulo I que trata acerca de la tintura de la lana, donde se parte de la teoría y datos ya establecidos en la bibliografía disponible como también en los manuales de procedimientos y la cátedra de las materias pertinentes recibidas en la rama de la tintorería, para trasladarlos al objeto de estudio y tener los lineamientos básicos para planificar los requerimientos de la máquina que se ha diseñado.

Continúa en el capítulo II con una revisión bibliográfica para describir las máquinas de tintura de artículos de lana como la tintura de madejas, tintura de bobinas en hilos y tintura de tops. Una vez descrita la maquinaria para la tintura de artículos de lana y específicamente para la tintura de tops, se compila la teoría de los elementos que componen los sistemas mecánicos, hídricos y eléctricos.

La parte experimental está marcada por el diagnóstico presentado en el capítulo III, diagnóstico realizado en la empresa “IMBATEX” que comprende una descripción

## *“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

de: los procesos técnicos que se realizan en la fábrica, las materias primas empleadas, los hilos producidos y las cantidades producidas, determinando así los requerimientos de tops tinturados.

En el capítulo IV está el diseño, construcción y costos de la máquina de tintura de tops, se presenta inicialmente las consideraciones previas de diseño, luego el diseño propiamente dicho, para posteriormente proceder a la construcción de la misma. Adicionalmente se detallan los costos de cada uno de los materiales, llegando a obtener los costos totales de la máquina, dato importante para analizar la recuperación de la inversión.

El capítulo V está destinado a la realización de pruebas de tintura para comprobar su funcionalidad operativa en colores bajos, medios y oscuros y la igualación que se alcanza, determinando experimentalmente su capacidad.

Luego de realizar las pruebas de tintura, se determina en el capítulo VI cuan rentable es la máquina de tintura de tops, donde se consideran factores como su calidad de tintura en indicadores de uniformidad y solidez al lavado y los rubros que representan su construcción y el proceso en sí de tintura, seguido por un apartado correspondiente a los resultados. Y finalmente se concluye este trabajo con las conclusiones y recomendaciones delineadas en el capítulo VIII.

## **SUMMARY**

This work is done in the company Imbatex in order to add to the existing spinning process effect "prior dyes" to help diversify the product offering. Acquiring a dyeing machine tops is not feasible because dyeing machinery suppliers offer products that have very high production volumes that do not conform to the requirements of the company, in addition to excluding the costs of dyeing machines.

To solve the problem and meet the need of the company's overall objective is to design and build a machine for dyeing wool tops and specific objectives are: to diagnose in the company "IMBATEX" to determine the requirements and characteristics of the machine building, conduct a literature review on existing machines to dye tops, then design and build the machine for dyeing wool tops, using mechanical elements in the environment at low cost, dye testing and set parameters process, evaluate the quality and cost of dyeing and then determine the payback.

The design and construction of a machine for dyeing wool tops is fully justified because: according to the demands of its customers and international markets, the company continues to update, innovating and implementing their production processes in order to produce yarn that are competitive in the market by its design and cost, design and construction of a machine for dyeing wool tops is very important for the company as well as to diversify product offerings, provides the ability to batch to dye reduced to suit the need of craft production and it is performed with materials available in the environment at low cost.

The study consists of two parts: the theoretical part begins with Chapter I, which deals with the dyeing of wool, which is part of the established theory and data in the available literature as well as in the operating procedures and the relevant material received subject of the dyes, to take them to be studied and the basic guidelines for planning requirements of the machine is designed.

It continued in Chapter II with a literature review to describe items dyeing machines and dyeing wool skeins, yarn dyeing and coils in dye tops. Having described the machinery for dyeing wool and items specifically for dyeing tops, compiled theory elements of mechanical, electrical and water.

The experimental part is marked by the analysis presented in Chapter III, diagnosis made in the company "IMBATEX" which includes a description of: the technical processes that take place in the factory, the raw materials used, the threads produced and the quantities produced, determining requirements dyed tops.

Chapter IV is the design, construction and cost of the dyeing machine tops, initially presents preliminary design considerations, then the design itself, to then proceed with the construction of the same. Additionally details the costs of each of the

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

materials, earning the total costs of the machine, important data to analyze the payback.

Chapter V is intended for dye testing to verify its functionality colors operational low, medium and dark colors are achieved, by determining their ability experimentally.

After dyeing testing is determined in Chapter VI how profitable is the tops dyeing machine, which considered factors such as quality indicators uniform dyeing and wash fastness and items that represent their construction and dying process itself, followed by a section on the results. Finally we conclude this paper with conclusions and recommendations outlined in Chapter VIII.

## RESUMEN EJECUTIVO

En el proceso de diseño y construcción de la máquina de tintura de tops de lana se ha tomado en cuenta ciertas restricciones de diseño como: el desgaste, la corrosión, la seguridad, la fricción, la facilidad de uso, utilidad, su costo, el peso, estilo, el tamaño y la forma, el control que necesitará, la superficie y la lubricación; todas estas restricciones en función de las condiciones de trabajo, de los materiales requeridos, de su funcionamiento, de economía, etc.

Luego de haber tomado en cuenta este tipo de restricciones de diseño se bosquejó modelos básicos que satisfagan las necesidades de funcionamiento para luego y de manera reiterativa ir haciendo observaciones e ir puliendo sus trazos, hasta llegar al diseño final, inmediatamente se procedió a su construcción donde se utilizó herramientas como: una dobladora, guillotina ó cizalladora, punzonadora, una suelda TIG, además del uso de compás, escuadra, lápiz, lija y sierra para metales.

Experimentalmente se determina que la relación de baño de la máquina es de 1/30, siendo 12 kg. por cada ciclo de tintura, la capacidad máxima de tintura, además se compone una pequeña carta de colores, con tonos bajos, medios y oscuros con 4 colores para cada tono, 12 colores en total.

En el apartado de calidad y costos se determina que: los problemas de uniformidad se solucionan al momento que el top pasa por el gill de mezcla, no representando este particular un inconveniente en el producto final; se obtiene una solidez de 4 puntos, muy buena solidez, hay una ligera descarga de colorante, pero no mancha los testigos; el costo total de la máquina es de \$ 1965.<sup>66</sup> dólares, el costo total del proceso por cada kilogramo tinturado de lana es de 1.0239 dólares, el costo del servicio por kilogramo de lana tinturada es de 1.5 dólares, para lo que la utilidad en cada kilogramo es de alrededor de 0.47 dólares.

La inversión realizada para la construcción de la máquina de tintura de tops se recuperará al tinturar 339 tops aproximadamente ó 4,129 kg. (1 top = 12.18 kg.)

Obteniendo finalmente una máquina que tintura tops a una alta calidad, que no maltrata las fibras y no le resta tacto al top por su cuidadoso proceso de tintura, además la recuperación de la inversión realizada dependerá de la aceptación y los pedidos que la empresa recepte, la inversión se está recuperando en tiempo útil de funcionamiento de la máquina.

## **INTRODUCCIÓN**

El siguiente trabajo se lo ha desarrollado en la empresa IMBATEX de la ciudad de Ibarra, empresa que se dedica a la producción de hilados en lana, alpaca, bambú, poliamida, acrílico y sus mezclas y que acorde a las exigencias de sus clientes y de mercados internacionales, está permanentemente actualizando, innovando e implementando sus procesos productivos con el fin de producir hilados que sean competitivos en el mercado por su diseño y sus costos.

En la ampliación del catálogo de productos que dispone IMBATEX para sus clientes, se ha propuesto adicionar al proceso de hilado existente un efecto de “tinturas previas” que contribuya a diversificar su oferta. La adquisición de una máquina de tintura de tops no es factible, ya que los proveedores de maquinaria de tintura ofertan soluciones mecánicas configuradas para trabajar con altos volúmenes de producción y que no se ajustan a los requerimientos de la empresa, además que los costos de las máquinas de tintura son altos y no hay un proveedor local de esta maquinaria.

Razón por la cual la propuesta del diseño y construcción de una máquina de tintura de tops de lana es la alternativa más viable para una empresa artesanal, se la ha llevado a cabo con materiales disponibles en el medio a un bajo costo, su apariencia y construcción obedecen a una línea artesanal, particularidad que atrae a sus clientes, su diseño y capacidad están en función de los requerimientos de la empresa -aquí calculados-, obteniendo finalmente una máquina que tintura tops a una alta calidad, que no maltrata las fibras y no le resta tacto al top por su cuidadoso proceso de tintura, además la recuperación de la inversión realizada dependerá de la aceptación y los pedidos que la empresa recepte, la inversión se recuperará en tiempo útil de funcionamiento de la máquina.

El diseño que se presenta a continuación es solamente una incursión en el amplio campo del diseño mecánico, sin pretender que este diseño agote las diversas configuraciones y disposiciones mecánicas que pueden haber, incluso el presente puede representar un punto de partida para el desarrollo y mejoramiento de este tipo de máquinas, aspirando con esto a incentivar la generación de soluciones prácticas en el desempeño cotidiano textil.



## PARTE TEÓRICA

### CAPÍTULO I

#### 1. TINTURA DE LA LANA

La lana, al igual que otras fibras proteicas como los pelos y la seda se tiñen en una solución ácida en alta o baja concentración, esta solución o baño de tintura está compuesta de un ácido mineral u orgánico, el colorante, un electrolito neutro y la fibra, todos ellos en un medio acuoso y en proporciones distintas según el procedimiento.

El acceso del colorante a la fibra se debe esencialmente a la atracción electroestática entre el anión y los grupos positivos de la fibra.

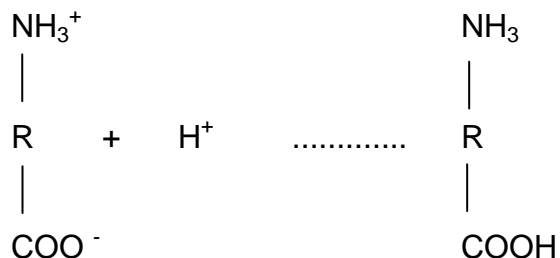
Es posible aumentar la atracción electroestática entre fibra y colorante añadiéndose un ácido que neutralice las cargas negativas de la fibra, con lo cual el colorante tendría mayor acceso a los lugares de carga positiva.

Al contrario, se puede controlar un acceso uniforme de colorante a la fibra si se introduce en el baño de teñido un anión que compita con el colorante por los lugares positivos de la fibra y que pueda ser desplazado lentamente por él posteriormente. Esta es la función, por ejemplo, del sulfato de sodio.

Así cuando la lana u otra fibra proteica se introducen en un baño de tintura de naturaleza ácida, los iones hidrógeno son absorbidos por los grupos carboxílicos de la fibra.

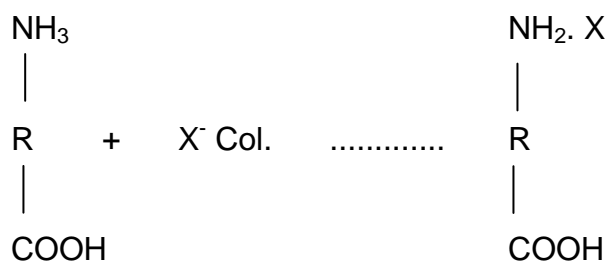
Estos componentes dan origen a un baño compuesto por una mezcla de iones (iones hidrógeno del ácido, iones sodio del colorante), ya que los colorantes comerciales son sales sódicas de ácidos sulfónicos, así como los iones sodio del electrolito neutro añadido, y aniones del colorante, del ácido y del electrolito.

Cuando la lana se introduce en un baño de tintura de naturaleza ácida, los iones de hidrógeno son absorbidos por los grupos carboxílicos de la lana, esto se debe a que la lana tiene carácter anfótero, es decir poseedora de grupos ácidos (los carboxilos —COOH) y grupos básicos (los amino —NH<sub>2</sub>), pueden reaccionar frente a los ácidos y también frente a las bases, es decir, que pueden combinarse y teñirse con colorantes ácidos y básicos según las condiciones del baño. Según la siguiente interpretación:

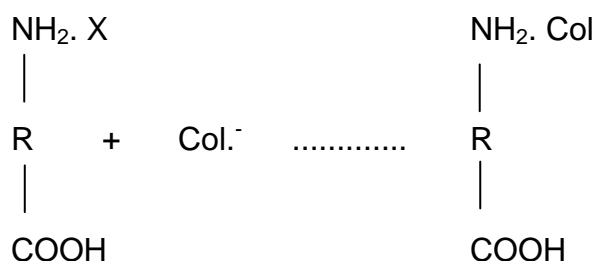


Lana en medio ácido

Este proceso tiene lugar en gran extensión, cuando existe una absorción equivalente de iones por el grupo —NH<sub>3</sub>. En el baño de tintura existen iones del colorante (X) y iones inorgánicos, los cuales por ser de menor tamaño molecular difunden más rápidamente, lo que da origen a que sean absorbidos por la fibra antes que los iones del colorante, lo que se puede explicar así:

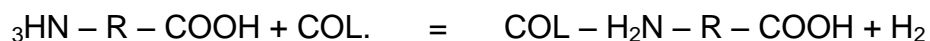


Este equilibrio es rápidamente alcanzado y a partir de este momento la fibra va absorbiendo los iones colorantes, que llegan después a ella como consecuencia de la difusión más lenta, y desplaza a cantidades equivalentes de iones inorgánicos, proceso que se puede interpretar como se indica:



Fibra teñida

La tintura ácida de la lana se explicaría así:



La adición del ácido al baño de tintura contribuye a disminuir la ionización de los carboxilos y favorecer la reacción del anión coloreando con los grupos amino.

El rendimiento de la tintura o la cantidad de colorante depositada sobre la fibra aumenta al disminuir el pH, es decir, que el ácido actúa como elemento que activa la fijación del colorante sobre la fibra.

La temperatura de los baños de tintura no deben elevarse rápidamente, pues ello haría que el colorante se fije rápidamente, dando tinturas irregulares y defectuosas.

El tiempo de ebullición es determinado por el poder igualador de los colorantes, en las respectivas condiciones de tintura y por el carácter del material. Sin embargo requiere, en todo caso que el tiempo mínimo de ebullición, para alcanzar una fijación.

Los colorantes ácidos son colorantes que se unen a la lana de manera sustantiva, mediante un pH ácido, este pH cumple la función de un agente agotador del colorante, de ahí que se utilice en cantidades variables dependiendo de la concentración del colorante en la tintura.

El ácido acético, se lo utiliza para llegar a un pH adecuado en la tintura, al igual que el ácido fórmico, estos tienen la función de tampón, es decir, que evita el consumo de los hidrógenos, manteniendo el PH constante.

## **1.1 ETAPAS DE TINTURA**

### **1.1.1 DISGREGACIÓN DEL COLORANTE**

Consiste en la separación de las moléculas de colorante en el líquido depositado.

### **1.1.2 DIFUSIÓN DEL BAÑO**

Movimiento de la molécula a través del líquido en el que se deposita, acercándose a la fibra textil.

### **1.1.3 ABSORCIÓN SUPERFICIAL EN LA FIBRA**

Contacto de la molécula de colorante con la fibra y penetración en su cuerpo físico.

### **1.1.4 DIFUSIÓN EN LA FIBRA**

El desplazamiento de las moléculas de colorante en el interior de la fibra.

### **1.1.5 FIJACIÓN**

Es el establecimiento de enlaces estables entre las moléculas de la fibra y de colorante. Llegado a este punto de fijación se puede decir que el colorante ha teñido la fibra y el proceso de tintura ha terminado, estando todas las moléculas de fibra enlazadas con moléculas de colorante.

## **1.2. COLORANTES EMPLEADOS**

## **1.2.1 TINTURA CON COLORANTES ÁCIDOS**

### **1.2.1.1 GENERALIDADES DE LOS COLORANTES ÁCIDOS**

A continuación se da a conocer ciertas generalidades importantes de los colorantes ácidos:

- a) Por su constitución química poseen propiedades ácidas que permiten la unión con grupos básicos de las fibras (formación de una sal coloreada).
- b) Se utiliza para la tintura de fibras naturales animales.
- c) Facilidad en el empleo.
- d) Buena solidez a la luz y al lavado.
- e) Son solubles en agua.

### **1.2.1.2 CONSTITUCIÓN QUÍMICA Y PROPIEDADES TINTÓREAS DE LOS COLORANTES ÁCIDOS**

Según la constitución química de dicho cromóforo, se pueden clasificar en tres grandes grupos: AZÓICOS, ANTRAQUINÓNICOS y DERIVADOS DEL TRIFENILMETANO, si bien existen otros de tipo azínico y xanténico, son poco importantes en cuanto a su número pero de gran utilización en la obtención de determinados matices.

#### **1.2.1.2.1 COLORANTES ÁCIDOS AZÓICOS**

En esta clase están incluidos la mayoría de los amarillos, todos los anaranjados y escarlatas y la mayor parte de los rojos. Los azules azóicos son más bien de poca solidez y no son muy importantes, pero los azules marino incluyen los colorantes sulfocianinas de gran interés por su extraordinaria aplicación en la obtención de azules marino sólidos. Los colorantes azóicos también incluyen algunos verdes oscuros y algunos violetas, la mayoría de los marrones son mezclas de colorantes azóicos.

Los colorantes azóicos, debido a la presencia del grupo azo  $-N=N-$ , son fácilmente reducibles por los reductores usuales, tales como el hidrosulfito sódico y sulfoxilato formaldehído, dando compuestos poco coloreados o incoloros, por lo que esta reacción se aprovecha para el desmontado de la tintura con estos colorantes.

#### **1.2.1.2.2 COLORANTES ÁCIDOS ANTRAQUINÓNICOS**

En este grupo se encuentran los colorantes azules de buena igualación y solidez a la luz, así como algunos verdes y violetas, todos ellos son más brillantes que los azóicos.

En general este tipo de colorantes son muy sólidos a la luz, y a los tratamientos en húmedo, aunque esta última solidez es contraria a su poder de igualación. Se emplean para la tintura de lana en pieza, como estos colorantes tienen la propiedad de no ser influenciados por la cromatización, por lo tanto se emplean para matizar las tinturas con colorantes al cromo. La acción de los reductores sobre los colorantes ácidos antraquinónicos es reversible puesto que se forma el leucoderivado que se oxida de nuevo en contacto con el aire.

Debido a la reversibilidad de la reacción los colorantes antraquinónicos no pueden desmontarse mediante reductores.

#### **1.2.1.2.3 COLORANTES ÁCIDOS TRIFENILMETÁNICOS**

Su gama comprende violetas, azules y verdes que dan los tonos más brillantes entre todos los colorantes ácidos.

Todos estos colorantes tienen moderadas solidez a la luz debido a la existencia de estructuras resonantes que los hace más sensibles a la degradación fotoquímica, sus solidez en húmedo son buenas y su poder de igualación regular. Con los reductores se forma un leucoderivado incoloro que se oxida de nuevo, al igual que en los antraquinónicos.

#### **1.2.1.2.4 OTROS COLORANTES ÁCIDOS**

Entre las otras familias químicas que integran los colorantes ácidos para la lana, están los compuestos heterocíclicos, derivados del xanteno y los azínicos que por tener un nitrógeno cuaternario forman sales internas, y si bien son escasos en número tienen gran aplicación para tonos violetas y rosas brillantes y los segundos para azules. También se tiene los siguientes colorantes:

- **COLORANTES NITRADOS.**- Se emplean para tonos amarillentos y marrones y su constitución es muy sencilla, lo que los hace baratos y de buena igualación.



- COLORANTES INDIGOIDES.- El más importante de este tipo químico es el carmín de índigo, el cual es un colorante barato y de buena igualación.
- COLORANTES FTALOCIANINA.- El pigmento azul de ftalocianina de cobre en forma solubilizada, azul ácido 185, se emplea como colorante en la tintura de lana, dando azules verdosos con elevada solidez a la luz y a los tratamientos en húmedo.
- COLORANTES CARBOLAN.- Estos colorantes si bien no forman una clase química distinta, deben comentarse aparte porque poseen un elevado grado de solidez al batanado y a otros tratamientos en húmedo, debido a la presencia de radicales alquílicos saturados, un grupo  $C_{12}H_{25}-$  ó dos grupos  $C_4H_9-$  que si bien no producen grandes variaciones en el matiz incrementan considerablemente las solideces.

Los colorantes ácidos son solubles en agua y sus soluciones acuosas son por regla general coloidales. En muchos casos son solubles en alcohol etílico y amílico. Se pueden precipitar de sus soluciones acuosas mediante la saturación de éstas con cloruro o sulfato sódico, conteniendo las marcas comerciales sales como impurezas.

### **1.2.1.3 CLASIFICACION TINTOREA DE LOS COLORANTES ÁCIDOS**

Siendo muy variadas las familias que componen la gama de los colorantes, se ha efectuado una clasificación de los mismos atendiendo a la forma en que se deben aplicarse para dar las tinturas correctas, siendo la siguiente:

- COLORANTES ÁCIDOS DE IGUALACIÓN (Grupo I).- Estos colorantes tienen buena igualación.

- COLORANTES ÁCIDOS BATANABLES (Grupo II).- Estos colorantes tiene una mediana igualación.
- COLORANTES ÁCIDOS SUPER BATANABLES (Grupo III).- Estos colorantes tienen mala igualación.

Las características del colorante que determina su clasificación son su poder de igualación, el método de aplicación y las solidez a los tratamientos en húmedo una vez efectuada la tintura, propiedades que están íntimamente relacionadas con la afinidad del colorante por la fibra, carga eléctrica y la velocidad de difusión.

	Colorantes igualación	Colorantes batanables	Colorantes superbatanables
Solidez	Baja	Buena	Muy buena
PH de la tintura	2-4	4-6	6-8
Método de tintura	Ácido sulfúrico ó fórmico	Ácido acético	Ácido amónico
Igualación en tintura	Buena	Moderada	Baja
Afinidad por la fibra	Baja	Elevada	Muy elevada

Tabla 1. Características de los colorantes ácidos

## 1.3 AUXILIARES

### 1.3.1 ÁCIDO MINERAL U ORGÁNICO

Se lo usa para dar el PH al baño de tintura y que cumple a su vez como agente agotador del colorante ya que activa la fijación del colorante sobre la

fibra, por lo tanto, la cantidad a dosificarse está en relación directa al porcentaje de colorante utilizado. Los colorantes del Grupo II y III trabajan en menor acidez pH 4-6 y son muy sensibles al cambio de pH, por lo que este debe regularse de una forma muy estricta. Para este efecto se usan el ácido sulfúrico, el fórmico, acético, amónico.

### **1.3.2 IGUALANTE**

Es un hecho observado experimentalmente, que en la tintura de lana con colorantes ácidos de buena igualación, la adición de un electrolito neutro, como el sulfato sódico o sal común, mejora la igualación para que la subida del colorante hacia la fibra se haga de manera uniforme por el efecto retardante igualante que se le da. Esta facultad igualadora, solo es sensible en la tintura en baño ácido y es más manifiesta cuando mayor acidez posee la solución, utilizado con mayor concentración en la tintura con colorantes del Grupo I.

Los igualantes ideales deberían influir en forma óptima sobre los “factores internos”, esto es:

- Reducir pasajeramente la afinidad.
- Disminuir la velocidad de fijación.
- Mejorar el poder de migración.
- Mejorar el grado de dispersión del colorante y compensar las diferencias de afinidad en el material teñido.

### **1.3.3 ELECTROLITO**

Este permite el agotamiento del colorante, y la cantidad a utilizarse depende de las condiciones de afinidad de las fibras por el colorante y eventualmente puede utilizarse sulfato de sodio.

TONOS	% COLORANTES	Ácido acético (%)	Electrolito (g/l)	Igualante (g/l)
CLAROS	Hasta 0.5	0.8	5 – 10	1.0
MEDIOS	Hasta 1.5	1.0	10 – 15	1.2
INTENSOS	Hasta 3.0	1.2	15 – 20	1.5

Tabla 2. Porcentaje de auxiliares

Para la fijación en colores intensos, se hace uso de ácido acético en una cantidad de 1 a 1.5 g/l, para el proceso de jabonado en el proceso posterior se utiliza detergente en cantidad de 0.5 g/l.

## **1.4 CURVAS DE TINTURA**

### **1.4.1 CURVA DE TINTURA CON COLORANTES ÁCIDOS EN BAÑO FUERTEMENTE ÁCIDO**

Tiñen por este procedimiento los colorantes pertenecientes al Grupo I que están caracterizados por una gran rapidez de absorción a pH 2 - 3 aún a 40 °C, lo cual es compensado por su facilidad de migración en un baño de tintura a ebullición que contenga ácido sulfúrico o sulfato sódico.

Los colorantes de este grupo son aplicados en un baño de tintura conteniendo 4% de ácido sulfúrico y 20% de sulfato sódico cristalizado sobre

el peso de la fibra. Los artículos se entran en frío, humectándose antes de poner el colorante en el baño de tintura; una vez añadido éste, se eleva la temperatura que al cabo de 30-45 min. llegue a ebullición, manteniéndose en este estado durante 1 hora más.

*Curva de tintura:*

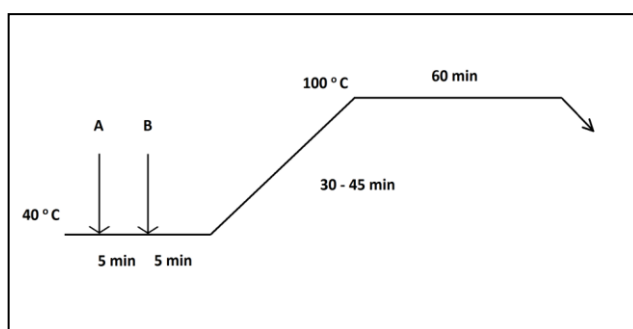


Fig. 1 Curva de tintura con colorantes ácidos en baño fuertemente ácido

**A:** 4% ácido sulfúrico  
20% sulfato sódico

**B:** X % Colorante ácido

**pH:** 2 - 4

Sobre esta norma general de tintura suele hacerse modificaciones que dependen del estado de la fibra a teñir y de las características de la maquinaria. Los colorantes que tiñen por este procedimiento dan tinturas igualadas, aún cuando en las primeras etapas se absorbe una distribución desigual del colorante sobre la fibra.

Este tipo de colorante se aplica en general sobre hilados destinados a confección de prendas de género de punto en las que no se exigen elevadas solidez y sobre la mayoría de artículos teñidos en pieza, destinados a vestidos y abrigos de lanería de señora.

#### 1.4.2 CURVA DE TINTURA CON COLORANTES ÁCIDOS EN BAÑO DÉBILMENTE ÁCIDO

Se prepara un baño con 4% de ácido acético y 10 - 20% de sulfato sódico sobre el peso del material a teñir y se introduce la fibra, la cual una vez está humedecida totalmente se puede empezar la tintura añadiendo el colorante bien disuelto. Se eleva la temperatura gradualmente a ebullición en el transcurso de 1 hora, manteniéndose en estado durante 1 hora, el pH en esta tintura es de 4.5 - 5.

Para fijar el colorante en colores que requieran mayor solidez se puede añadir a los 30 minutos de ebullición; 1-2% de ácido fórmico o sulfúrico o a su vez 1-2 % de ácido acético en este tipo de tintura, el sulfato sódico tiene mucho menos acción igualadora.

*Curva de tintura:*

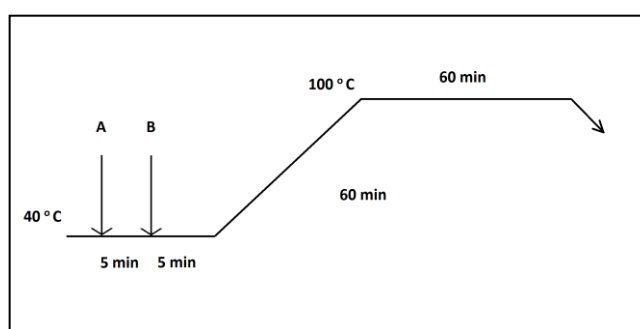


Fig. 2 Curva de tintura con colorantes ácidos en baño débilmente ácido

**A:** 4% de ácido acético  
10 - 20% de sulfato sódico

**B:** X % Colorante ácido

**pH:** 4.5 - 5

En general los colorantes que tiñen por este procedimiento, dan tinturas más solidas a los tratamientos en húmedo que los pertenecientes a los del Grupo I. En este procedimiento es bastante usual el empleo de ácido fórmico como agente de agotamiento.

Los colorantes de este tipo se empleas algo en tintura de foca o hilados que requieren extraordinaria solidez al batanado y lavado, siendo muy aconsejables para la tintura de artículos de pañería en piezas en colores claros y medios. Se emplea también en artículos de media-lana en colores sólidos.

#### **1.4.3 CURVA DE TINTURA CON COLORANTES EN BAÑO NEUTRO**

Bajo esta denominación se ha agrupado aquella tintura cuyos pH de trabajo oscilan entre 6.0 - 8.5 y cuyo procedimiento operativo suele, en algunos casos diferenciarse bastante.

El baño de tintura está compuesto con 2 - 5% de sulfato o acetato amónico y a veces 10 - 20% de sulfato sódico. Se empiezan las tinturas en frío, elevándose gradualmente la temperatura a ebullición en unos 45 minutos y

continuando durante 1 hora a dicha temperatura. Muchas veces para agotar el baño se añade 1 - 2% de ácido acético (30%) hirviendo después durante ½ hora más.

*Curva de tintura:*

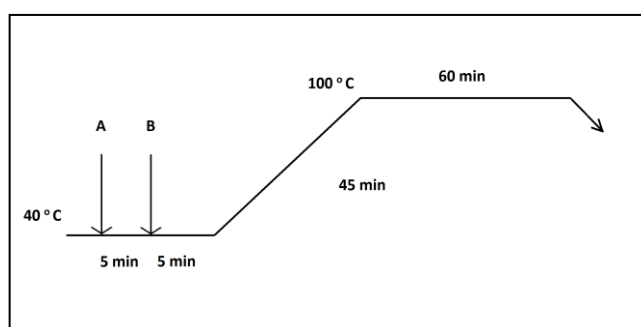


Fig. 3 Curva de tintura con colorantes en baño neutro

**A:** 2 - 5% de sulfato o acetato amónico y a veces 10 - 20% de sulfato sódico

**B:** X% colorante ácido

**pH:** 6 - 8.5

La acción de la sal amónica durante la tintura, es la de liberar gradualmente una pequeña cantidad de ácido, equivalente al 5 - 10% de la cantidad total de sal amónica, que es suficiente para el agotamiento para los colorantes del grupo III. La adición del 10 - 20% de sulfato sódico, es frecuentemente recomendada, pero no existe una justificación para su uso, ya que no posee ninguna acción igualadora en baño neutro y si actúa como acelerador de la tintura incrementando la cantidad de colorante absorbido.



## **1.4.4 TINTURA DE LANA CON COLORANTES PREMETALIZADOS**

### **1.4.4.1 GENERALIDADES**

Desde el punto de vista químico, los colorantes premetalizados están constituidos por un átomo metálico el cual se unen a una o varias moléculas de colorante, generalmente ácido, formando un complejo de coordinación con afinidad por las fibras proteicas y poliamidas.

Los colorantes premetalizados son complejos de coordinación entre el colorante y un metal, generalmente cromo, aunque también puede ser cobre, níquel, cobalto, etc., siendo tan solo necesario que el metal disponga de orbitales libres que puedan llenarse con partes de electrones procedentes del átomo del colorante con carácter nucleofílico, tales como el oxígeno y el nitrógeno que dispongan de un par de electrones libres.

Los colorantes premetalizados pueden ser:

### **1.4.4.2 COLORANTES PREMETALIZADOS 1:1**

Los colorantes premetalizados 1:1, son complejos solubles formados entre el cromo y colorante del tipo azoico, que tiñen la lana en baño fuertemente ácido, pH=2, con ácido sulfúrico. Su solubilidad en agua es debido a la presencia del cromóforo de 1 o 2 grupos sulfónicos aunque algunos colorantes no contienen tales grupos aniónicos sino grupos sulfonamina ( $-\text{SO}_2\text{NH}_2$ ).

La formación del complejo metálico se consigue calentando una solución acuosa del cromóforo con una sal de cromo trivalente, generalmente a pH inferior a 4. Estos colorantes premetalizados son aplicables a la lana en un baño ácido y no se necesita añadir ninguna sal de cromo para su tintura.

#### **1.4.4.2.1 MECANISMO DE TINTURA**

Son colorantes que necesitan una proporción elevada de ácido para su tintura (8% sobre peso de fibra), ya que cuando se tiñe con dosificaciones inferiores no dan tinturas igualadas, y su solidez es inferior. Para el desarrollo de una tonalidad correcta, se necesita una ebullición prolongada.

La interpretación teórica de la unión entre la fibra de lana y el colorantes varía dependiendo si en el colorante existe uno o dos grupos sulfónicos (carga negativa). Si existen este segundo grupo sulfónico se realizará la unión entre este grupo y los grupos básicos de la lana.

Si no existe este grupo la molécula será de carga neta positiva, debido a la carga positiva del cromo y se forma en este caso enlaces adicionales de coordinación entre el cromo del colorante y algunos grupos de la cadena polipéptica de la fibra, esto en medio neutro.

#### **1.4.4.2.2 PROCEDIMIENTO GENERAL DE TINTURA**

Se comienza el proceso de tintura a 70 °C añadiendo ácido sulfúrico + 5% sobre el peso de la fibra de sulfato sódico pH 1.9 - 2.1 el colorante premetalizado 1:1 se eleva en aproximadamente 30 minutos a la ebullición y se mantiene aquí 1.5 - 2 horas se enjuaga y neutraliza eventualmente.

Curva de tintura:

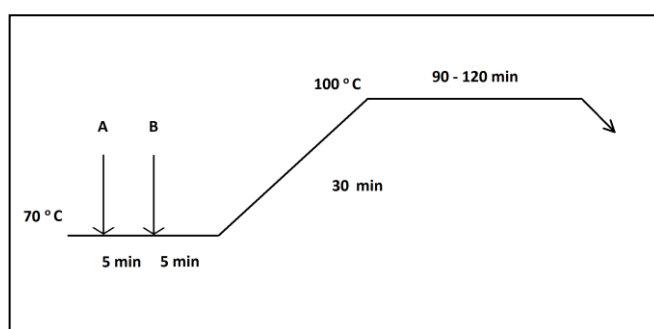


Fig. 4 Curva de tintura con colorantes premetalizados 1:1

**A:** Ácido sulfúrico pH 1.9 - 2.1

5% de sulfato sódico

**B:** Colorante premetalizado 1:1

El aspecto más importante en la tintura de colorantes premetalizados 1:1 es que el pH se mantenga en todo momento entre 1.9 y 2.1, ya que en el pH superior disminuye la igualación y a pH inferior, si bien no influye en la misma, puede dar lugar en un ataque a la fibra en los casos de ebullición prolongada.

La sal utilizada en la tintura, si bien ejerce un cierto efecto igualador, éste es inferior al que produce con los colorante ácidos de igualación, por los que teniendo en cuenta en matices intensos y relaciones de baño cortos puede producirse la precipitación del colorante, su adición al baño de tintura no es imprescindible, aunque excepto en el caso indicado, es bastante normal su uso.

Es muy recomendable tanto para la tintura en piezas como en la tintura de hilados, ya que se consigue muy buena solidez a los tratamientos en húmedo y no es preciso sacrificar el poder igualador, como ocurre en los colorantes ácidos a batán. Una aplicación muy importante de los colorantes premetalizados, es la tintura en artículos sometidos al tratamiento inecogible, ya que ellos tienden a dar resultados desiguales cuando se tiñen con colorantes ácidos sólidos a los tratamientos húmedos.

#### **1.4.4.3 COLORANTES PREMETALIZADOS 1:2**

A diferencia de los colorantes premetalizados 1:1, los colorantes premetalizados 1:2 están constituidos por dos moléculas de colorante por cada átomo metálico formando un complejo estable que tiñe en estado neutro y no se descomponen al elevar la temperatura durante la tintura; como tal complejo difunde hacia el interior de la fibra para quedar finalmente fijado en sus cadenas macromoleculares.

##### **1.4.4.3.1 MECANISMO DE TINTURA**

En los colorantes premetalizados 1:2, el átomo metálico tiene todos sus enlaces ocupados en el colorante por lo que no es posible que se formen enlaces de coordinación con grupos reactivos de la lana. Debido al carácter negativo que presenta el complejo 1:2 la adsorción se ve influenciada por el pH.

El colorante de forma ácida libre es absorbido por la fibra, incluso en pH 7, en gran extensión, existiendo por tanto un mecanismo parcialmente iónico, de absorción en sitios específicos.

Los factores que más influyen en la tintura de lana con colorantes premetalizados 1:2 son la temperatura, pH y sales inorgánicas neutras y los productos auxiliares, cuya influencia es más particular para grupos de colorantes o familias comerciales.

#### 1.4.4.3.2 PROCEDIMIENTO GENERAL DE TINTURA

Se tintura en un medio débilmente ácido o neutro, para lo cual se usan sales amónicas, siendo la mejor el acetato a consecuencia de mantener mejor la solución entre pH 7 - 6.

La solución se prepara con sal amónica del 1 - 4% sobre el peso de la fibra y el igualador así como el sulfato sódico si es necesario y se ajusta el pH a 6 con ácido acético. Se ambienta la lana a 50 °C durante unos 5 minutos y se añade el colorante previamente disuelto, manteniendo la temperatura durante otros 5 minutos, procediéndose a elevar la temperatura hasta la ebullición a razón de 2 - 1 °C/min. La ebullición se mantiene durante 0.5 a 1 hora según la intensidad.

*Curva de tintura:*

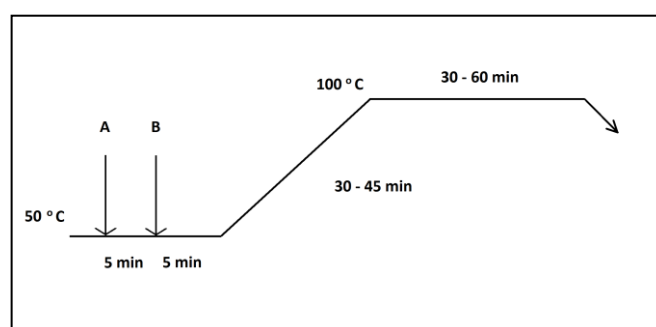


Fig. 5 Curva de tintura con colorantes premetalizados 1:2

**A:** 1 - 4% de sal amónica, igualante y sulfato sódico

Ácido acético (pH 6)

**B:** X% de colorante

Al final de la tintura se puede tratar en un baño nuevo con un ácido acético a fin de:

- Evitar el desarrollo de microorganismos durante el almacenamiento prolongado del tejido húmedo.
- Mejorar tacto
- Mejorar la hilabilidad de las cintas de peinado
- Mejorar la solidez al agua caliente en los matices medios e intensos.

## **1.5 VARIABLES EN EL PROCESO**

### **1.5.1 TEMPERATURA**

En el proceso de tintura de lana la temperatura es una variable esencial, la temperatura más idónea para la tintura de fibras de lana oscila entre 90-100 grados centígrados, la cual es la necesaria para realizar la tintura.

Esta variable es de gran importancia especialmente en la igualación, por lo que la temperatura se irá aumentando de 1-1.5 grados centígrados por minuto, hasta llegar a la temperatura necesaria.

En todos los colorantes para lana, el aumento de la temperatura de teñido acelera la fijación. Con colorantes de difícil migración es preciso tener muy en cuenta esta circunstancia, pues sólo mediante la primera fijación uniforme se consigue una buena igualación.

Se comprende, la necesidad de procurar un aumento térmico adaptado al procedimiento, adaptación que resulta de las propiedades de los colorantes elegidos y de las condiciones de tintura.

### **1.5.2 RELACIÓN DE BAÑO**

Se conoce también como la relación de entre la cantidad de agua necesaria de acuerdo a la cantidad de material en proceso.

Las relaciones de baño más idóneas para este tipo de máquina de sistema abierto son 1:8 a 1:12, considerándose como sigue que se utilizará por cada Kg. de material 8 litros de agua, o por cada Kg. de material 12 litros de agua en su respectivo orden.

### **1.5.3 DUREZA DEL AGUA**

Se conoce como esta al conjunto de sales disueltas en el agua, dentro del proceso textil las sales más perjudiciales a los procesos de tintura son las de MAGNESIO, CALCIO Y FERROSAS.

La dureza del agua se divide en dos tipos: dureza permanente y dureza temporal, la primera es debida a sulfatos o cloruros de calcio y magnesio y la

segunda es debido a los bicarbonatos de calcio y magnesio, siendo la suma de los dos el factor de dureza total del agua.

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

La dureza adecuada para un proceso textil es de 50 PPM (Partes por Millón) con respecto a la dureza total y de 5 a 10 PPM de sales de hierro.

#### **1.5.4 POTENCIAL DE HIDRÓGENO**

Se conoce al logaritmo negativo de concentración hidrogeniónica (constituida por iones de hidrógeno sueltos en una solución), este potencial es esencial conocerlo dentro del proceso de tintura ya que debido a las propiedades químicas de las fibras pueden soportar un determinado pH, pero otras no, y es por esta razón que el pH para la tintura de fibras de lana debe ser ácido, considerándose un medio ácido cuando la lectura en el papel reactivo (indicador del control colorimétrico) es inferior a 7.

Al aumentar la concentración de iones hidrógeno en el baño y, con ello, la absorción cada vez mayor de tales iones hidrógeno por la lana, tiene lugar una transición continua de la lana desde el estado débilmente aniónico (pH 7) al estado isoiónico (pH 5) y finalmente catiónico (pH 4.5 - 1). Por eso un aumento en la concentración del ácido provoca un incremento en la fuerza de atracción de la lana con los colores.

Todo aumento en la concentración del ácido permite obtener una fijación más rápida del colorante y un mejor agotamiento del baño de tintura. Por el



contrario, con una acidez baja, los colorantes aniónicos se fijan más lentamente sobre la fibra.

Además, debido a la menor afinidad, migran mejor. Se comprende, por tanto, la gran importancia que debe concederse al debido control en la adición del ácido. Para ajustar condiciones de pH, bien definidas es necesario, sobre todo, elegir adecuadamente el ácido. A ser posible, el pH deseado se ajustará con los ácidos más débiles que entren en consideración, es decir, con el ácido que a pesar de ser aplicado en grandes cantidades, no aporte excesivas concentraciones de iones de hidrógeno, y por lo tanto, no de fluctuaciones de pH demasiado grandes, si la dosificación es poca exacta.

El pH más favorable para una igualación impecable no siempre corresponde al pH requerido para un económico aprovechamiento del colorante. A pesar de ello, con objeto de obtener resultados óptimos en todos los aspectos, podrá ser necesario, para regular la velocidad de fijación, empezar el proceso de tintura a un pH elevado y, para agotar ampliamente el baño, finalizarlo al pH bajo necesario.

Si existe el riesgo de tinturas moteadas, un pH más bajo puede resultar también ventajoso. La mayor acidez hace que se reduzca la hidrofilia de un colorante y, por ello, su tendencia a dar tales tinturas defectuosas. Esta circunstancia, sin embargo, sólo puede aprovecharse cuando se tiñe con colorantes de buena migración.

### **1.5.5 CONTENIDO SALINO**

Los aniones salinos son capaces de entrar en competencia con los aniones de colorante, en su búsqueda de grupos  $\text{NH}_3$ , catiónicos de la lana. Aunque, debido a su mayor afinidad, los aniones de colorante son absorbidos por la

lana con preferencia, la gran superioridad numérica de los iones salinos hace que éstos desplacen parcialmente al colorante y, en consecuencia, se reduzca la afinidad ionógena durante el proceso de tintura.

El efecto retardante de los aniones salinos (por ejemplo de los iones de sulfato) se manifiesta sensiblemente en el baño de tintura fuertemente ácido. Tiñendo en medio débilmente ácido hasta neutro, la sal no ejerce efecto retardante, debido a que, en tales condiciones, la lana ya no se halla presente en estado catiónico, sino en estado eléctricamente neutro (isoiónico) hasta aniónico y, por lo tanto, carece de afinidad frente a los iones de sal.

La sal posee un efecto agregador sobre los colorantes en las soluciones acuosas. Cuando más intenso el estado de agregación de los colorantes, tanto más difícil la igualación. En el teñido con colorantes de igualación en medio ácido predomina claramente el efecto retardante, y se superpone al efecto favorecedor de la fijación también existente.

La sal reduce algo la hidrofilia del colorante, lo mismo que el ácido y, por lo tanto, favorece hasta cierto punto el comportamiento tintóreo frente a las diferencias de afinidad en la lana.

### **1.5.6 DURACIÓN DEL PROCESO**

En lo que concierne a la influencia que el tiempo de tintura ejerce sobre la igualación, es preciso subdividir dicho tiempo total en cuatro fases parciales:

a) Tiempo preliminar o de repartición: éste se fijará de modo que permita una uniforme repartición de los productos químicos, auxiliares y colorantes, antes

de que, por el aumento de temperatura, se incremente excesivamente la velocidad de absorción del colorante por la fibra.

b) Tiempo de calentamiento: Éste tiempo que se demora hasta la ebullición depende en alto grado del poder de compensación del colorante. Si es favorable el poder de migración bajo las condiciones de tintura dadas, la inicial dispersión irregular del colorante al material a teñir tiene poca importancia. Pero si el poder de migración es bajo, será preciso aumentar la temperatura de forma que, en el curso de calentamiento a ebullición, la fibra absorba siempre igual cantidad de colorante por unidad de tiempo.

c) Tiempo de ebullición: Éste viene determinado por la velocidad con que se establece el equilibrio entre el colorante en el baño y el colorante en la fibra, es decir, de la progresión del agotamiento del baño de tintura.

Prolongar el tiempo de ebullición con objeto de mejorar la igualación sólo da buenos resultados cuando los colorantes poseen un mínimo poder de migración en las condiciones que se tiñe.

d) Tiempo de enfriamiento: Hay que tener presente que los colorantes ácidos de fácil igualación cuando se tiñen a temperaturas normales (95 - 100 °C), así como la mayoría de los colorantes ácidos cuando se tiñen a altas temperaturas, agotan sus baños al enfriarse, fijándose entonces el colorante restante que no se había fijado antes a temperatura más elevadas.

### **1.5.7 SUSTANTIVIDAD**

Se conoce con este nombre a la afinidad que tiene el colorante por la fibra para su subida hacia ella.

Dentro de este proceso los colorantes que tiene esta cualidad por la fibra son los colorantes ácidos (acilán, bencil, novasol, xilen, kiton, erio).

Generalmente para la subida del colorante se lo realiza en presencia de un electrolito, con el cual se consiguen el agotamiento del baño. El electrolito más utilizado es el sulfato de sodio, el mismo que se lo utiliza en concentraciones que fluctúan entre 5-20 gramos por litro dependiendo del tono a obtenerse.

### **1.5.8 FIJACIÓN**

Consiste en obtener una reacción entre la fibra y el colorante, en esta operación es fundamental la temperatura y la presencia de un igualante, por lo que se logra una igualación de la tintura por la combinación de un efecto retardante igualante y se evitará un sangramiento (salida del colorante del género durante el proceso de lavado).

## **CAPÍTULO II**

### **2. MÁQUINAS DE TINTURA, MATERIALES, ELEMENTOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN**

#### **2.1 MÁQUINAS DE TINTURA DE ARTÍCULOS DE LANA**

La capacidad de enfieltramiento que posee la lana ha determinado que en la línea de producción de sus artículos se tinte mayormente en hilos, ya sea en madejas o en bobinas perforadas, además de poder tinturar la fibra en tops pero tomando en cuenta los factores que influyen en su enfieltramiento, condiciones requeridas para el enfieltramiento de la fibra de lana, tales como: el movimiento del textil, la acidez del baño y la temperatura en el proceso de tintura.

##### **2.1.1 MÁQUINAS DE TINTURA DE HILOS**

Las máquinas empleadas en la tintura de hilos son diseñadas en función de la presentación de los hilados, si el hilado está en madejas o ya sea que esté depositado en bobinas, así:

###### **2.1.1.1 MÁQUINA DE TINTURA DE MADEJAS**

El diseño de la máquina para la tintura de las madejas consiste en un armario con un soporte horizontal del que se cuelgan las madejas, este

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

dispositivo permite el alcance del baño hacia las madejas con una circulación uniforme de la solución tintórea. En ella el movimiento de la solución de colorante se consigue con bombas de mediano caudal, que proporcionan más o menos presión, dependiendo de tener un compartimiento grande o más de uno de inferior dimensión.

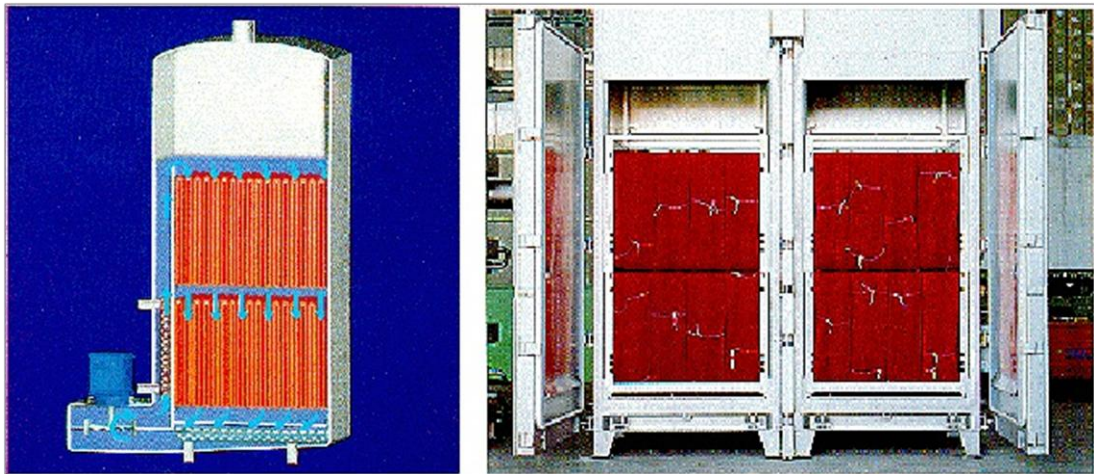


Fig. 6 Esquema de un armario de tintura de madejas de lana

### 2.1.1.2 MÁQUINA DE TINTURA DE BOBINAS

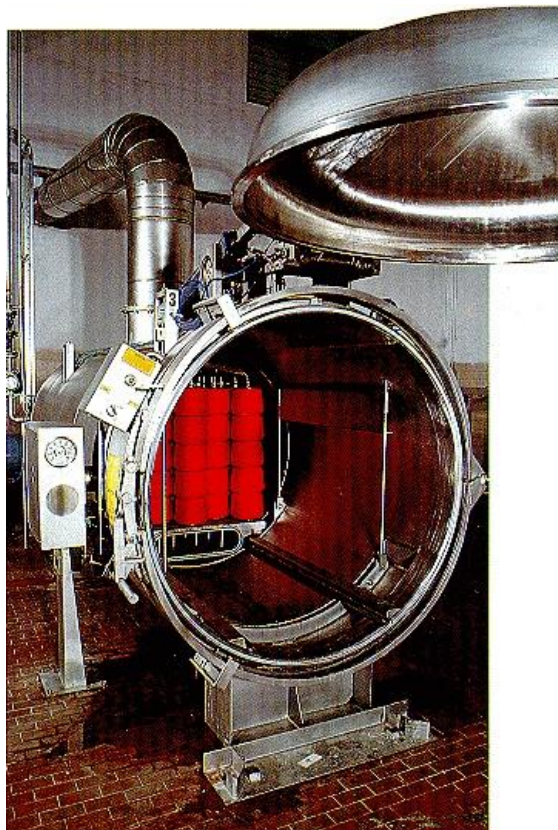


Fig. 7 Autoclave para la tintura de conos de lana

La autoclave es un equipo de tintura cerrada y tienen la ventaja de poder tintar el género una vez que éste se encuentra en bobinas, los hilos se arrollan en conos para tinturarse, estos conos son especiales ya que posee unos agujeros para permitir ingresar a los químicos hasta el interior del arrollamiento. Por el hecho de tintar en bobinas, la cuestión más importante a tener en cuenta es la igualación de color en toda la masa, que será más problemática cuanto mayor sea la velocidad de fijación del colorante; velocidad controlada mediante la temperatura y electrolitos.

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”



Fig. 8 Bobinas perforadas

Este equipo tintura materiales como algodón, lana, nylon, rayón y acrílico con temperaturas de 100 a 110°C de temperatura y a una temperatura y a una presión de 2.5 a 3 Kg./cm<sup>2</sup> aproximadamente todo esto dependiendo del diseño de la máquina.

Esquema del Autoclave:

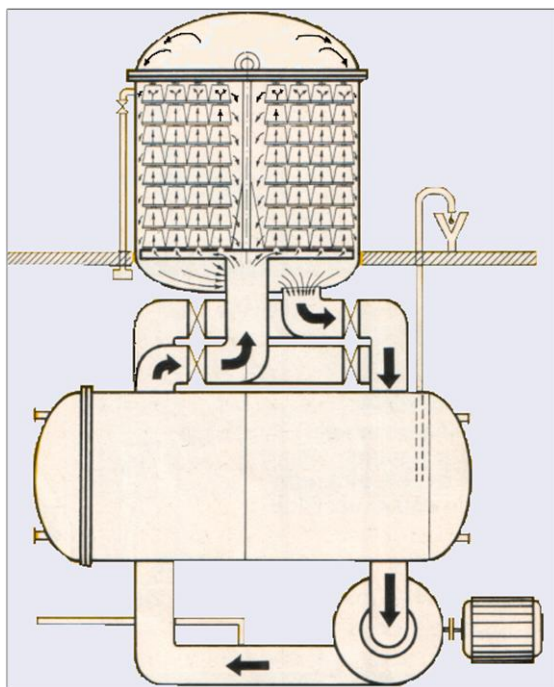


Fig. 9 Esquema de la autoclave para la tintura de conos



Fig. 9 (a) Autoclave



La construcción del equipo es de acero inoxidable y está conformado por cubeta principal, cubeta de preparación, porta material en donde va alojadas las bobinas, una bomba de vacío, compresor, válvula para entrada de agua y vapor, y aparatos de vapor.

### 2.1.2 MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS

Para la tintura de tops se usan los autoclaves, pero que a diferencia de la tintura de las bobinas de hilos se intercambian las lanzas porta materiales y se descartan los separadores, paralelamente a esto se procede a plegar el top en una lanza porta material, teniendo en cuenta el grado de dureza del top plegado para facilitar el ingreso del baño hasta la parte interior del mismo:

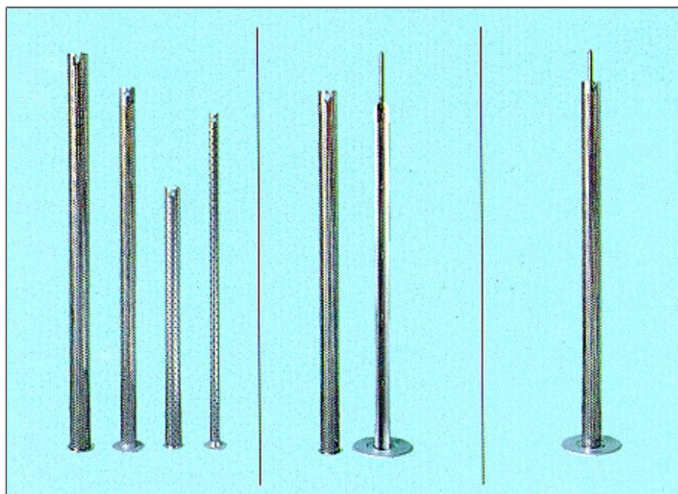


Fig. 10 Lanzas porta materiales

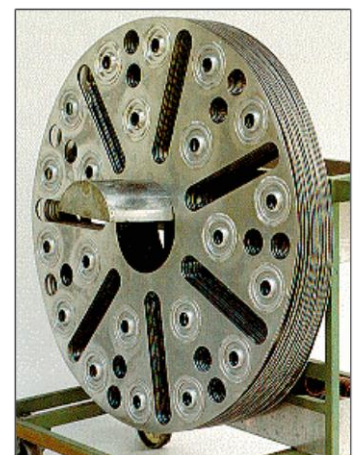


Fig. 10 (a) Separador de materiales

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

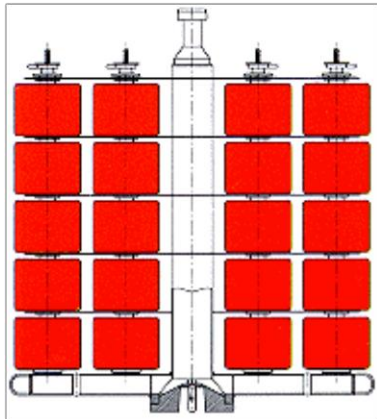


Fig. 11 Lanzas para bobinas

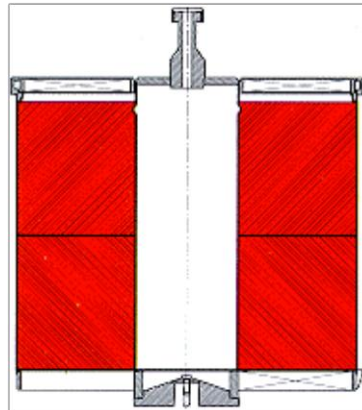


Fig. 11 (a) Lanzas para tops

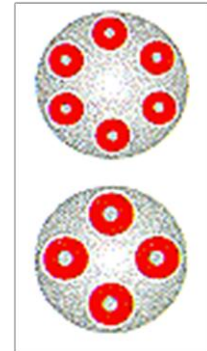


Fig. 11 (b) Disposición en el equipo

Y se utilizan diferentes orificios en la base de la autoclave para asegurar las lanzas porta materiales.

Se altera la disposición de los conos dentro del equipo, así, la figura 11 muestra la disposición de las lanzas porta bobinas con separadores de material entre nivel y nivel de material; la figura 11 (a) representa el top plegado en lanzas porta material perforadas para la filtración del baño hasta el top a tinturar y la figura 11 (b) es una vista superior de la disposición de las lanzas porta material dentro del autoclave de tintura, la figura 12 indica los tops ya tinturados:



Fig. 12 Tops tinturados

## **2.2 MATERIALES, ELEMENTOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN**

### **2.2.1 MATERIALES**

Un material puede definirse como: una sustancia que tiene resistencia, peso y otras propiedades que lo hacen adecuado para producir un sinnúmero de artículos, en este capítulo se mencionan a los materiales de manufactura como son los metales siendo estos ferrosos y no ferrosos, los mismos que ayudan a solucionar problemas prácticos encontrados en el diseño de máquinas. Los materiales más representativos dentro de los metales ferrosos son el hierro y el acero, el material más representativo en los metales no ferrosos se tiene: cobre.

#### **2.2.1.1 HIERRO**

Es el metal más empleado en la industria mecánica en distintas formas, entra en todas las construcciones metálicas. El hierro es un metal blando, dúctil y maleable, con un peso específico de 7.86, su punto de fusión es de  $1530^{\circ}$  C, cuando contiene carbono el punto de fusión es  $1200^{\circ}$  C, antes de llegar al punto de fundición se reblandece y puede ser trabajado en caliente con mucha facilidad. Dentro de sus propiedades se lo considera como un conductor del calor y la electricidad, además puede imantarse y desimantarse fácilmente. El hierro empleado en el área industrial suele contener carbono en mayor o menor proporción lo que hace que sus propiedades varíen.

#### **2.2.1.1.1 CLASES DE HIERRO**

En el mercado se venden gran variedad de hierros que se diferencian generalmente por su composición interna y por el porcentaje de sus elementos componentes aleados, generalmente los componentes principales son hierro, carbono y silicio y otros en menores cantidades que le dan características propias de maquinado. Dentro de las clases más comunes de hierro se tiene: hierro gris, hierro dúctil, fundición blanca, hierro maleable, hierro de alta aleación, todos estos tipos pertenecen a la clase de hierros fundidos.

##### **2.2.1.1.1.1 HIERRO GRIS**

Se lo conoce también como fundición gris, está conformada por un gran grupo de materiales con un alto rango de composición y porcentaje de carbono, sus características de maquinado son las siguientes: resistibilidad eléctrica de la fundición gris generalmente es más alto que la de otros metales ferrosos, debido a la presencia de cantidades de grafito.

La resistencia a la tensión es baja en relación con la de otros materiales ferrosos, pero la resistencia a la compresión es relativamente alta, va en un rango de 3 a 5 veces la resistencia a la tensión.

Por otra parte presenta facilidad de maquinado excelente, esto se debe a que su dureza está en un rango suave, pero no así para su acabado, ya que un acabado se presenta más fácil de conseguir conforme aumenta la dureza del material.

La absorción de la vibración constituye una propiedad importante del hierro gris ya que tiene una gran capacidad de amortiguamiento la misma que es mucho más alta que la del acero y de la mayoría de otros metales de construcción.

El hierro gris es el metal más común y el que más se usa debido a sus propiedades que presenta y a su bajo costo en comparación con los demás metales. Su alta resistencia a la compresión, excelente facilidad de maquinado, buena resistencia al desgaste y características de amortiguación de las vibraciones, hacen que el material sea adecuado para la construcción de partes principales de máquinas y demás artículos sometidos a vibraciones y desgastes, además presenta otras ventajas tales como: costos de maquinado y de producción relativamente bajos, se los encuentra con gran disponibilidad en el mercado, presentan excelente resistencia al desgaste y dureza más baja, gran capacidad de moldearse en formas complicadas, excelente funcionamiento a elevadas temperaturas.

#### **2.2.1.1.2 ACERO**

El Acero es uno de los materiales de fabricación y construcción más versátil, más adaptable y más ampliamente usado.

El acero es básicamente una aleación o combinación de hierro y carbono (alrededor de 0.05% hasta menos de un 2%). Algunas veces otros elementos de aleación específicos tales como el Cr (Cromo) ó Ni (Níquel) se agregan con propósitos determinados.

Así mismo existen una infinidad de aceros con características diferentes que se los emplea de acuerdo al trabajo a realizarse, de todas las clases de aceros se ha elegido el acero inoxidable para la construcción de los ejes y el

acero antifricción que es el material que generalmente vienen contruidos los rodamientos.

#### **2.2.1.1.2.1 ACEROS INOXIDABLES**

El acero inoxidable es la aleación de hierro con un contenido de cromo  $> 10.5\%$  y de carbono  $< 1.2\%$ , necesario para asegurar una capa protectora superficial autoregenerable que proporcione la resistencia a la corrosión, por lo que no se oxida.

Para sus campos de aplicaciones industriales, tienen diferentes presentaciones, a continuación se ilustra las requeridas para el presente trabajo, así la figura 13 presenta las láminas o planchas de acero inoxidable y en la figura 14 se tiene varillas de sección circular.



Fig. 13 Láminas ó planchas de acero



Fig. 14 Varillas tubulares de acero

### **2.2.1.1.3 METALES NO FERROSOS**

Son todos aquellos metales que en su composición no contienen hierro y generalmente se emplean para formar aleaciones, dentro de las más principales se tiene: cobre, aluminio, níquel.

#### **2.2.1.1.3.1 COBRE**

Es un metal de color rojo, dúctil y maleable, su mayor ventaja es la de ser flexible y resistente a los agentes atmosféricos y a la mayor parte de líquidos que se emplean en la industria, es muy buen conductor del calor y la electricidad, por lo que se emplea en la elaboración de conductores eléctricos y en la construcción de algunas piezas de las máquinas como cojinetes. Aleado con zinc forman los latones empleados para piezas de maquinarias, aleado con estaño forman los bronce.

#### **2.2.1.1.4 PROPIEDADES GENERALES DE LOS MATERIALES**

Todo cuerpo o material encierra características propias que lo hacen diferente a los demás, de acuerdo a su cantidad en porcentaje de los elementos que conforman el cuerpo, entre las propiedades mecánicas más sobresalientes se tiene: extensión, divisibilidad, compresibilidad, elasticidad, dilatabilidad, tenacidad, dureza, ductilidad, maleabilidad.

#### **2.2.1.1.4.1 EXTENSIÓN**

Es la propiedad que poseen todos los cuerpos de poder ocupar un lugar en el espacio, la unidad de medida de la extensión se la conoce como volumen. Las superficies generalmente están limitadas por líneas y la medida de extensión de una línea se la denomina longitud.

#### **2.2.1.1.4.2 DIVISIBILIDAD**

Propiedad que tienen los cuerpos, por medio de la cual estos pueden dividirse en partes más pequeñas.

#### **2.2.1.1.4.3 COMPRESIBILIDAD**

Es una de las propiedades que tienen los cuerpos de disminuir de volumen al aplicarles una presión, aunque en algunos casos no es apreciable a simple vista, por ejemplo en los metales duros.



#### **2.2.1.1.4.4 ELASTICIDAD**

Propiedad de recobrar su forma y tamaño primitivo después de haberle aplicado una fuerza de deformación, esta propiedad también es poco visible en los metales duros.

#### **2.2.1.1.4.5 DILATABILIDAD**

Es la propiedad que tienen los cuerpos de aumentar sus dimensiones al ser calentados.

#### **2.2.1.1.4.6 TENACIDAD**

Es la resistencia u oposición de un cuerpo a la rotura, al ser sometidos a un esfuerzo de deformación.

#### **2.2.1.1.4.7 DUREZA**

Es la resistencia que opone un cuerpo al ser rayado por otros, el más duro es el diamante.

#### **2.2.1.1.4.8 DUCTILIDAD**

Es una propiedad que tienen todos los metales de convertirse en hilos con mayor o menor grado de facilidad.

#### **2.2.1.1.4.9 MALEABILIDAD**

Es la propiedad que presentan algunos metales de poder convertirse en láminas.

#### **2.2.1.1.5 ESFUERZOS A LOS QUE SE SOMETEN LOS METALES**

Los materiales cuando están sometidos a varias fuerzas que actúan en distintos puntos de aplicación, producen en el material esfuerzos internos que de ser suficientemente grandes producen la rotura del material, o en otros casos aunque no llegan a romperse, el material siempre se deforma en más o en menos. En muchos de los casos estas deformaciones son tan pequeñas que no se pueden apreciar a simple vista, en otros son tan visibles las deformaciones que pueden producir una deformación permanente.

Los esfuerzos a que están sometidos los metales pueden ser simples o compuestos. Dentro de los esfuerzos simples se tiene: tracción, compresión, cortadura. Dentro de los esfuerzos compuestos están la flexión y la torsión.

##### **2.2.1.1.5.1 TRACCIÓN**

Un cuerpo está sometido a esfuerzos de tracción cuando sobre él actúan fuerzas que tienden a comprimirlo o a disminuir sus dimensiones en dirección de las fuerzas aplicadas.

#### **2.2.1.1.5.2 COMPRESIÓN**

Un cuerpo está sometido a esfuerzos de compresión cuando sobre él actúan fuerzas que tienden a comprimirlo o a disminuir sus dimensiones en dirección de las fuerzas aplicadas.

#### **2.2.1.1.5.3 CORTADURA**

Cuando las fuerzas que se aplican a un material tienden a dividirlo, se dice que el material está sometido a un esfuerzo de cortadura.

#### **2.2.1.1.5.4 FLEXIÓN**

Un material está sometido a esfuerzos de flexión cuando sobre él actúan fuerzas que de alguna manera tienden a doblarlo.

#### **2.2.1.1.5.5 TORSIÓN**

Un material está sometido a esfuerzos de torsión, cuando las fuerzas sobre él aplicadas tienden a torcerlo.

## **2.2.2 ELEMENTOS**

Al ser ésta una máquina electromecánica sus elementos componentes son de naturaleza mecánica y eléctrica, así:

### **2.2.2.1 ELEMENTOS MECÁNICOS**

#### **2.2.2.1.1 EJES**

Principalmente se conocen dos clases de ejes designados como:

- a) **Árbol:** Es un elemento generalmente cilíndrico que tiene como finalidad particular transmitir una potencia por medio de un giro.
  
- b) **Eje:** Se llama eje a toda barra de forma cilíndrica en la cual se apoya un elemento que gira.

En la práctica en la mayoría de los casos se emplea la palabra eje para designar indistintamente los árboles o ejes. Obedeciendo a este principio se puede dar el siguiente concepto de ejes.

Los ejes de transmisión son, elementos cilíndricos que pueden ser huecos o macizos, los mismos que pueden estar fijos o estar girando y sobre los que se montan otros elementos mecánicos tales como: engranajes, poleas, volantes, ruedas de cadena, manivelas, manubrios, entre los más comunes. Los ejes principalmente se construyen de acero de alto carbono, acero

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

suave o semiduro, los diámetros dependen del esfuerzo de trabajo que estos realicen dentro de la máquina.

Los ejes constituyen un factor importante en la transmisión de potencia mecánica, todos los mecanismos emplean ejes. La finalidad del eje es la de soportar el peso y transmitir el movimiento por arrastre a otros elementos mecánicos de una máquina.

Para el cálculo del diámetro del eje necesario para la instalación de una máquina se emplea la siguiente fórmula:

$$HP = \frac{D^3 R}{125}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{125 \times HP}{R}}$$

De donde:

HP = Caballos de potencia

D = Diámetro del eje

R = Revoluciones por minuto

125 = Constante para un esfuerzo de trabajo torsional y de flexión combinados de 2800 lbs/plg<sup>2</sup> (1,96 kg/mm<sup>2</sup>)

El valor de la constante 125 sólo se usa cuando el eje está sometido a grandes deformaciones, tales como bajas velocidades y cargas de carácter intermitente o cuando sea necesario del empleo de embragues desviadores

o engranajes. Para ejes promedio el valor de la constante recomendado es igual a 110.



Fig. 15 Ejes de Transmisión

### 2.2.2.1.2 RODAMIENTOS

Se puede definir los rodamientos como el conjunto de esferas que se encuentran unidas por un anillo interior y uno exterior, el rodamiento produce movimiento al objeto que se coloque sobre este y se mueve sobre el cual se apoya.

En el anillo interior están alojados los ejes en el caso de que sea un eje fijo y transmitir el movimiento alrededor del anillo exterior.

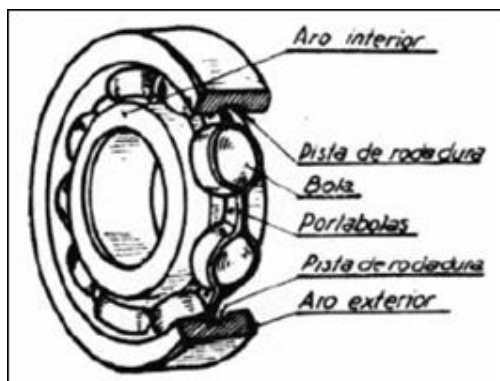


Fig. 16 Partes de un Rodamiento

Los materiales empleados para la construcción de los rodamientos son muchos, que obedecen a las demandas industriales para satisfacer requisitos de trabajo como de rendimiento. Los aceros convencionales para rodamientos comúnmente empleados son: acero de alto carbono o aceros antifricción.

Los rodamientos están perfectamente sellados para protegerlos de la contaminación evitando que el polvo, la suciedad y otras materias extrañas penetren en su interior y al mismo tiempo estos sellos puedan retener el lubricante.

Dentro de las clases principales de rodamientos se tiene dos: (a) rodamientos de rodillos y (b) rodamientos de bolas, de estos dos tipos se derivan un sin número que son un complemento o tienen adaptaciones que los hacen especiales para trabajos especiales.

**(a) rodamientos de rodillos:** Dentro de este tipo de rodamientos están los rodamientos de rodillos cilíndricos y rodamientos de rodillos cónicos.



Fig. 17 Rodamientos de Rodillos

Los rodamientos de rodillos cilíndricos soportan cargas pesadas a velocidades moderadas, los asientos del árbol y los alojamientos deben

quedar a escuadra con el eje de rotación, para evitar problemas iniciales de falta de alineación.

Los rodamientos de rodillos cónicos ofrecen el mejor apoyo para combinaciones de cargas radiales y de empuje pesados, a velocidades moderadas. Un rodamiento de rodillos cónico común consta de un anillo interior llamado cono, un anillo exterior conocido como taza, una jaula que puede ser de bronce o acero y un complemento de rodillos de contorno controlado.

**(b) rodamientos de bolas:** Son conocidos como rodamientos o cojinetes de rodadura, anillos de rodadura, cojinetes radiales de bolas o cojinetes antifricción. Son empleados para soportar cargas de carácter axial o radial y en donde se requieren de la reducción de la fricción y al mismo tiempo facilitan la alineación de los ejes.



Fig. 18 Rodamientos de Bolas

**Velocidades límites:** La capacidad de un rodamiento para trabajar a altas velocidades depende de algunos factores muy importantes que se deben tomar en cuenta al momento de seleccionar los mismos, estos factores son: rapidez de disipación del calor generado, tipo de rodamientos, tamaño, carga de trabajo, temperatura ambiente y tipo de lubricante.



Si se considera que las pérdidas por fricción en los rodamientos, son proporcionales a la velocidad periférica del mismo, entonces se puede deducir que cuanto más pequeño es el rodamiento, mayor será la velocidad a la que se pueda trabajar.

El tipo de lubricante establece un criterio básico para determinar las velocidades límites. Los lubricantes con alto grado de viscosidad ofrecen mayor resistencia de fricción, por tal razón para las velocidades altas se aconseja utilizar el aceite antes que la grasa.

**Mantenimiento de rodamientos:** Un programa de mantenimiento para rodamientos requiere de inspecciones que debe cumplir las siguientes acciones:

- Cerciorarse de que al rodamiento se le esté aplicando la carga y velocidad requerida para el que ha sido diseñado, de lo contrario se obtendrá desgastes prematuros, acortando la vida útil del rodamiento.
- Comprobar que los cierres y sellos estén en buen estado ya que estos ayudan a proteger los rodamientos de elementos contaminantes del medio de trabajo.

**Montaje de rodamientos:** El montaje de los rodamientos juega un papel muy importante, ya que un montaje defectuoso puede dañar el rodamiento dejándolo inservible, la forma más común de montar rodamientos es empleando la presión, para lo cual hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Bañar el árbol con aceite liviano de máquina, con el propósito de reducir en un alto grado la fuerza necesaria en el ajuste de presión.

- Colocar el rodamiento a escuadra con el árbol y aplicar una presión uniforme.
- Si el anillo interior del rodamiento no queda a escuadra con el eje no se debe seguir forzando a entrar el rodamiento.

**Lubricación de rodamientos:** El propósito fundamental de la lubricación en los rodamientos es: minimizar la fricción en los puntos de contacto dentro de los mismos rodamientos, dar protección a las superficies de los rodamientos contra la corrosión, eliminar en lo posible el calor generado dentro de los rodamientos, evitar la entrada de materias extrañas al interior del rodamiento.

### **2.2.2.1.3 BANDAS**

Se conoce como bandas ó correas de transmisión a un tipo de elementos flexibles de transmisión mecánica basado en cintas cerradas de cuero u otros materiales que se emplean para transmitir un movimiento de rotación entre la unión de dos o más ruedas, sujetas a un movimiento de rotación, la cual abraza a las ruedas ejerciendo fuerza de fricción suministrándoles energía desde la rueda motriz.

Las bandas se construyen de diferentes materiales y de diferentes formas. La banda debe ser del material y construcción apropiada para las condiciones atmosféricas y mecánicas del lugar de trabajo.

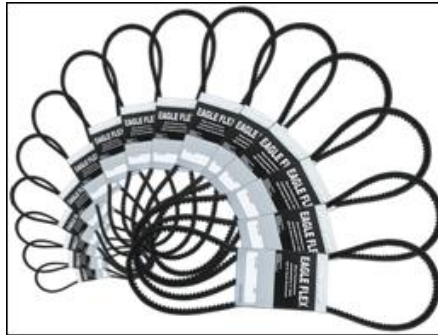


Fig. 19 Bandas

La banda debe ser de un ancho y grueso apropiado para los requerimientos de potencia, velocidad y forma de la polea. Las formas o clases de bandas conocidas industrialmente son:

**a) Banda plana:** Es todavía un elemento utilizado para la transmisión de potencia, estas bandas son flexibles sobre pequeño diámetro, proporciona buena resistencia al choque, no necesitan lubricación, son silenciosas y ofrecen una gran variedad de diseño. En la mayoría de los casos y en la actualidad, vienen en cintas abiertas que se cortan a la medida requerida y se unen sus extremos mediante un pegante especial, de tal forma que quede como una sola cinta cerrada.



Fig. 20 Banda plana

Las transmisiones con banda en general constituye el método de transmisión de potencia más utilizado, la búsqueda de mejoras en el diseño y la fabricación de las bandas han ampliado su aplicación y utilidad.

Las bandas planas resultan muy satisfactorias en transmisiones que operan a baja velocidad utilizando una potencia baja. Una desventaja de las bandas planas es que requieren tensiones muy elevadas.

**b) Bandas ranuradas o estriadas:** Tienen sus estrías longitudinalmente, se componen de una banda plana como sección de tensión y una serie de ranuras adyacentes en forma de V como sección de compresión y como medio de guía que proveen la tracción en las ranuras de la polea, generalmente se las conoce como bandas poly - V.

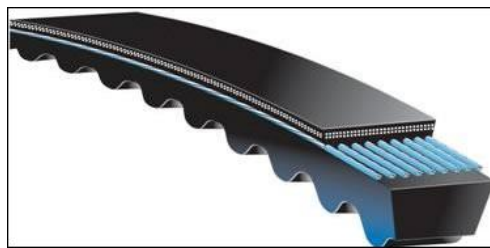


Fig. 21 Banda Ranurada

**c) Bandas en V:** Los problemas de altas tensiones e inestabilidad por parte de las bandas planas, condujeron al desarrollo de las bandas en V. En estas bandas tienen su sección transversal en forma de V, profunda, que se introducen en las ranuras de las poleas para suministrar la tracción requerida de forma estable, operando además a tensiones más bajas que las requeridas para las bandas planas. Las transmisiones con bandas en V son más compactas lo que permiten que los árboles y cojinetes sean más pequeños, además constituyen el único tipo de bandas que pueden utilizarse para transmisión de velocidad variable.



Fig. 22 Banda en V

La sección de las bandas en V tiene la forma de un trapecio isósceles, siendo las caras no paralelas las que presionan en forma de cuña sobre las gargantas o ranuras de las poleas, permitiendo de esta forma obtener un alto coeficiente de rozamiento, el mismo que es aprovechado para transmitir grandes potencias a altas velocidades en ausencia de vibraciones. A este tipo de bandas también se les conoce con el nombre de bandas trapezoidales.

**d) Bandas síncronas:** Las bandas síncronas se componen de una banda plana como sección de tensión y una serie de dientes igualmente espaciados en su cara inferior, estos dientes se engranan en ranuras similares sobre una polea dentada.



Fig. 23 Banda síncrona

Las bandas planas y en V se arrastran un poco durante su trabajo de transmisión, las bandas síncronas se diseñaron para contrarrestar esta

limitación, eliminado el resbalamiento, al transmitir la potencia a través del acoplamiento positivo de sus dientes con los de la polea.

Las bandas síncronas no son recomendables donde exista deslizamiento entre poleas, también a velocidades demasiado elevadas podrían resultar ruidosas.

#### **2.2.2.1.4 CHUMACERAS**

Las chumaceras son soportes especiales que pueden ser de una o dos piezas y deben estar fabricados con gran exactitud para que no deforme el rodamiento que en ella se monta. Las chumaceras se construyen en la mayoría de los casos de fundición y constituyen el soporte fundamental del rodamiento.



Fig. 24 Chumaceras

Existen chumaceras para los distintos tipos de rodamientos y para las distintas formas de uso, pueden ser: chumaceras de caja, chumaceras de piso o chumaceras de pared.

La finalidad práctica de una chumacera es la de soportar, facilitar el montaje y mantener en la posición adecuada de trabajo al rodamiento. Las chumaceras deben tener la suficiente resistencia y al mismo tiempo permitir la correcta lubricación del rodamiento.

La lubricación se la hace a través de unos pequeños agujeros llamados graseros o engrasadores colocados en la parte superior de la caja de la chumacera. Es de vital importancia controlar que la chumacera esté correctamente sellada para así impedir el ingreso de polvo, virutas y otros elementos que perjudiquen el normal funcionamiento y evitar el desgaste prematuro del rodamiento.

#### **2.2.2.1.5 POLEAS**

Las poleas son ruedas que permiten la transmisión de potencia eficiente y económica por intermedio de bandas. Debe emplearse el tipo y diseño de polea apropiado para las condiciones de funcionamiento mecánico y en otros casos de condiciones atmosféricas.

Se construyen en gran variedad para adaptarse a los requerimientos industriales. Las poleas son de ruedas de diseño y formas convenientes para que se apoyen sobre ellas las bandas, van colocadas en los extremos de los ejes de acuerdo a las necesidades requeridas, sujetas por medio de pasadores, chavetas o tornillos especiales de sujeción.



Fig. 25 Poleas

Los materiales con los que se fabrican las poleas son: hierro fundido, de chapa lisa o estampado, de aluminio fundido y de aleaciones. Normalmente son de una sola pieza, pero las hay también partidas para facilitar su montaje, especialmente cuando son de grandes dimensiones.

#### **2.2.2.1.6 CADENAS**

Las cadenas han contribuido enormemente en el avance industrial, se fabrican comúnmente de acero endurecido. Se construyen de acuerdo a la función y al uso que se le quiere dar, en nuestro caso por tratarse de transmisión de movimientos se han empleado las cadenas de rodillos.

Las cadenas se utilizan para la transmisión de fuerzas entre dos ejes próximos o distantes, situados paralelamente. No existe un tipo de cadena ideal para toda clase de servicios, ciertos tipos de transmisiones por cadena son más eficientes a velocidades muy bajas, otras tienen mayor eficiencia de transmisión a velocidades intermedias y otras son capaces de funcionar a velocidades bastante elevadas.





Fig. 26 Cadenas

Los tipos de cadena que comúnmente se conocen para la transmisión de movimientos en el campo industrial son: cadenas de rodillos de anchura, cadenas de rodillos de anchura múltiple, cadenas de acero para ingeniería, cadenas para transmisión silenciosa.

Las cadenas de rodillos de anchura son las más empleadas, están conformadas de una sola hilera de rodillos.



Fig. 27 Cadena de rodillos de anchura

Las cadenas de rodillos de anchura múltiple, son cadenas que están formadas por varias cadenas de rodillos simples, son cadenas especiales que se emplean cuando la potencia que se quiere transmitir y la carga aplicada son demasiado grandes, cuando las condiciones de trabajo demandan una capacidad adicional para soportar las cargas de choque.



Fig. 28 Cadena de rodillos de anchura múltiple

Las cadenas de acero para ingeniería son cadenas especiales apropiadas para trabajos pesados.

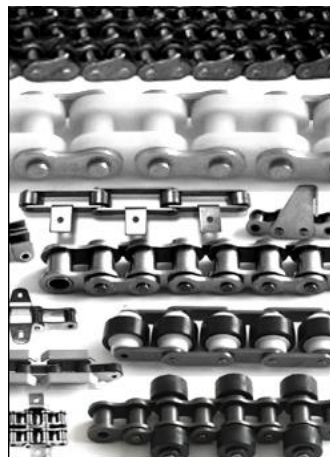


Fig. 29 Cadenas de acero para ingeniería

Por lo general este tipo de cadenas se emplea para transmisión de elevadores, transportadores y en aplicaciones en la que las condiciones de operación son malas.

La cadena silenciosa, es una cadena de transmisión elaborada de perfiles, pasadores y bujes sin rodillos. Los perfiles están diseñados y dispuestos para acoplar con los dientes de las ruedas a la manera de un engranaje. Son empleados generalmente para cuando se requiera transmitir potencias

elevadas y mover cargas pesadas a altas velocidades con operación suave y silenciosa.



Fig. 30 Cadena silenciosa

#### **2.2.2.1.7 ENGRANES**

Son ruedas cilíndricas o cónicas cuya periferia está formada por una serie de dientes. Existen diferentes clases de engranes los más comunes son: engranes rectos, helicoidales, cónicos de cremallera recta y otros que son derivados o modificaciones de los engranes básicos.

Los engranes pueden fabricarse de una diversidad de materiales, los mismos que pueden ser ferrosos o no ferrosos y no metálicos. Para las aplicaciones industriales el hierro fundido, hierro dúctil, hierro maleable y el acero son los que se emplean con más frecuencia tanto para engranajes rectos, helicoidales y cónicos. Los plásticos suelen emplearse para aplicaciones ligeras, en particular aquellas en las que las posibilidades de lubricación son mínimas.



Fig. 31 Engranés

La selección del material específico se debe basar en un análisis de los requerimientos globales de trabajo. Algunos de los factores que se deben tomar en cuenta para hacer una selección del material son: factor de seguridad, carga, sitio de trabajo, lubricación, cubierta, montaje del engrane y las condiciones atmosféricas del sitio de trabajo.

Algunas de las funciones principales de los engranes son: reducción de la velocidad, multiplicación del momento de torsión y colocación en posición de los árboles o ejes. En casi todas la máquinas hay transmisión de movimiento de rotación o transmisión de potencia de un eje a otro y los engranes constituye uno de los mejores medios para hacerlo, se los emplea comúnmente sobre mecanismos de transmisión de velocidad moderada.

Por lo general los engranes se usan cuando las distancias entre ejes son cortas para proporcionar una relación constante de velocidad o para transmitir elevadas cargas de trabajo.

#### **2.2.2.1.8 CHAVETAS Y CHAVETEROS**

Se conocen con el nombre de chaveteros a las ranuras donde van encajadas las chavetas y lengüetas. A las chavetas en algunos casos se les

conoce con el nombre de cuñas, son pequeños elementos de acero que ayudan al ajuste correcto de los elementos de transmisión.

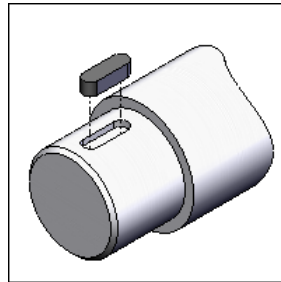


Fig. 32 Chavetas y Chaveteros

Las cuñas se utilizan para evitar el movimiento relativo entre un eje y un elemento de máquina tales como engranes, poleas, ruedas dentadas conectadas a través de las cuales se transmiten movimientos de rotación.

De acuerdo a las necesidades de trabajo y requerimientos de ajustes, las chavetas se construyen de diferentes formas y clases. El ancho de la cuña cuadrada o plana que es la más común es generalmente una cuarta parte del diámetro del eje.

#### **2.2.2.1.9 RUEDAS DENTADAS**

Se designa con este nombre a las ruedas cilíndricas que en su periferia están formados por dientes puntiagudos que sirven para encajar las cadenas de rodillos, se les conoce también como ruedas de cadena. Pueden ser de diente sencillo o de diente múltiple y se utilizan de acuerdo a la potencia que se quiere transmitir.



Fig. 33 Rueda dentada

Las ruedas dentadas son elementos donde se montan las cadenas cumpliendo con el objetivo de transmitir el movimiento sin deslizamiento entre dos árboles próximos o distantes.

## **2.2.2.2 ELEMENTOS ELÉCTRICOS**

### **2.2.2.2.1 MOTOR**

Un motor es la parte de una máquina capaz de transformar algún tipo de energía ya sea eléctrica, eólica, de combustibles derivados del petróleo, etc. en energía mecánica capaz de realizar un trabajo para producir un movimiento.

En la sociedad moderna, altamente industrializada, se precisan máquinas motrices de propiedades muy variadas. Deben funcionar produciendo un mínimo de ruido y contaminar mínimamente el medio ambiente. Por otro lado es conveniente que su construcción sea compacta y su manejo fácil. Además de que su precio de adquisición no sea excesivo deben trabajar económicamente y con un mínimo de mantenimiento.

Para dotar a nuestra máquina de movimientos se ha empleado un motor eléctrico que es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica.



Fig. 34 Motor eléctrico

#### **2.2.2.2.2 CONDUCTORES**

Los conductores eléctricos son los cables y alambres que se utilizan para transportar la energía eléctrica en las instalaciones residenciales, comerciales e industriales. En cualquier instalación eléctrica se requiere que los elementos de conducción eléctrica tengan una buena conductividad y cumplan con otros requisitos en cuanto a sus propiedades eléctricas y mecánicas, considerando desde luego el aspecto económico. Por esta razón la mayor parte de los conductores empleados en instalaciones eléctricas están hechos de cobre (Cu) o aluminio (Al) que son comercialmente los materiales con mayor conductividad y con un costo lo suficientemente bajo como para que resulten económicos, ya que existen otros materiales de mejor conductividad como por ejemplo la plata, el oro y el platino, pero tienen un costo elevado que hace antieconómica su utilización en instalaciones eléctricas.

#### 2.2.2.2.1 TIPOS DE CONDUCTORES

Adicionalmente dependiendo de la aplicación se pueden utilizar conductores en alambre o conductores en cable. La diferencia entre cable y alambre es la siguiente:

Alambre: cuando el conductor es un único hilo macizo (sólido).

Cable: se refiere a conductores hechos con varios hilos ó hebras retorcidas.

De acuerdo a su uso los conductores se pueden clasificar así:

**Conductores para edificios:** alambres o cables de cobre o de aluminio, aislados con PVC retardante a la llama y con cubierta exterior protectora de nylon (Poliamida). Son diseñados para un voltaje de operación de 600 V y para temperaturas de operación de 90<sup>0</sup>C. Los alambres y cables para edificios son usados en alambrado de instalaciones comerciales, industriales y residenciales; en general, para alambrado eléctrico en edificaciones, circuitos alimentadores y ramales, y redes interiores secundarias industriales, instalación en ductos, tuberías y tableros.

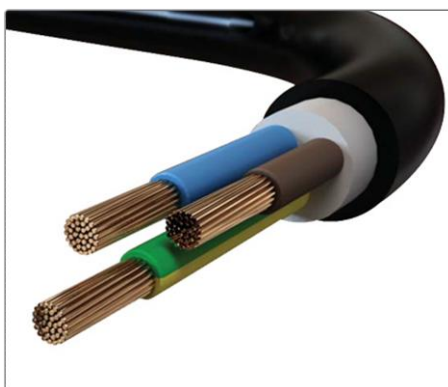


Fig. 35 Conductores para edificios



**Cables flexibles:** básicamente un cable flexible está compuesto por uno o varios conductores de cobre y materiales que componen el aislamiento o la chaqueta, que generalmente son plásticos. Cada conductor está formado por varios filamentos de cobre, cuya cantidad y diámetro determina el calibre, la clase de cableado y, por tanto, su flexibilidad. El material más ampliamente usado es el Policloruro de Vinilo PVC (60, 75, 90, 105<sup>0</sup>C), que posee muy buenas propiedades de flexibilidad, retardancia a la llama y resistencia a la abrasión; también se usan otros materiales como Polietileno Reticulado (XLPE), Caucho de Silicona, Caucho Etileno Propileno (EPR) y Caucho Termoplástico. (TPR). De acuerdo con su aplicación, los cables flexibles pueden ser clasificados en cuatro grupos:

**Cordones portátiles:** en este se incluyen los cables Dúplex, usados como cordón de servicio liviano para conexión de aparatos y los cables encauchetados usados como cordón de servicio extrapesado en equipos y herramientas portátiles.



Fig. 36 Cable Dúplex

**Cables para aplicaciones especiales:** usados para alambrado interno de equipos. En circuitos de control y tableros de mando en ductos, canalizaciones; y los cables para aplicaciones en altas temperaturas.



Fig. 37 Cable para aplicación en altas temperaturas

**Cables para vehículos:** incluyen los cables para cableado en baja tensión en automotores y cables para batería para la conexión del sistema de arranque del motor, aislados en PVC resistente a la abrasión, gasolina y aceites.



Fig. 38 Cables para vehículos

**Conductores para aplicaciones específicas:** incluye los cables siliconados con propiedades especiales para aplicación en altas temperaturas y cables soldador, aislados con TPR especial para servicio extra pesado, por ejemplo para equipos de soldadura eléctrica.



Fig. 39 Cable Siliconado

**Cables para media tensión:** usados en distribución de energía eléctrica en media tensión (15 kV), en instalaciones al aire, ductos subterráneos, canaletas, enterrado directamente o en bandejas porta cables.

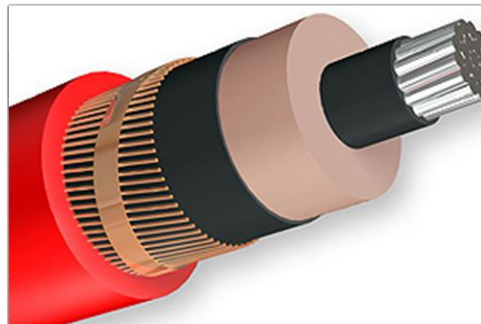


Fig. 40 Cable para media tensión (15 kV)

**Alambres telefónicos:** los alambres para acometidas telefónicas son fabricados con conductores de cobre duro (o acero recubierto de cobre) para instalaciones exteriores, y de cobre suave (o cobre estañado) para instalaciones interiores; y aislados en Policloruro de Vinilo (PVC) o Polietileno (PE), según su aplicación.

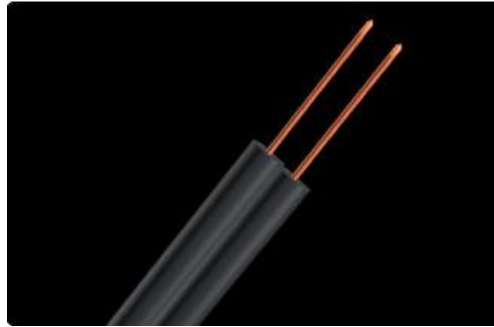


Fig. 41 Alambres telefónicos

**Cables de aluminio:** pueden ser desnudos o aislados. Los cables de aluminio desnudos son conocidos como ACSR, que son alambres de aluminio cableados concéntricamente, alrededor de un núcleo de acero. Los cables eléctricos ACSR se usan en líneas aéreas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Presentan muy buena carga de rotura, característica especialmente útil para diseño de líneas aéreas.

Los cables de aluminio aislado son también cables para edificaciones y tiene las mismas aplicaciones que estos.



Fig. 42 Cables de aluminio desnudo y aislado

## 2.2.2.2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

El diámetro del conductor es una variable importante en el diseño de una instalación eléctrica ya que el conductor impondrá la capacidad de transporte de energía. La capacidad de transporte de energía está relacionada con la corriente, por lo cual, a *mayor diámetro mayor capacidad de conducción de corriente y menos pérdidas por calentamiento*. Al instalar un conductor para cubrir una mayor distancia se debe tener presente que éste debe ser de un diámetro mayor para tener menores pérdidas.

Por lo general los conductores eléctricos se fabrican de sección circular de material sólido ó como cables dependiendo la cantidad de corriente por conducir y su utilización, aunque en algunos casos se fabrican en secciones rectangulares para altas corrientes. Desde el punto de vista de las normas, los conductores se han identificado por un número que corresponden a lo que comúnmente se conoce como el calibre y que normalmente se utiliza el sistema americano de designación AWG (American Wire Gauge). Siendo el más grueso el 4/0, siguiendo en orden descendente del área del conductor los números 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 que es el más delgado usado en instalaciones eléctricas.

El sistema americano de designación AWG (American Wire Gauge). Utiliza los números pares para denominar los diámetros de los conductores. Se utilizan números grandes para diámetros pequeños y números pequeños para diámetros grandes. Por ejemplo un conductor 18 AWG es más delgado que un conductor número 12 AWG; por consiguiente el conductor 12 AWG puede transportar más energía (corriente) que el conductor No. 18 AWG.

Se exige el uso de colores estandarizados para identificar los distintos conductores: los conductores de fase deben ser de color azul, negro o rojo, el neutro debe ser de color blanco y el conductor de la puesta a tierra de protección debe ser de color verde o verde amarillo.

### 2.2.2.2.3 CONTACTORES

Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor ó instalación con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable ó de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción.



Fig. 43 Contactor

#### 2.2.2.2.3.1 PARTES DEL CONTACTOR

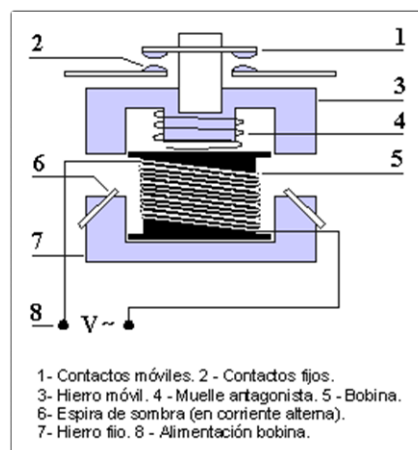


Fig. 44 Partes del contactor

**Carcasa:** es el soporte fabricado en material no conductor, con un alto grado de rigidez y rigidez al calor, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores del contactor.

**Electroimán:** es el elemento motor del contactor. Está compuesto por una serie de elementos cuya finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando un campo magnético muy intenso, el cual a su vez producirá un movimiento mecánico.

**Bobina:** es un arrollamiento de alambre de cobre muy delgado y un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Su tensión de alimentación puede ser de 12, 24, 110 y 220 V de corriente alterna, siendo la de 220 V la más usual.

**Núcleo:** es una parte metálica, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura.

**Armadura:** elemento móvil, cuya construcción se parece a la del núcleo, pero sin espiras de sombra, su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que en este estado de reposo debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle o resorte.

**Contactos:** son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente, tanto en el circuito de potencia como en circuito de mando, tan pronto se energice la bobina, por lo que se denominan contactos instantáneos.

**Contactos principales:** su función específica es establecer o interrumpir el circuito principal, permitiendo o no que la corriente se transporte desde la red a la carga.

Contactos auxiliares: son los encargados de abrir y cerrar el circuito de mando. Están acoplados mecánicamente a los contactos principales y pueden ser abiertos o cerrados.

#### **2.2.2.2.4 RELÉS**

Un relé es un interruptor accionado a distancia. Como interruptor tiene dos estados: impedancia nula o circuito cerrado, e impedancia infinita o circuito abierto. Como gran ventaja, en ellos la parte de baja potencia o control está separada de la parte de alta potencia.

Las características generales de cualquier relé son: el aislamiento entre los terminales de entrada y de salida; adaptación sencilla a la fuente de control; posibilidad de soportar sobrecargas, tanto en el circuito de entrada como en el de salida; las dos posiciones de trabajo en los bornes de salida de un relé se caracterizan porque al estar en estado abierto, presentan alta impedancia, y en estado cerrado, baja impedancia.



Fig. 45 Relé



### 2.2.2.2.5 PROTECTORES TÉRMICOS (Ó RELE DE SOBRECARGA)

Son elementos de protección únicamente contra sobrecargas, cuyo principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos elementos (bimetales) bajo el efecto del calor, para accionar, cuando este alcanza ciertos valores, unos contactos auxiliares que desenergicen todo el circuito y energicen al mismo tiempo un elemento de señalización.



Fig. 46 Relé de sobrecarga

El bimetálico consiste en dos metales de diferente coeficiente de deformación y unidos firmemente entre sí, regularmente mediante soldadura de punto. El calor necesario para curvar o reflexionar la lámina bimetálica es producido por una resistencia, arrollada alrededor del bimetálico, que está cubierto con un material de asbesto, a través de la cual circula la corriente que va de la red al motor. Se ubica en el circuito de potencia.

Los bimetálicos comienzan a curvarse cuando la corriente sobrepasa el valor nominal para el cual han sido dimensionados, empujando una placa de fibra hasta que se produce el cambio de estado de los contactos auxiliares que lleva. El tiempo de desconexión depende de la intensidad de la corriente que circule por las resistencias.

El relé térmico de sobrecarga consta de dos partes: un elemento de calentamiento resistivo que se calienta cuando la corriente del motor pasa a través de él y un interruptor-sensor que detecta la temperatura y se abre cuando es demasiado alta.

#### **2.2.2.2.6 FUSIBLES O CORTACIRCUITOS**

Los fusibles son la parte más sensible de un circuito eléctrico, si se sobrepasa la intensidad nominal a que está calibrado un fusible determinado, infaliblemente se funde el hilo protector y el circuito queda abierto.

Los fusibles o cortacircuitos, son una sección de hilo más fino que los conductores normales, colocado en la entrada del circuito a proteger, para que al aumentar la corriente, debido a un cortocircuito, sea la parte que más se caliente, y por tanto la primera en fundirse. Una vez interrumpida la corriente, el resto del circuito ya no sufre daño alguno.



Fig. 47 Fusibles

## **2.2.3 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA MECÁNICA**

Las bandas, engranajes y cadenas se emplean para la transmisión de potencia entre ejes que giran y que no están directamente acopladas. Todos los sistemas tienen su fuente de poder de movimientos desde un motor eléctrico.

Ningún tipo de transmisión es ideal para todas las condiciones de servicio. En esta sección se revisarán estos medios de transmisión y sus condiciones más favorables de aplicación de cada una de ellas y así poder realizar una selección óptima según el caso particular de aplicación.

### **2.2.3.1 MOTOR ELÉCTRICO**

Todo sistema de transmisión de movimiento tiene como fuente principal de potencia un motor generalmente eléctrico. El motor eléctrico es una máquina que se alimenta con energía eléctrica y la transforma en otro tipo de energía, en este caso en energía mecánica produciéndose una fuerza electromotriz.

#### **2.2.3.1.1 FUERZA ELECTROMOTRIZ**

Se define como la cantidad de energía convertida de la forma eléctrica a la no eléctrica o viceversa, por la unidad de carga que pasa a través de una sección de su generador. Los motores eléctricos al momento de aplicarles una carga experimentan pérdidas de energía que afectan al deslizamiento y al rendimiento del motor.

### 2.2.3.1.2 RENDIMIENTO

Al mismo tiempo que un motor eléctrico transforma energía eléctrica en energía mecánica, experimenta un calentamiento, es decir produce también energía térmica por lo tanto se puede afirmar que solo una parte de la energía consumida se transforma en energía mecánica deseada.

El rendimiento es un factor que indica que parte de la potencia consumida se transforma en potencia útil. Se dice que toda máquina que transforma energía consume más de lo que suministra.

Generalmente las pérdidas de energía (potencia) en los motores eléctricos son de tipo mecánico debido al rozamiento de cojinetes, resistencia del aire y de tipo eléctrico, considerándose las pérdidas en el bobinado y en el núcleo de hierro.

En otras palabras el rendimiento esta dado por el cociente o la razón entre el trabajo útil y el trabajo motor

$$n = \frac{T_u}{T_m}$$

El rendimiento es siempre menor a 1 y la máquina será más perfecta cuando el valor del rendimiento se acerque a la unidad. El rendimiento se expresa en forma porcentual (%).

Considerando que un trabajo realizado es directamente proporcional a la potencia de donde procede, entonces, el rendimiento podría definirse como el cociente entre la potencia útil y la potencia motora.

$$n = \frac{P_u}{P_m}$$

### **2.2.3.1.3 POTENCIA**

Es la capacidad normal requerida para realizar un trabajo, o también se define como, el incremento de trabajo por unidad de tiempo. La potencia es considerada como la velocidad con que se produce un trabajo.

Comúnmente la potencia se halla dividiendo el trabajo para el tiempo que se tarda en ejecutar este trabajo.

$$P = \frac{W}{T}$$

### **2.2.3.1.4 TRABAJO**

Se conoce como trabajo al producto de la intensidad de una fuerza por el camino recorrido por el cuerpo al que se le ha aplicado la fuerza. La unidad del trabajo es el Kilográmetro, lo que indica el trabajo producido por una fuerza de un kilogramo que actúa sobre un cuerpo cualquiera que se mueve un metro de distancia.

### 2.2.3.1.5 FUERZA

Se conoce como fuerza todo aquello capaz de producir el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo.

En una fuerza se debe conocer los siguientes elementos principales:

**a) Intensidad:** Es la magnitud de la fuerza, se mide en Kg., se especifica como pequeño o grande.

**b) Punto de aplicación:** Aquel punto del cuerpo donde se supone que actúa la fuerza.

**c) Dirección:** Indica el sentido o el camino que seguirá el cuerpo al moverse por efecto de la fuerza.

### 2.2.3.1.6 VELOCIDAD

En física la velocidad es definida como el espacio que recorre un móvil en cada unidad de tiempo, es decir el cuerpo adquiere movimiento, se expresa en m/s. ó km/hora.

Es la magnitud que especifica la rapidez de cambio de posición de un objeto con respecto al tiempo.

### 2.2.3.1.6.1 MOVIMIENTO

Un cuerpo entra en movimiento cuando va variando de posición en el espacio durante un determinado tiempo. Un objeto puede moverse básicamente de dos formas distintas, o cambiando de localización o modificando su orientación.

### 2.2.3.1.6.2 MOVIMIENTO DE ROTACIÓN

Un cuerpo adquiere movimiento de rotación cuando gira alrededor de un eje o describe movimiento de tipo circular. Cuando un determinado cuerpo adquiere un movimiento de rotación se deben distinguir dos tipos de velocidades:

**a) Velocidad angular**, conocida como velocidad de rotación, es única para todo el cuerpo o elemento que gira, se mide en revoluciones por minuto (rpm).

**b) Velocidad tangencial**, también se le conoce como velocidad lineal, varia en los distintos puntos del cuerpo según el radio y se suele medir en metros por minuto (m/min) o en metros por segundo (m/s.).

Cuando se conoce la velocidad angular para averiguar la velocidad tangencial se empleará la siguiente fórmula.

$$V = 2 \pi \times r \times n$$

$$V = \pi \times \emptyset \times n$$

### 2.2.3.2 TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR POLEAS Y BANDAS

La transmisión de potencia mecánica en este sistema depende directamente de la fricción entre la superficie de la polea y la banda.

#### 2.2.3.2.1 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Está conformado por poleas y bandas, la transmisión de potencia por medio de poleas (planas, escalonadas, en V o dentadas) accionadas por correas o bandas (planas, en V, síncronas o nervadas). Este sistema es conocido también como elemento de transmisión de máquinas de estructura flexible, son empleadas principalmente para transmitir potencias a grandes distancias.



Fig. 48 Sistema de transmisión de potencia por poleas y bandas

Una transmisión de movimiento por medio de poleas y bandas se emplea para transmitir potencia de un eje a otro cuando no se necesita de una razón



de velocidad exacta entre los dos ejes. En la mayor parte de la transmisiones por polea y banda, las pérdidas de potencia por deslizamiento y patinaje esta en un rango de 3 a 5%.

Por lo general el sistema de transmisión de potencia por poleas y bandas sustituye a grupos de engranajes simplificando la instalación mecánica de la máquina disminuyendo además los costos.

Este sistema de transmisión tiene como ventaja fundamental reducir en su mayoría las cargas de choque y el amortiguamiento de los efectos de vibración.

#### **2.2.3.2.2 LONGITUD DE LA BANDA**

Para encontrar la longitud desarrollada de la banda, se debe tomar en consideración los diámetros tanto de la polea motriz (d) como de la polea conducida (D) y la longitud entre ejes (e).

Para bandas lisas se tiene la siguiente fórmula empírica:

$$L \cong 2e + 1,57 \times (d + D) + \frac{(D - d)^2}{4e}$$

#### **2.2.3.2.3 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN**

Una relación de transmisión por poleas y bandas está dada por la relación del diámetro de la polea motora o conductora al diámetro de la polea

conducida, controlando así la relación de velocidades y el arco de contacto de la banda sobre la polea conducida a la polea más pequeña de las dos.

En teoría el número de revoluciones de las poleas unidas por una banda están en razón inversa de sus diámetros, se dice teóricamente ya que en la práctica siempre hay pérdidas de revoluciones en la polea movida debido al deslizamiento. La proporción o relación de velocidades queda expresada en la siguiente fórmula:

$$\frac{D}{d} = \frac{n}{N}$$

Siendo:

D = diámetro de la rueda mayor

d = diámetro de la rueda pequeña

n = rpm de la rueda pequeña

N = rpm de la rueda mayor

#### **2.2.3.2.4 VENTAJAS DE LAS BANDAS**

Las principales ventajas de las transmisiones de bandas son: flexibilidad, absorción de impactos, una transmisión eficiente de potencia a altas velocidades, resistencia a atmósferas abrasivas y un costo comparativamente bajo. Otras de las ventajas son: no necesitan lubricación puesto que no existe el contacto de metal con metal entre las poleas y las bandas; pero es necesario que se les aplique periódicamente productos humectantes que le confieran flexibilidad especialmente a las correas de

cuero, las transmisiones por banda trabajan más silenciosas que las cadenas y engranajes, las bandas se pueden utilizar cuando la distancia entre centros sea demasiado largo, lo que no resulta procedente con el uso de cadenas, las bandas planas pueden operar en poleas relativamente pequeñas.

#### **2.2.3.2.5 MANTENIMIENTO DE LAS BANDAS**

Una vez seleccionadas las bandas requieren un mínimo de mantenimiento, pero la acción de ciertos procedimientos correctos puede ayudar a reducir el tiempo de paro de la máquina y aumentar la seguridad.

- En una transmisión de bandas múltiples es aconsejable reemplazar todas las bandas, caso contrario si se mezclan; las bandas nuevas absorben la mayor parte de la carga, aumentando la posibilidad de fallas antes de tiempo.
- El método más práctico de colocar una banda es utilizar el ajuste de transmisión para acercar las poleas, o de otro modo aflojando las poleas tensoras en caso de haberlas.
- Quitar todo tipo de polvo u otras materias que se encuentren en las caras de las poleas o en los canales de las poleas en V y de las rieles tensoras, esto ayudará a tener una transmisión más eficiente.
- Se debe dar la tensión apropiada a las bandas, esto se verifica cuando la banda no resbala a plena carga. Demasiada tensión acorta la vida de la banda, muy poca tensión hará que resbale y se salga, lo cual conduce a una falla prematura.

- Hacer funcionar la transmisión durante 15 a 20 min. Y observar los resultados para enseguida corregir si existen anomalías.
- Poner atención a los sonidos tales: como golpeteos, rechinado de las bandas, los mismos que pueden ser causados por, bandas mal tensadas, colocación inapropiada, bandas flojas o presencia de materias extrañas en la superficie y ranuras de las poleas.
- Cuando se observe bandas dañadas, debe quitar la banda dañada y examinarla con cuidado para identificar la posible causa que originó el daño y corregir en lo posible.

### **2.2.3.3 TRANSMISIÓN DE POTENCIA POR ENGRANAJES**

Los engranajes son muy empleados para transmitir potencia mecánica, en toda máquina se observan estos elementos que cumplen funciones específicas dentro de ellas, funciones tales como: reductor de velocidad, incrementadores de velocidad, dan orientación al eje o árbol, entre otras.

#### **2.2.3.3.1 ENGRANAJE**

Un engranaje es un mecanismo formado por dos o más ruedas dentadas llamadas engranes, montados en ejes acoplados de tal forma que los dientes de los unos se introduzcan en los espacios vacíos de los otros, sin que se produzcan efectos de choques, transmitiendo el movimiento y la potencia de una rueda a la otra, no por rozamiento sino por empuje directo. Sin embargo en el lenguaje común el nombre de engranaje se toma como

sinónimo de rueda dentada. Al engrane mayor del sistema de transmisión se le conoce como rueda y el engrane menor lleva el nombre de piñón.

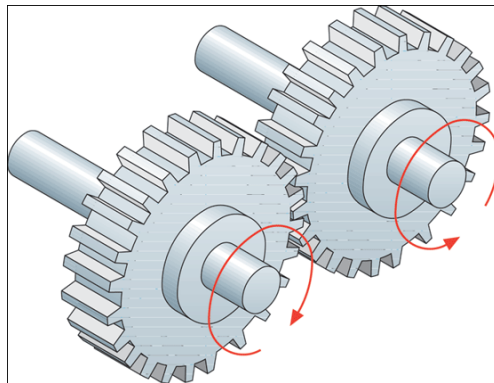


Fig. 49 Sistema de transmisión de potencia utilizando engranes

Los engranajes de todos los tipos tienen la característica común de proporcionar una transmisión teóricamente suave del movimiento a través del acople sucesivo de sus dientes. La exactitud del acople de estos es un requisito fundamental en los engranajes, para desarrollar un trabajo de transmisión eficiente, los factores que influyen directa o indirectamente son: velocidad de operación y el tamaño del engrane.

#### **2.2.3.3.2 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN**

Para que dos engranes se acoplen correctamente y mantengan una relación de velocidad constante, estos deben tener el mismo paso, o sea: los dientes de un engranaje debe estar construido de tal manera que la medida tomada entre los centros de dos dientes consecutivos, coincida siempre.

La transmisión por engranajes se emplea ampliamente donde se requiere cambios de velocidad, entre el elemento motriz principal y los demás elementos de la máquina.

La relación de transmisión del mecanismo queda determinada por el número de dientes de los engranes, según la expresión:

$$i = \frac{Z}{z}$$

donde:

$i$  = relación de transmisión

$Z$  = número de dientes de la rueda conductora

$z$  = número de dientes de la rueda conducida

### **2.2.3.3.3 VENTAJAS**

La transmisión por engranajes brinda algunas ventajas siempre y cuando su acoplamiento sea adecuado, así las ventajas que se pueden tener son: economía de funcionamiento, posibilidad de una larga duración, conservación de la potencia y espacio del montaje requerido, mantenimiento mínimo requerido, funcionamiento seguro, los engranajes pueden trabajar a velocidades mucho más altas que en una transmisión de cadenas, es más aplicable cuando se necesitan de una combinación de alta velocidad con alta potencia, se emplean engranajes cuando la limitación de espacio demanda de una distancia pequeña entre centros de los ejes.

#### 2.2.3.3.4 TIPOS DE ENGRANAJES

En el trabajo diario se ha visto clases diferentes de engranajes, que se los utiliza de acuerdo a las necesidades requeridas, los más comunes que se emplean son: engranajes cilíndricos, engranajes cónicos, engranajes de cremallera y engranajes de tornillo sin fin.

##### 2.2.3.3.4.1 ENGRANAJES CILÍNDRICOS

Tiene forma cilíndrica y funcionan sobre ejes paralelos, se clasifican en:

**a) Cilíndricos de dientes rectos:** Se emplean para transmitir el movimiento entre ejes paralelos, los dientes son rectos y paralelos a los ejes.



Fig. 50 Engranaje cilíndrico recto

**b) Helicoidales:** Se los conoce así a los engranes cilíndricos de dientes en forma de hélice, son empleados para transmitir el movimiento entre ejes que se cruzan en el espacio y en algunas ocasiones entre ejes paralelos y en donde se necesitan de cargas y velocidades mucho más altas. Cuando

ambos engranes son externos, las hélices tienen sentidos contrarios, de otro modo no se acoplarían.



Fig. 51 Engranaje helicoidal

**c) Bi-helicoidales:** Se emplean para transmitir potencias en cargas pesadas a velocidades elevadas, donde están presentes choques y vibraciones o donde sea necesario una alta relación de reducción en un tren de engranes.



Fig. 52 Engranaje bi-helicoidal

#### 2.2.3.3.4.2 ENGRANAJES CÓNICOS

Transmiten fuerza y movimiento entre dos ejes que generalmente forman un ángulo recto.



Los conos de dos engranajes cónicos que se acoplan entre sí deben necesariamente tener el vértice común para que puedan engranar, de caso contrario un engrane cónico no puede engranar con otro engrane cónico cualquiera, aunque los dos tengan el mismo sistema de dentado y el mismo módulo, sino que cada rueda pueda acoplar con el piñón para el cual ha sido calculado.

A los engranes cónicos se los ha clasificado tomando en cuenta:

Primero: Según la forma del diente, se tiene cuatro tipos principales

**a) Engranajes cónicos rectos:** Es el tipo más sencillo de engranaje cónico, el nombre se deriva por la razón de que sus dientes están cortados en forma recta. Estos engranajes se los utiliza principalmente para velocidades relativamente bajas y en donde el ruido y la suavidad del movimiento no sean factores de importante consideración.

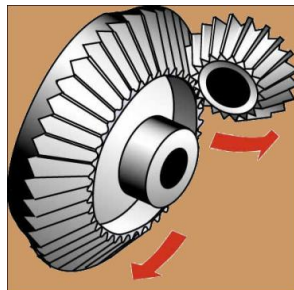


Fig. 53 Engranaje cónico recto

**b) Engranajes cónicos zero:** Es parecido al engranaje cónico recto, excepto que los dientes son curvados, considerados también como engranes cónicos helicoidales cuyo ángulo de hélice da cero.



Fig. 54 Engranaje cónico zero

**c) Engranajes cónicos helicoidales:** Presentan sus dientes curvados y oblicuos, lo que permiten que el contacto se realice en forma suave y gradual, por lo que son empleados para aplicación de velocidades altas y en donde se necesita una reducción importante del ruido y las vibraciones.



Fig. 55 Engranaje cónico helicoidal

**d) Engranajes hipoidales:** Son muy parecidos a los engranajes cónicos helicoidales, su principal diferencia es que sus superficies de paso son de forma hiperbólica en lugar de cónica, dando como resultado que sus ejes de paso no se intersequen, permaneciendo el eje del piñón por arriba o por debajo del eje de la rueda. Los engranajes hipoidales son empleados para aquellas aplicaciones que se necesiten reducciones de altas velocidades, movimientos suaves y sin ruidos.

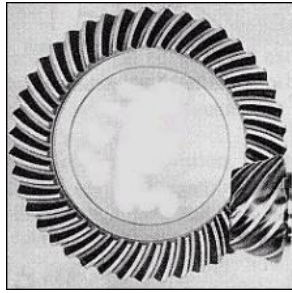


Fig. 56 Engranaje hipoidal

Segundo: De acuerdo al ángulo de paso del engrane:

**a) Engranés Inglete:** Llevan este nombre los engranes cuyas flechas están a 90 grados, los engranes son del mismo tamaño y la relación de velocidad es igual a 1, cada engrane tiene un ángulo de paso igual a 45 grados.



Fig. 57 Engrane inglete

**b) Engranaje cónico externo:** Se lo identifica cuando el ángulo de paso es menor a 90 grados.



Fig. 58 Engrane cónico externo

**c) Corona dentada:** Son los engranes cónicos cuando el ángulo de paso es igual a 90 grados.



Fig. 59 Corona dentada

**d) Engranes internos:** Cuando su ángulo de paso es mayor a 90 grados.

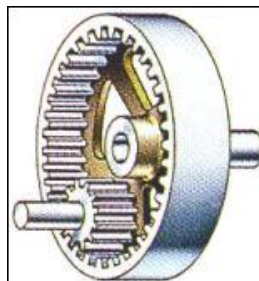


Fig. 60 Engranaje interno

#### **2.2.3.3.4.3 ENGRANAJE DE CREMALLERA**

Una cremallera está compuesta por dos elementos: una barra recta de dientes que engranan con los dientes de un engrane recto. Teóricamente se considera como un engrane recto de diámetro infinito, por lo tanto todas las dimensiones circunferenciales pasan a ser rectilíneas.

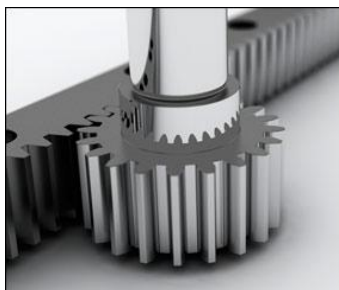


Fig. 61 Cremallera

Las dimensiones de los dientes de la cremallera deben ser iguales a las del engrane recto que engrana con ella.

#### **2.2.3.3.4.4 ENGRANAJES DE TORNILLO SIN FIN**

Este tipo de engranajes se emplean para transmitir potencias mecánicas entre dos ejes que forman ángulos rectos y que no se intersecan. Los dientes en el tornillo sin fin son similares a los dientes de la cremallera y los dientes en el engranaje son curvados para alojar el tornillo sin fin.

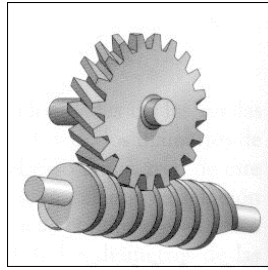


Fig. 62 Tornillo sinfín

#### **2.2.3.4 TRANSMISIÓN DE POTENCIA MECÁNICA POR MEDIO DE RUEDAS DENTADAS Y CADENAS**

Su objetivo principal es el de transmitir el movimiento sin deslizamiento entre árboles próximos o distantes. Un sistema de transmisión de cadenas y ruedas es más compacto que un sistema de transmisión por poleas y correas.



Fig. 63 Sistema de transmisión de potencia utilizando rueda y cadena

#### **2.2.3.4.1 SISTEMA DE TRANSMISIÓN**

Un sistema de transmisión de potencia de este tipo está formado por ruedas dentadas unidas por medio de una cadena sin fin. Las transmisiones de cadena conforman uno de los métodos más eficientes empleados para transmitir potencia mecánica, entre dos o más árboles giratorios que no pueden acoplarse directamente.

Una transmisión por cadena es comúnmente un medio flexible y su instalación es menos difícil que muchos otros medios de transmisión de fuerza y potencia. Sin embargo hay que poner mucho cuidado durante su instalación para evitar posteriores perjuicios.

Las cadenas pueden usarse cuando se requieran transmitir movimientos con altas cargas de arrastre y en donde se necesite mantener relaciones precisas de velocidad y resistir las cargas producidas por los choques ocasionales.

La disposición de un sistema de transmisión de potencia mecánica formado por cadenas y ruedas dentadas, juega un papel muy importante, por tal razón hay que realizar y escoger una disposición adecuada del sentido del sistema con la dirección preferida de rotación, con el fin de obtener una vida óptima y duradera de los elementos de la transmisión.

#### **2.2.3.4.2 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN**

La relación de transmisión en un sistema de cadena esta dado por la relación de la velocidad de salida ( $n_2$ ), para la velocidad de entrada ( $n_1$ ). La misma que para realizar su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{Nt_1}{Nt_2}$$

en donde:

$Nt_1$  y  $Nt_2$  = número de dientes de la rueda a la entrada y a la salida respectivamente.



## **PARTE PRÁCTICA**

### **CAPÍTULO III**

#### **3. DIAGNÓSTICO**

Este diagnóstico se presenta en cinco numerales, que van desde una descripción de los procesos productivos, de las materias primas, los hilos producidos, sus cantidades y hasta un cálculo de los requerimientos de los tops a tinturar en función de la visión, de las aspiraciones y proyecciones productivas de IMBATEX.

En congruencia con el objetivo del presente diagnóstico, se procede a realizar las visitas y análisis respectivos a la empresa IMBATEX, ubicada en la ciudad de Ibarra, para observar su proceso productivo y poder mediante entrevistas determinar el requerimiento real de tops a tinturar.

El requerimiento de tops a tinturar permite tener cifras para el desarrollo del Capítulo VII; donde además de las pruebas de calidad, está el análisis de costos de maquinaria, de proceso y la recuperación de la inversión.

#### **3.1 PROCESOS**

Actualmente IMBATEX cuenta en su proceso productivo con el área de hilatura y el área de tintorería, y cada una de ellas con su respectivo proceso, así:

### 3.1.1 PROCESO DE HILATURA

Los requerimientos de sus clientes ha dado lugar para que IMBATEX oriente su proceso productivo en el diseño y elaboración de hilos convencionales, a un solo cabo, para retorcidos en dos, cuatro, seis, ocho y dieciséis cabos e hilos de fantasía como: moliné, frisé, flamé y otros. Teniendo en cada uno de ellos un flujo de procesos, a continuación descrito:



Fig. 64 Proceso hilo convencional



Fig. 65 Proceso hilo retorcido



Fig. 66 Hilo de fantasía

a) Cardado: Es la acción necesaria para abrir, individualizar, paralelizar y limpiar las fibras para obtener una masa de fibras ordenadas y limpias en forma de cintas o mechas; la cinta es una masa de fibras en forma cilíndrica y que tiene un peso de alrededor de 20 g/m. y las mechas son masas de fibras con pesos de 0.8 g/m aproximadamente.

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

Los objetivos del cardado son: abrir, desenredar e individualizar las fibras; así como: eliminar neps, limpiar las fibras y finalmente formar cintas que se recolectan en botes, bobinas (tops) para el caso de las mechas.

En la carda se alimentan fibras principalmente de lana, además de recuperar el material de cintas de reproceso, tomando en cuenta el evitar la mezcla de fibras de diferente naturaleza, para no tener problemas de afinidad tintórea. La alimentación de las fibras se la realiza periódicamente sobre una telera de alimentación, mediante la disposición manual uniforme sobre la misma.



Fig. 67 Carda lanera

b) Estirado y doblado: En este paso se procede a paralelizar y homogenizar las fibras, así como, regularizar las cintas a través de estirajes y doblajes con la finalidad de obtener una cinta de mejor calidad.

Los objetivos del estirado son: paralelizar las fibras mediante los estirajes, regularizar las cintas por medio de los doblados y homogenizar todas las fibras mediante los estirajes y doblados.

Para hacer el estirado y doblado de las cintas de lana o cualquier otro tipo de cintas de corte lanero se utilizan las máquinas denominadas gills, estas máquinas constan de filetas de alimentación, que tienen la finalidad de transportar las cintas de botes o tops (bobinas) provenientes de cardas o procesos anteriores de estirajes hacia los cilindros alimentadores, luego se estiran las cintas mediante diferencia de velocidades de cilindros controlando la velocidad de las fibras flotantes mediante peines y recolectar las cintas trabajadas en botes.

Para cada paso en el estirado y doblado se tiene un gill con características adecuadas para cumplir su función según el número de paso, por lo que IMBATEX cuenta con gills para un primero, segundo y tercer paso.

Gill para 1<sup>er</sup> Paso: este gill se caracteriza por presentar en su fileta mecanismos para alimentar cintas desde botes o cintas desde tops, esto se da dependiendo de cómo se obtienen la cinta en el proceso anterior, además, este gill produce una sola cinta que se recolecta en un bote; en su mayor porcentaje procesa lana, pero aquí empiezan a mezclarse cintas de poliéster, bambú, alpaca.

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”



Fig. 68 Gill para 1<sup>er</sup> Paso

Para continuar con los pasos adicionales de mezcla de cintas de diferentes materiales ó diferentes colores se emplea el gill que se muestra en la siguiente figura, donde generalmente se le dan dos ó tres pasos para obtener una cinta con mayor homogeneidad.



Fig. 69 Gill para 1er Paso utilizado para mezclas

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

Gill para 2<sup>do</sup> Paso: este gill tiene la fileta para alimentar las cintas solo a partir de botes y produce dos cintas que se recolectan en un bote cada una, es decir la máquina dispone de dos botes para recolección de las cintas producidas; pero en el proceso productivo se la utiliza para procesar únicamente acrílico y sus mezclas.



Fig. 70 Gill para 2do Paso utilizado para acrílico y sus mezclas

Gill para 3<sup>er</sup> Paso: la fileta es solo para alimentar cintas de botes y produce cuatro cintas que son recolectadas en dos botes, dos cintas por cada bote; en este gill se termina de procesar las diferentes mezclas.



Fig. 71 Gill para 3er Paso

c) Estirado y falso torcido: En el proceso de hilado de lana, luego del estirado y doblado se debe ir haciendo una disminución progresiva del diámetro del material y dándole una consistencia para que pueda ser trabajado en los procesos siguientes, hasta obtener el hilo final, esta operación se lo hace en el proceso de estirado y falso torcido o en el proceso de estirado y torcido. Las dos opciones dependen del tipo de hilo a fabricar y de su utilización final en la prenda producida.

Los objetivos de este proceso son: disminuir el diámetro de la cinta proveniente de los gills, lo que se consigue por medio de los estirajes; dar falsa torsión al material estirado para que tenga la suficiente consistencia con la finalidad de poder ser transportado el material a los siguientes procesos, el material producido se denomina mecha y recolectar las mechas en canillas formando bobinas de alrededor de 1 Kg.

El falso torcido de la mecha se lo hace mediante un sistema de frotado, en el cual se somete al material proveniente de gills a dos bandas acanaladas

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

longitudinalmente, una superior y una inferior las cuales tienen un movimiento de avance en el sentido de la mecha y otro movimiento alternativo transversal en dirección perpendicular al del movimiento de avance (movimiento de vaivén).

Las máquinas utilizadas para este proceso son las llamadas frotadores o finisores, en IMBATEX se trabaja con un finisor de bandas.



Fig. 72 Finisor de bandas

Luego de la salida del finisor, las bobinas son almacenadas para su posterior disposición en las hilas de a cuerdo a los requerimientos de producción.





Fig. 73 Almacenamiento de bobinas

d) Estirado y torcido: Convencionalmente al hacer el hilado utilizando este proceso, se pueden obtener hilos finos, muy resistentes y compactos que son destinados principalmente a la elaboración de los casimires, pero en IMBATEX el pabilo resultante se lo emplea en la fabricación de hilados gruesos destinados a la comercialización en madejas.

Los objetivos de este proceso son: disminuir el diámetro de la cinta proveniente de los gills, mediante los estirajes; dar la suficiente torsión al material para que tenga la consistencia necesaria para los procesos posteriores; el material torcido se denomina pabilo y se lo recolecta en canillas formando bobinas de 1,5 hasta 2,5 Kg.

El proceso de estirado y torcido se realiza en las máquinas denominadas pabileras o mecheras, este proceso se fundamenta en hacer el estiraje, la torsión y la recolección del material producido denominado pabilo.



Fig. 74 Mechera

La mechera consta de 80 husos, de los cuales 56 se encuentran habilitados para su funcionamiento, el peso alimentado es de alrededor de 30 gr/m., y sus pabilos tienen un título de 1.5 Nm, trabajando entonces con un estiraje de 45 veces aproximadamente, con respecto a las torsiones 46 tpm es el valor empleado y cada parada demora alrededor de 120 min.

e) Hilado: El hilado es la fase final de producción y su objetivo consiste en dar torsión a la mecha para obtener un hilo con un título definido, solidez, elasticidad necesaria para procesos posteriores, regularidad, limpieza y presentación práctica en bobinas.

El hilado se efectúa en continuas de hilar según los principios siguientes: estirar la masa fibrosa en un sistema estirador; otorgarle torsión por medio de un órgano rotativo; enrollar el hilo así producido en forma de bobina.

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”



Fig. 75 Continua de hilar

En esta hila se dispone de 18 husos y se trabajan hilos con título 1.5 hasta 1.8 Nm, además de hilados gruesos 0.6 Nm, los cuales se pueden enviar a la madejadora ó se le añade un hilo de nylon o de poliéster para la fabricación de hilo moliné.

e.1) Retorcedora: Esta retorcedora consta en su lado derecho de trabajo con 56 husos habilitados y en su lado izquierdo con 28 husos, acá se trabaja hilo bouclé e hilo irregular o flamé.



Fig. 76 Retorcedora

f) Procesos posteriores al hilado:

f.1) Bobinado: Las bobinas procedentes de las hilas generalmente tienen un peso que está alrededor de 150 gr, cantidad que es muy pequeña para los procesos posteriores o para la venta, por lo que es necesario pasar el hilo a una bobina de mayor peso. La máquina utilizada es la bobinadora.



Fig. 77 Bobinadora

f.2) Retorcido: Para utilizar el hilo de lana, en muchas aplicaciones se requiere dar al hilo un retorcido. El retorcido se lo hace uniendo dos o más hilos para aumentar su diámetro ó para dar un efecto visual e incrementar su resistencia, a los cuales se les proporciona torsión en sentido contrario a su torsión original. La siguiente figura ilustra la retorcedora que se utiliza en IMBATEX.



Fig. 78 Retorcedora

f.3) Madejado: En este proceso se alimentan los hilos procedentes de los conos de bobinadoras o retorcedoras y se pasan a madejas cruzadas mediante unas aspas que giran y en las que se envuelven los hilos, para su posterior tintura. La máquina utilizada en este proceso se denomina madejadora, se acostumbra a trabajar con madejas de 500 a 600 gr.



Fig. 79 Madejadora

### 3.1.2 PROCESO DE TINTORERÍA

Al momento de elaborar el presente diagnóstico se tiene que la empresa está subutilizando un equipo de tintura para la realización de pruebas para la tintura de tops.

Del proceso de hilado anteriormente descrito se tiene como resultado las madejas cruzadas listas para la tintura, además que la fábrica ofrece a sus clientes servicios de tintura, de lavado y vaporizado; para lo que IMBATEX cuenta con:

- Una máquina específica para lavados y vaporizados con una capacidad de 20 Kg. de fabricación artesanal.

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

- Cuatro máquinas empleadas para la tintura de colores sólidos (un solo color), dos de ellas dotadas de movimiento automático para las madejas, controlado por un variador, con capacidad de 20 y 40 Kg. respectivamente, los dos siguientes equipos controlados manualmente mediante un sistema de poleas con capacidades de 20 y 10 Kg.
  
- Para la tintura multicolor la empresa dispone de cuatro máquinas, una de 40 Kg. y tres de 15 Kg., su funcionamiento se basa en un soporte giratorio de suspensión para la totalidad de madejas a tinturar, en la parte inferior se encuentra el baño de tintura, la altura del baño se encuentra en función de la cantidad de colores a tinturar en la madeja, la tintura de cada color tiene un tiempo aproximado de una hora y luego se desfoga su baño y dando un giro al material para que reciba el siguiente color, procediendo a cargar el siguiente color hasta satisfacer las condiciones del pedido, teniendo como un máximo de tintura de 8 colores en la madeja.
  
- Las pruebas de tintura de colores sólidos y multicolores y el desarrollo de nuevos colores se realizan en la máquina que se muestra a continuación, tiene una capacidad de hasta 4 Kg.
  
- El vapor de agua empleado en los procesos de tintura es producido en un caldero de 50 psi, 6 Amp. y llevado a las máquinas mediante tuberías recubiertas de material aislante del calor.
  
- A las madejas ya tinturadas se necesita retirar el excedente de humedad, para lo cual se emplea una máquina centrífuga con una capacidad de máximo 5 Kg. con un tiempo de 3 min. por ciclo. O dependiendo de los volúmenes de producción, de entrega de pedidos y de las condiciones meteorológicas, se las puede secar al aire libre.

## 3.2 MATERIAS PRIMAS

**3.2.1 PACAS DE LANA (WO):** Las materias primas para alimentar el proceso productivo en cardas son las pacas presurizadas de fibra de lana, las mismas que tienen dimensiones de 0.8 x 0.8 x 1.2 m. con pesos de alrededor de 220 Kg. y de 440 a 450 Kg. con el doble de dimensiones aproximadamente.

Las mismas que se encuentran almacenadas y se abren con un día de antelación para reducir su compresión y facilitar su aclimatación, conforme los requerimientos de producción.



Fig. 80 Pacas de lana

**3.2.2 TOPS:** Para la alimentación en los gills, IMBATEX adquiere tops de lana, acrílico, alpaca, bambú, poliéster en crudo con pesos de 12.15 a 12.20 Kg., 12.18 Kg. aproximadamente.





Fig. 81 Tops para alimentación de gills

**3.2.3 HILOS:** También se compra hilos de nylon, poliéster, acrílico y algodón para emplearlos como hilos de alma en hilos de fantasía.



Fig. 82 Hilos empleados para hilos de fantasía

### 3.3 HILOS PRODUCIDOS

Dentro de la producción de IMBATEX se registran los siguientes hilos: en hilos convencionales, a un solo cabo, para retorcidos en dos, cuatro, seis, ocho y dieciséis cabos e hilos de fantasía como: moliné, frisé y flamé.

Todos ellos en colores sólidos y multicolores y también se los puede tinturar en fibra.

**3.3.1 HILO DE UN SOLO CABO:** El hilo de un solo cabo es aquel que luego de salir de los cilindros productores en las continuas de hilar son enrollados en las bobinas, para su posterior madejado y tintura sin luego pasar por otro proceso.

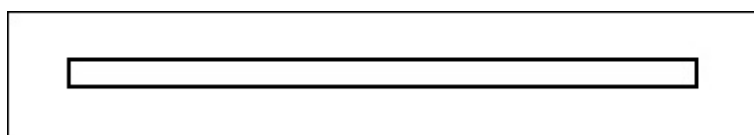


Fig. 83 Hilo de un solo cabo

**3.3.2 HILO RETORCIDO:** Los cabos que se unen sucesivamente por pasos en la retorcedora, formando hilos de dos, cuatro, seis, ocho, dieciséis cabos.

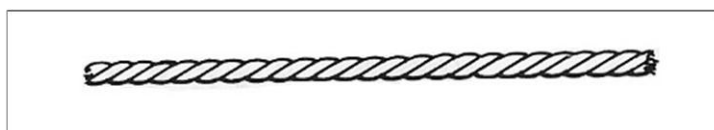


Fig. 84 Hilos retorcidos

**3.3.3 HILO MOLINÉ:** Es el efecto de hilo más simple que se puede realizar. Se caracteriza por tener dos o más hilos o mechas de colores diferentes.

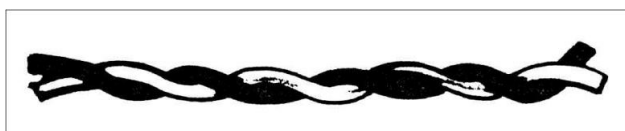


Fig. 85 Hilo moliné

**3.3.4 HILO FRISÉ:** Se conoce también como serreta, espiral o sacacorchos y presentan ligeras ondulaciones a intervalos regulares. Son suaves y debido al pronunciado efecto de fantasía, se caracterizan por ser voluminosos.

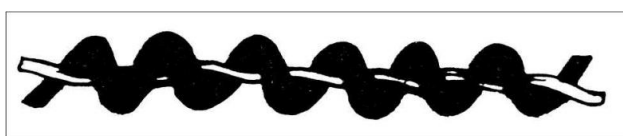


Fig. 86 Hilo frisé

**3.3.5 HILO FLAMÉ:** Se conocen también como slub. Se pueden hacer dejando el hilo de efecto sin torsión o con muy poca torsión a intervalos irregulares, con el objeto de producir partes suaves y abultadas.



Fig. 87 Hilo flamé

**3.3.6 OTROS HILOS DE FANTASÍA:** Dentro de esta categoría se incluyen todos los hilos que para su realización han empleado diversas combinaciones ya sea de las fibras que los constituyen con características propias como su origen, color, porcentajes de contracción, además de una gran variedad de efectos de fantasía lo que permite que ciertos hilos se mezclen entre sí y no correspondan a los efectos comúnmente conocidos, logrando efectos novedosos en nuestro medio por la exótica apariencia que pueden llegar a presentar.

### 3.4 PRODUCCIÓN

Los registros de producción de IMBATEX ponen de manifiesto que la tintura de tops se la viene practicando desde el año 2011, año en el cual representó un 5% de su producción, para el año pasado llega a un 25% como tope en producción, teniendo una especial aceptación dentro de sus clientes, razón por la cual IMBATEX aspira a llegar a un 40% mediante una solución mecánica que permita reducir los tiempos de proceso y sus costos de producción.

Los datos que se representan en el siguiente gráfico muestran los porcentajes correspondientes a los tipos de hilo producidos.

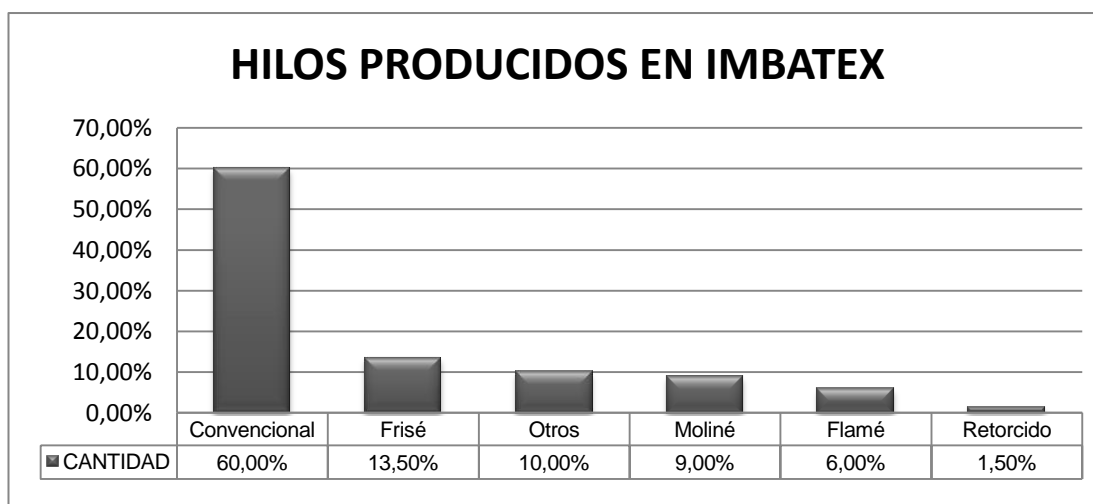


Fig. 88 Cantidades de hilos producidos en Imbatex

La siguiente tabla presenta las cifras en kilogramos correspondientes a cada tipo de hilo producido en IMBATEX en función de su producción total que es de 30.000 Kg. al año.

TIPO DE HILO	(%)	CANTIDAD
Convencional	60,00%	18,000.00
Frisé	13,50%	4,050.00
Otros	10,00%	3,000.00
Moliné	9,00%	2,700.00
Flamé	6,00%	1,800.00
Retorcido	1,50%	450.00
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>	<b>30,000.00</b>

Tabla 3. Cantidades producidas en Imbatex

### 3.5 REQUERIMIENTO DE TOPS TINTURADOS

Si se tiene que la producción total es de 30.000 Kg. anualmente, las aspiraciones en porcentaje de tintura en fibra son del 40%, el peso del top es de 12.18 Kg. aproximadamente, entonces el número de tops a tinturar anualmente es:

$$N = \frac{(30,000 \text{ Kg.} \times 40\%)}{12.18 \text{ Kg.}}$$

$$N = 985.22 \cong 985$$

Equivalente a 12,000 Kg.

## CAPÍTULO IV

### 4. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y COSTOS DE LA MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS

El diseño mecánico es el trazado de objetos y sistemas de naturaleza mecánica; piezas, estructuras, mecanismos, dispositivos e instrumentos diversos que permitan satisfacer necesidades específicas. En el caso de IMBATEX, para diversificar su catálogo con el efecto de tinturas previas y al no ser razonable la adquisición de una máquina, la solución es la construcción de la máquina de tintura de tops de lana.

#### 4.1 DISEÑO

Antes de presentar el diseño final de la máquina de tintura de tops, es conveniente hacer referencia a algunas consideraciones que influyen en el diseño de algún subsistema, o tal vez en el diseño total a construir. Se destacan:

- Desgaste: Nuestro diseño debe evitar el rozamiento innecesario de las superficies, y en caso de no poder evitarlo se toma en cuenta la lubricación para disminuir y retardar el deterioro ó la pérdida de la forma original de los elementos mecánicos, debido al rozamiento entre dos superficies.
- Corrosión: Las superficies a emplear deben ser de acero inoxidable, para evitar su paulatino deterioro ya que nuestra máquina en funcionamiento estará sometida a la acción de agentes corrosivos como la temperatura y el pH ácido, durante ciclos de alrededor de dos horas de duración.

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

- Seguridad: Consiste en evitar producir un diseño de ingeniería defectuosa que no produzca daños o perjuicios debido a su uso.
- Fricción: Para reducir el desgaste de los elementos constitutivos de la máquina. De ahí la selección de los lubricantes más adecuados.
- Facilidad de uso: Que el accionar del diseño sea lo más dinámico posible.
- Utilidad: Que nuestro diseño responda adecuadamente a las necesidades que lo motivaron.
- Costo: Realizar un diseño que satisfaga las necesidades iniciales, además de la selección de los materiales que van a componer nuestra máquina, tomando en cuenta la funcionalidad y la utilidad a un bajo costo.
- Peso: Se puede tener un valor estimativo, luego de enumerar las piezas a emplearse, y determinar el lugar de construcción o/y la factibilidad de traslado, dependiendo de la funcionalidad que cumpla el diseño puede orientar en cambiar de diseño ó de meditar mejor las combinaciones de piezas a emplearse.
- Estilo: Al hacer una revisión bibliográfica de las máquinas de tintura se tiene que el suministro de calor al baño se lo realiza de manera indirecta, o sea agua y vapor proveniente de calderos, siendo este el principio de funcionamiento más conveniente para nuestra solución.
- Tamaño y forma: Es la configuración externa que tiene nuestra máquina, así como también el establecer las dimensiones de ésta, en el diagnóstico realizado en IMBATEX y mediante entrevista a su propietario se tiene que: el espacio físico disponible en la empresa es reducido, pero para satisfacer los requerimientos, se evitan las configuraciones circulares tradicionales de

máquinas de tintura que ocupan una mayor área, en nuestro caso se aprovecha la altura de las instalaciones.

- Control: Si el suministro de calor al baño proviene de un caldero, el control se reduce al movimiento del baño mediante una hélice que gira gracias a un motor de 1 HP y un sistema de transmisión de una banda y dos poleas.

- Superficie: En lo referente al acabado externo de las piezas en su procesamiento, por ejemplo el cortado, el pulido, etc. ya sea individualmente o en el acabado de la fachada exterior, se procura que no haya zonas corto punzantes.

- Lubricación: Es necesaria la aplicación periódica de un lubricante sobre las superficies en contacto para evitar su desgaste.

Luego de haber tomado en cuenta este tipo de restricciones de diseño se empieza a bosquejar modelos básicos que satisfagan las necesidades que lo motivaron para luego y de manera reiterativa ir haciendo observaciones e ir puliendo sus trazos, hasta haber llegado al diseño final que se presenta a continuación.

#### **4.1.1 ESTRUCTURA PRINCIPAL**

Las siguientes figuras están realizadas a escala 1:10. En cada una de ellas se puede apreciar la representación de las partes y los subsistemas designados con una letra mayúscula, así:

- A, corresponde al mecanismo de desfogue del baño.



“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

- B, el suministro de auxiliares y colorantes.
  
- C, sistema de movimiento de la máquina.
  
- D, ventanillas para visión al interior de la máquina.
  
- E, termómetro para revisión del calor del baño en el proceso.
  
- F, alimentación de agua caliente y vapor.

En la figura 89 se tiene la vista frontal de la máquina, donde se indican los sistemas A; se ha dispuesto en la parte inferior un mecanismo que permite realizar el desfogue del baño una vez terminado el ciclo de tintura y B que es para el suministro de auxiliares y colorantes; una vez determinado el color a tinturar se realiza independientemente la dosificación y disolución de los colorantes y auxiliares para que este contenido sea depositado hacia el interior del recipiente, donde por gravedad desciende por el ducto que se muestra en el gráfico e ingresa hasta el interior de la máquina en la que es disuelto mediante agitación en el baño.

En la parte superior se observa un anillo que está soldado a la tapa, este tiene como finalidad recibir el gancho de la polea de cadena perteneciente al tecele, el mismo que se encuentra empotrado a las estructuras de hierro del tumbado del área destinada a la tintura para levantar la canasta del material antes y después de la tintura.

"Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana"

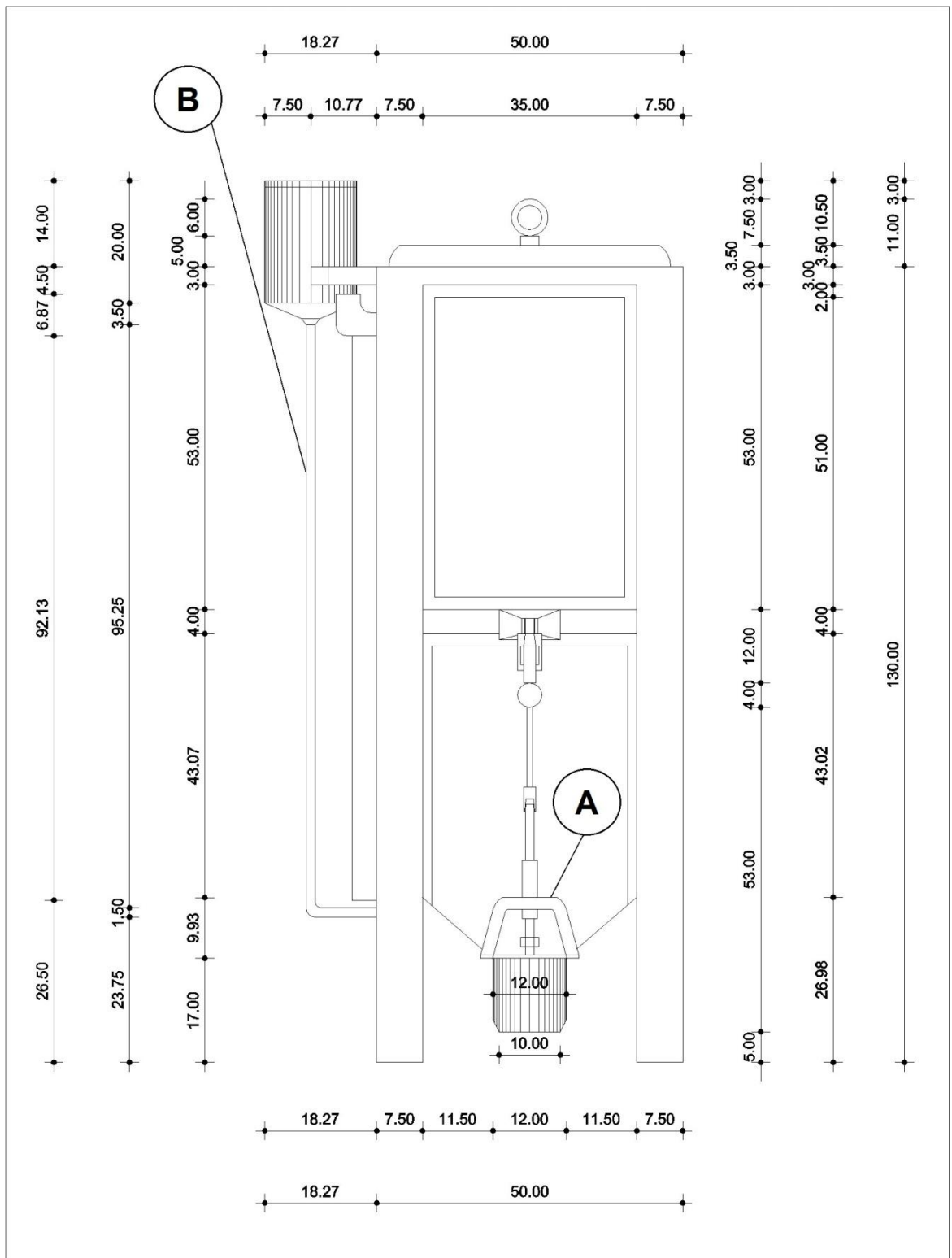


Fig. 89 Vista frontal de la máquina

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

La figura 90 muestra la vista lateral derecha de la máquina, donde están alojados un termómetro el mismo que registra la temperatura desde los 0 hasta los 140°C y dos ventanas que facilitan ver el interior de la máquina. En la parte derecha se indica el armazón formado por ángulos de hierro que sirve de soporte para que descansa el motor generador del movimiento del baño conjuntamente se indican las poleas y la banda que constituyen el sistema de movimiento también se indica luego de la polea grande una pieza de hierro fundido que va asegurada a la parte posterior de la máquina la que permite absorber la vibración del eje de la polea y dirigir el eje hasta el interior de la máquina y cercano se encuentra F que es el sistema de transporte de agua caliente y vapor para la máquina provenientes del caldero; el acceso final a la máquina es mediante la filtración de una “flauta” dispuesta a lo largo del piso y su flujo se controla mediante una llave de media vuelta.

Además en la figura se puede ver parte del recipiente perteneciente al suministro de colorantes y auxiliares y en la izquierda una vista lateral del mecanismo para desfogar el baño que al momento de levantar el mango el líquido es despedido por la parte inferior.

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

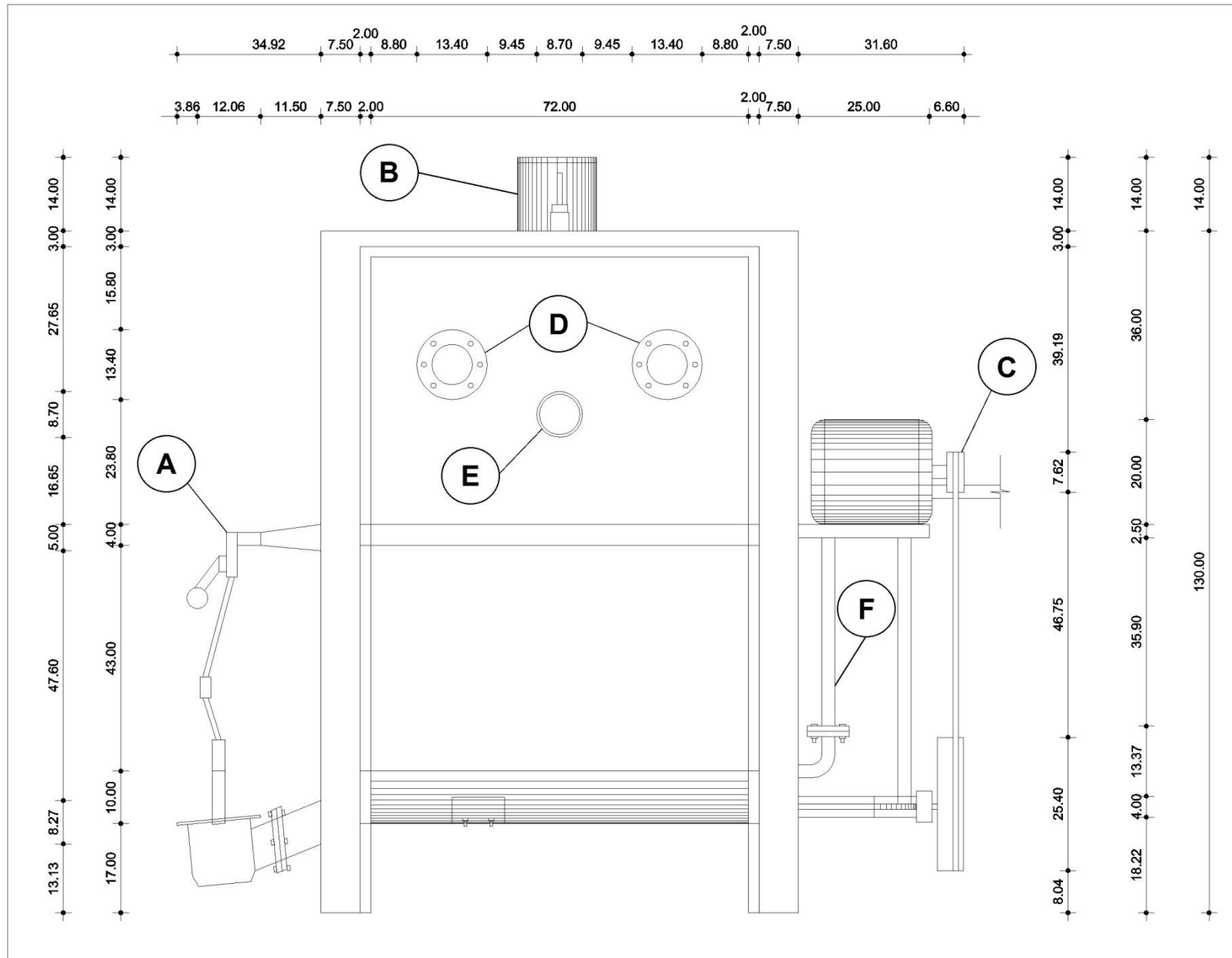


Fig. 90 Vista lateral derecha de la máquina

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

La vista lateral izquierda corresponde a la figura 91 en donde se puede ver en primer plano el recipiente de suministro de auxiliares para la tintura sujeto a la máquina en su borde superior mediante tornillos, en la parte inferior está una “T” invertida que se la utiliza para dividir el contenido del recipiente que ha descendido a través del ducto e introducirlo al interior para su posterior mezcla y detrás un ducto de mayor diámetro ubicado para desfogar por altura de baño alcanzado.

En la esquina superior derecha de la máquina se ha dispuesto de una tubería que ingresa al interior de la misma que se la puede utilizar para introducir agua fría mediante una manguera e incluso como un desfogar de vapor.

En esta fachada también se visibilizan los mecanismos A, C y F mencionados anteriormente.

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

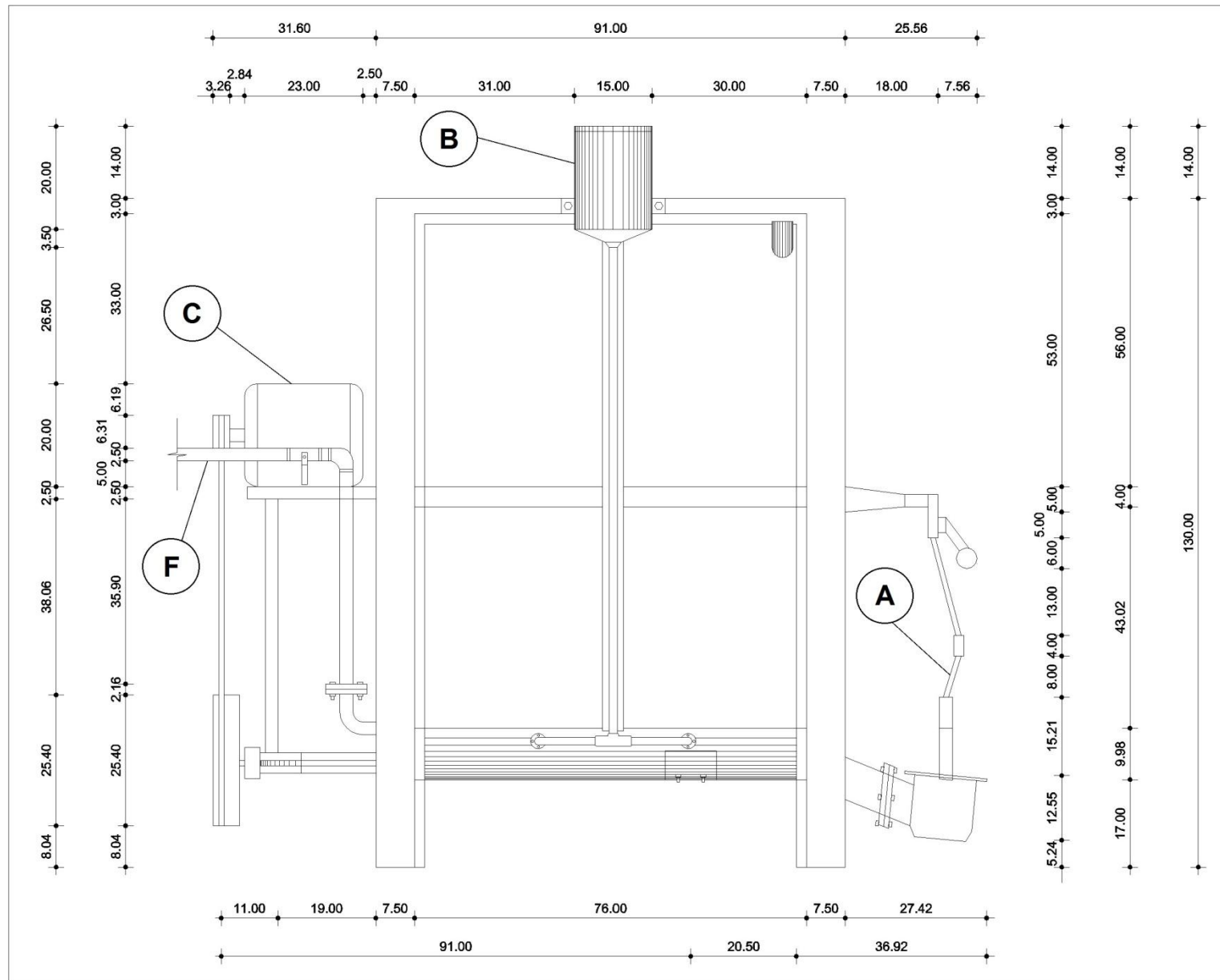


Fig. 91 Vista lateral izquierda de la máquina

*“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”*

La figura 92 muestra la vista posterior de la máquina, en donde se encuentra el sistema de movimiento C, compuesto por el motor, dos poleas; la superior que es movida directamente con la potencia proveniente del motor y la polea ubicada en la parte inferior las cuales están conectadas mediante una banda, la pieza de hierro fundido asegurada a la base de la máquina, el eje ingresa perpendicularmente hasta la máquina en donde está acoplada una hélice de 3 aspas que genera la agitación del baño, el mismo que ingresa en forma de agua caliente y vapor proveniente del caldero controlando su acceso con una llave de media vuelta, representado con F, y que continúa e ingresa a la máquina por su parte inferior derecha y a su interior se filtra gracias a los agujeros que presenta secuencialmente.

A la derecha se puede observar el sistema B, explicado en vistas anteriores.

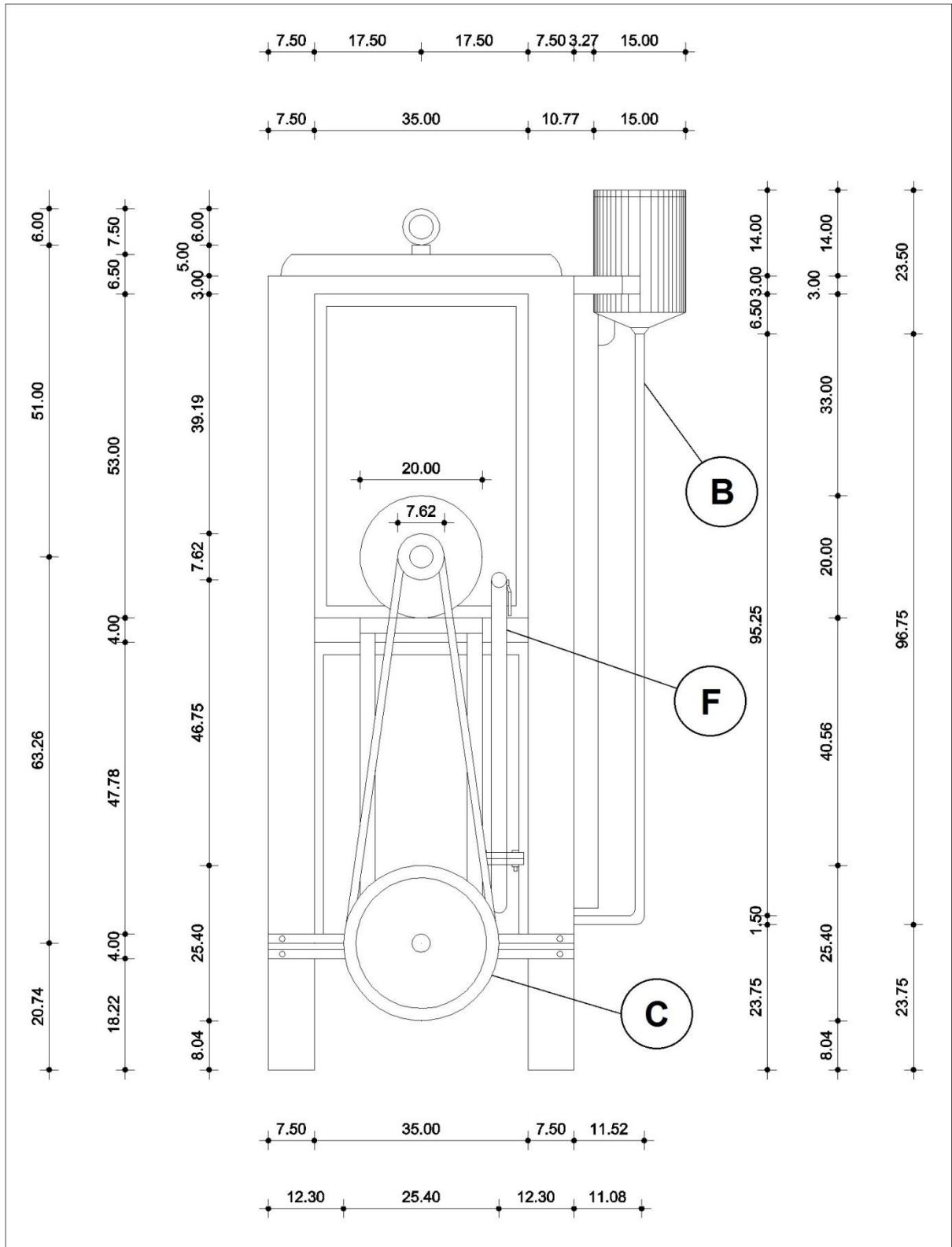


Fig. 92 Vista posterior de la máquina



La planta de la máquina o vista superior es representada en la figura 93, al lado izquierdo está la vista superior del recipiente y su orificio por el cual descienden una vez depositado los colorantes y auxiliares, junto está también la pieza que es de acero inoxidable en la cual está asegurado el recipiente.

El orificio que está representado con una medida de 3 centímetros está incrustado en la canasta del material es para evitar que se acumule el vapor en el proceso de tintura.

En la parte superior está mostrado el ducto que transporta el agua caliente representada por F y por C el sistema de movimiento y en la parte inferior el desfogue del baño A.

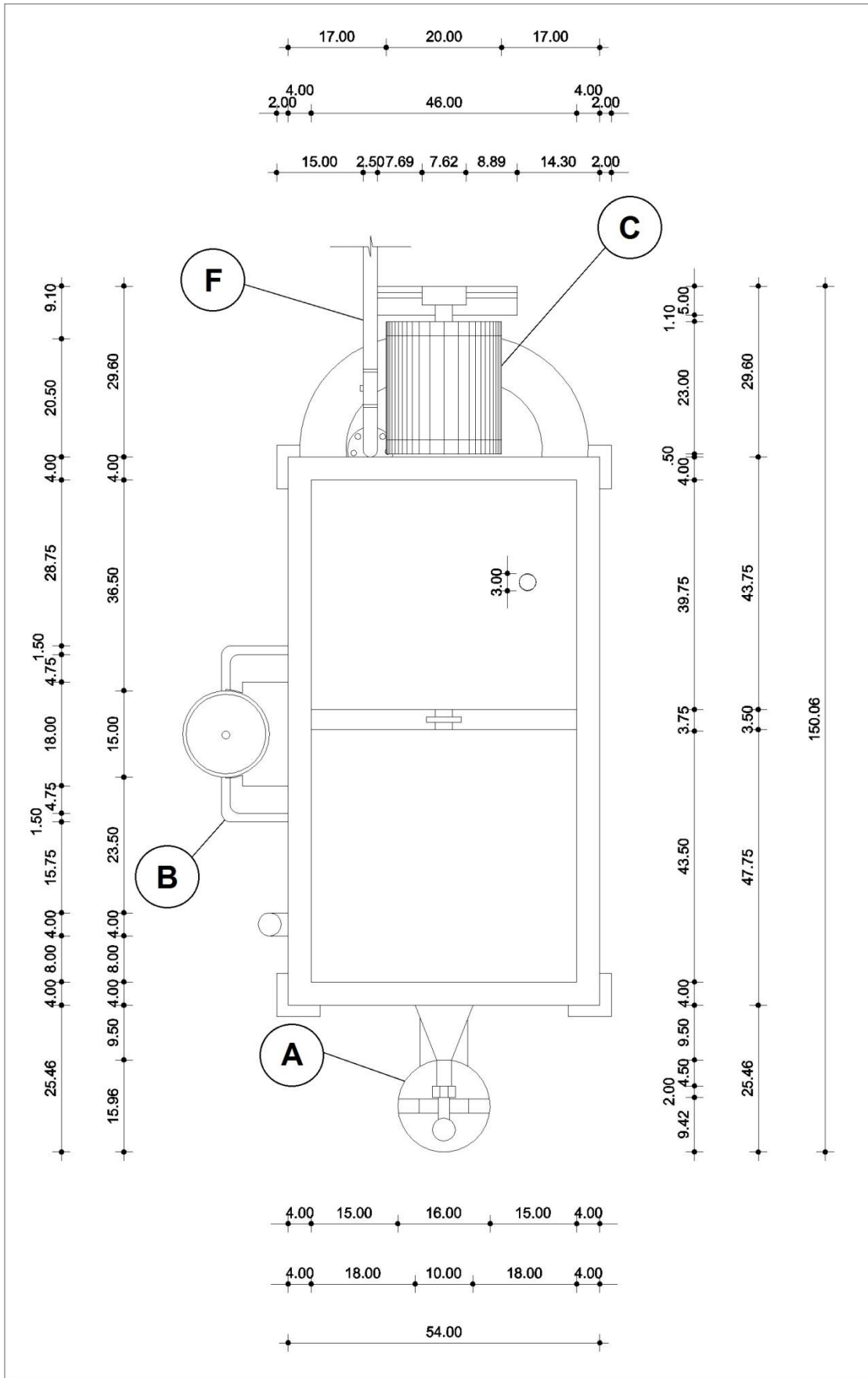


Fig. 93 Vista superior de la máquina



La vista lateral contiene en la parte central una pieza que sirve como tope para que la máquina se suspenda con el separador de material ubicado en la parte central de la máquina, en la parte superior está un anillo de acero para recibir el gancho de la polea. La inclinación que indica la figura es para generar mayor turbulencia en el baño y ayudar que el baño recorra todas las fibras durante el proceso de tintura.

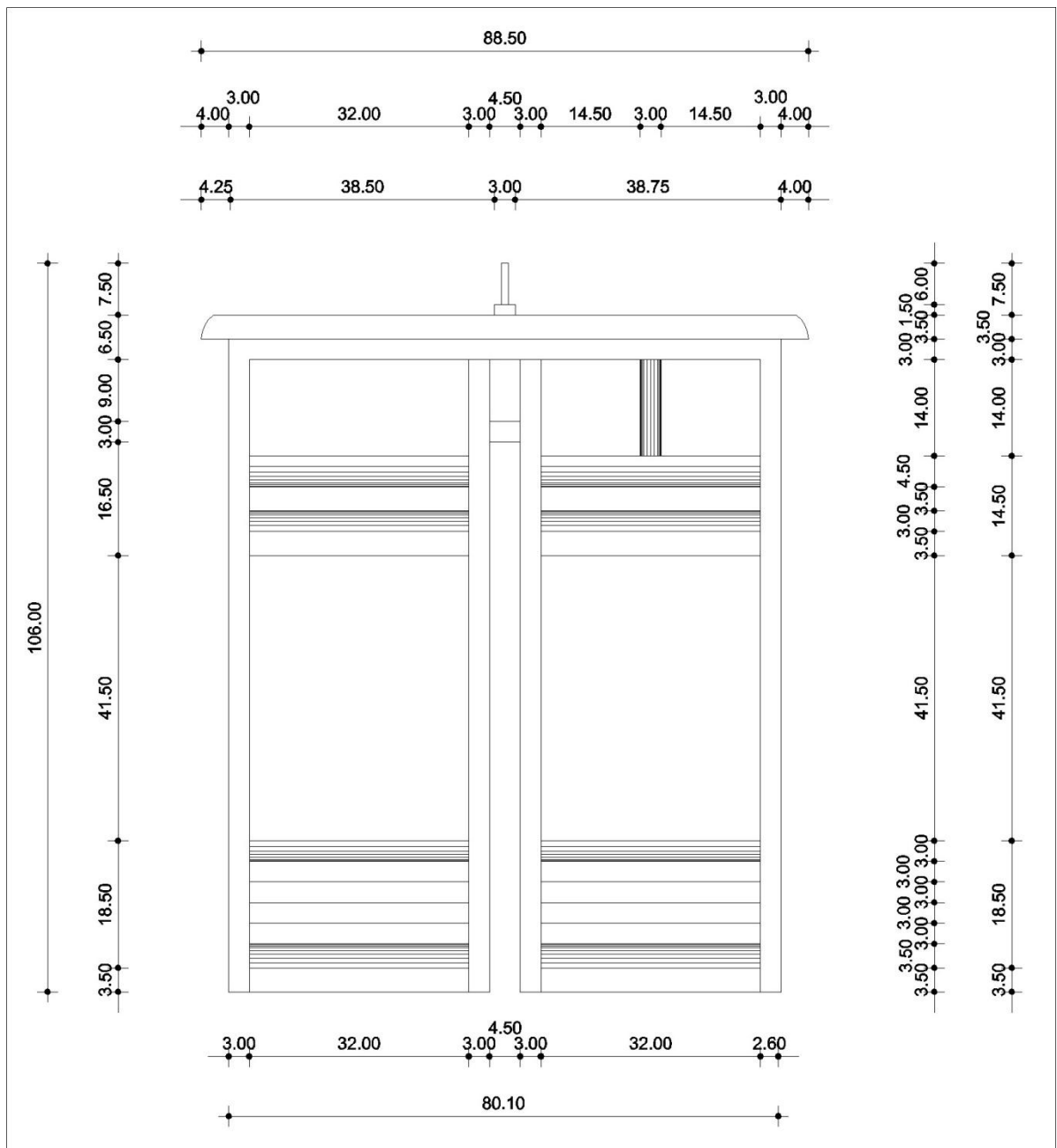


Fig. 95 Vista lateral canasta

El piso de la canasta está compuesto de igual manera por acero inoxidable de 1 mm. de espesor, se ha visto conveniente que contenga perforaciones para que se puede filtrar con facilidad el baño, la figura 96 indica un corte de la malla de acero inoxidable y la distribución de sus perforaciones.

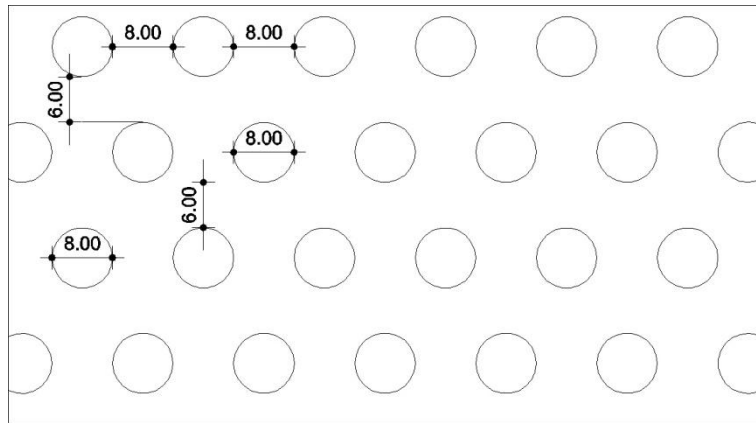


Fig. 96 Malla

El siguiente gráfico corresponde a un corte longitudinal de la máquina que permite representar el movimiento del baño al interior de la máquina de tintura, generado por las aspas de la hélice; se ve en su parte central el separador al interior de la máquina, su forma se ha dispuesto para contribuir a la generación de turbulencia en el baño.

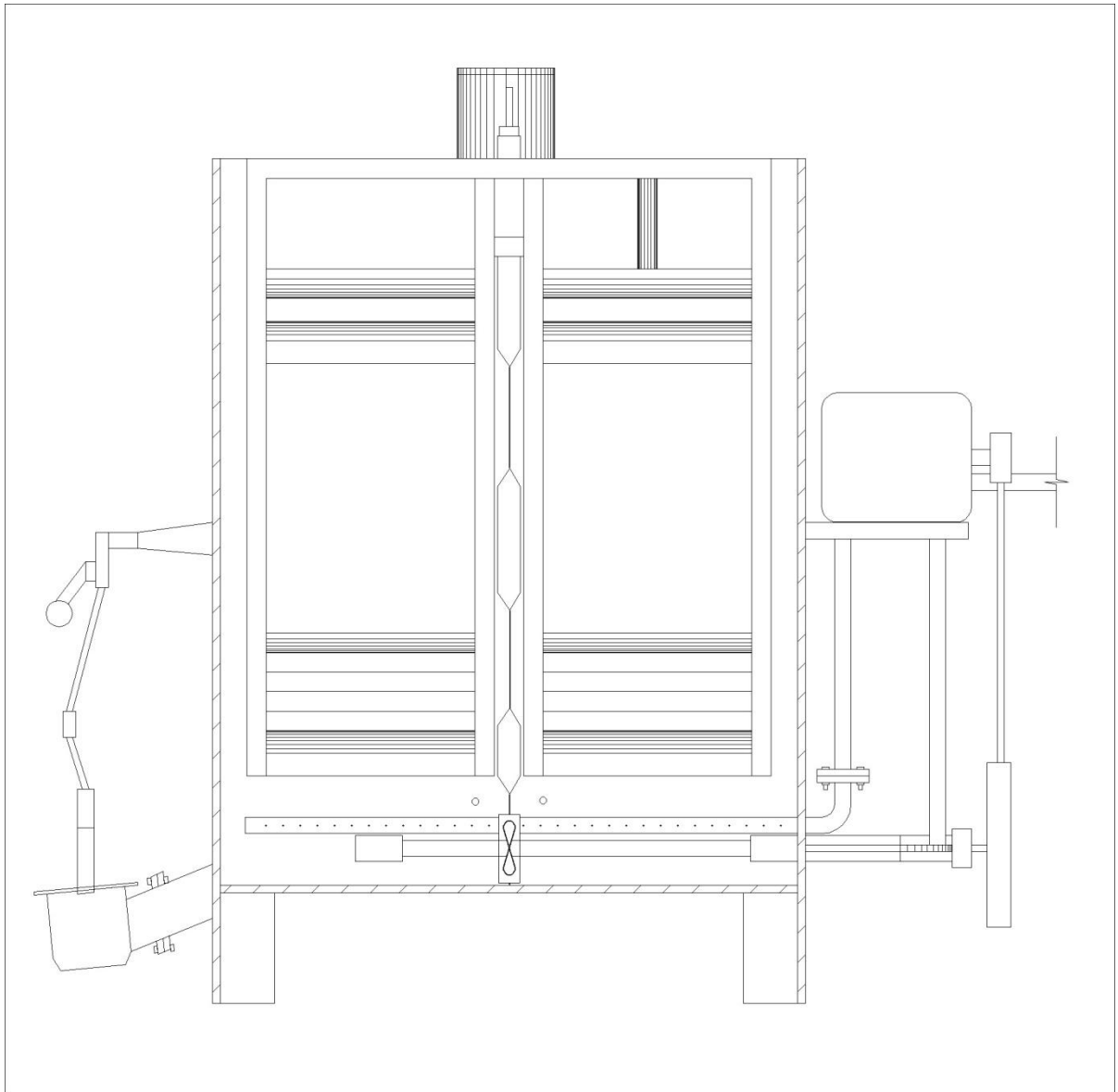


Fig. 97 Movimiento del baño al interior de la máquina

### 4.1.3 SISTEMA DE CALENTAMIENTO DEL BAÑO

En IMBATEX el calentamiento del baño se lo realiza mediante el suministro de agua caliente y vapor proveniente de un caldero, por lo que se vio conveniente colocar en la parte inferior de la máquina una alimentación mediante tubería de acero inoxidable perforada, con la apariencia de “flauta”,

orificios por donde se filtra el agua caliente y vapor, controlada por una llave de media vuelta, así:



Fig. 98 Suministro de calor

El gráfico indicado anteriormente es la representación del suministro de calor, para lo cual ha sido necesario aislar completamente la máquina y mostrar únicamente su tubería, por facilidad de representación y de asimilación operativa.

#### **4.1.4 SISTEMA DE SUMINISTRO DE COLORANTES Y AUXILIARES**

Para el suministro de colorantes y auxiliares se ha implementado un recipiente cilíndrico en la parte lateral izquierda de la máquina, en donde se vierte cada uno de los auxiliares, contenido que desciende hasta la parte

inferior, donde al llegar a una “T” se divide su flujo para ser depositado hacia el interior de la máquina.



Fig. 99 Suministro de colorantes y auxiliares

#### **4.1.5 SISTEMA DE MOVIMIENTO DEL BAÑO**

Para efecto de una buena tintura es necesario que el baño esté en movimiento, para lo cual se ha dispuesto de una hélice en la parte inferior, que al igual que las partes que están en contacto con el baño, de acero inoxidable, acoplado a un eje que recibe su movimiento a través de un sistema de transmisión compuesto por dos poleas, una de 3 pulgadas y otra



de 10 y una banda, movimiento generado por un motor que gira a 1700 r.p.m.

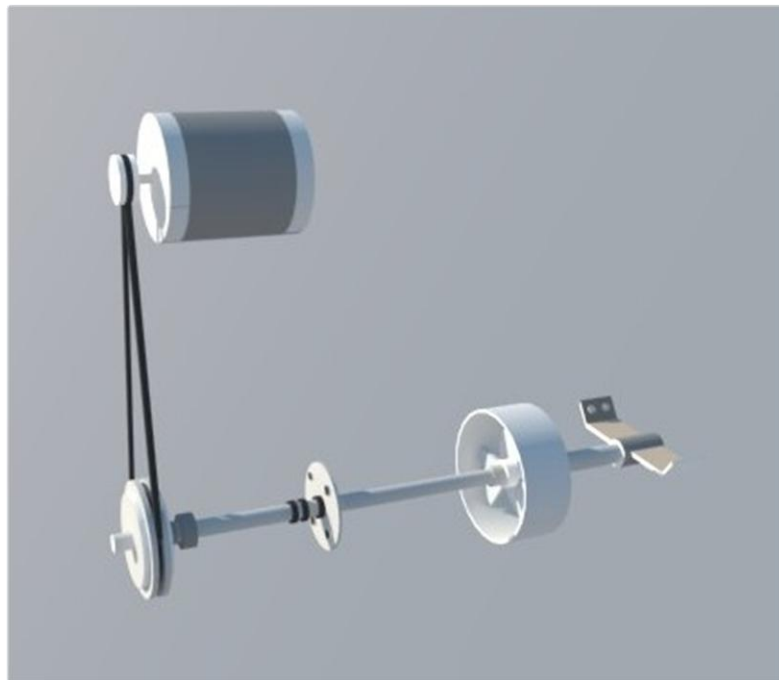


Fig. 100 Sistema de movimiento del baño

La longitud de la banda se la calculó mediante la siguiente expresión:

$$L \cong 2e + 1,57 \times (d + D) + \frac{(D - d)^2}{4e}$$

Teniendo que la polea motriz (d) es de 3 pulgadas, (D) de 10 y la distancia entre ejes (e) es de 22, entonces:

$$L = 2(22) + 1,57 \times (3 + 10) + \frac{(10 - 3)^2}{4(22)}$$

$$L = 64.97 \text{ pulgadas} \sim 165.02 \text{ centímetros}$$

El sistema de transmisión del movimiento es reductor por lo que el número de revoluciones de nuestra hélice está dado por:

$$\text{r. p. m.} = 1700 \times \frac{3}{10}$$

$$\text{r. p. m.} = 510$$

Entonces el diámetro del eje se calcula con la siguiente expresión:

$$D = \sqrt[3]{\frac{110 \times \text{HP}}{\text{r. p. m.}}}$$

así:

$$D = \sqrt[3]{\frac{110 \times 1 \times 60 \text{ s} \times 1000 \text{ mm.}}{510 \text{ r. p. m.} \times 1 \text{ m.}}}$$

$$D = 23.47 \text{ mm.}$$

## **4.2 CONSTRUCCIÓN**

Para construir nuestra máquina de tintura se ha recurrido al empleo de herramientas adecuadas tales como una dobladora, guillotina ó cizalladora, punzonadora, una suelda TIG, además del uso de compás, escuadra, lápiz, lija y sierra para metales. Todos los materiales utilizados en la construcción se adquirieron en el medio.

### **4.2.1 ESTRUCTURA PRINCIPAL**

En la elaboración de la estructura principal se ha tenido previamente que tomar en cuenta las medidas del diseño para proceder en la cizalladora a cortar las láminas de acero inoxidable de espesor de 1.2 mm, optimizando las dimensiones de la lámina que son de 1220 x 2440, una vez que las piezas están cortadas bajo las dimensiones del diseño pasan por la dobladora a recibir el dobléz requerido para tener sus formas preliminares previas a la unión mediante suelda TIG, empleándose específicamente esta suelda debido al acabado final que le aporta al diseño ya que con ésta se obtienen cordones óptimos, soldando en todas las direcciones, además la pistola es ligera y fácil de manejar y no se forman escorias junto al rastro de la suelda, se emplea electrodos E308L para la soldadura de acero inoxidable.

Los dobleces más pequeños miden de 2 a 3 centímetros y por lo general están ubicados en las caras frontal y posterior, utilizados para el empate con las caras lateral derecha e izquierda.

En la estructura principal están también el mecanismo de desfogue de baño para cuando se ha terminado el proceso de tintura, proceder a drenar la máquina, construido con una varilla de acero inoxidable de 10 x 6000, una pieza de hierro fundido y una brida de 4 pulgadas para empalmar el ducto de desfogue hecho de acero inoxidable.



Fig. 101 Fachada principal de la máquina

En la vista lateral derecha se tiene incrustado en la fachada un termómetro que indica el ascenso de temperatura del baño, para lo que fue necesario perforar la cara lateral de la máquina, además de unas ventanas circulares

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

para máquinas de tintura de  $5\frac{1}{4}$  pulgadas de acero inoxidable, para lo que fue necesario cortar el área que ocupan para luego ser soldadas.



Fig. 102 Fachada lateral de la máquina

Además en cada una de las caras de nuestra máquina se ha adherido barras cuadrangulares formadas en la dobladora, que tienen como finalidad brindar un refuerzo a las paredes de la máquina evitando que estas flejen.

#### 4.2.2 CANASTA DE MATERIAL

La canasta del material está formada por acero inoxidable de 1 mm. de espesor, los dobleces son sucesivos de 3 centímetros para que su forma irregular genere en el baño mayor turbulencia, combinado a la agitación del baño y el diseño de la estructura principal permitan que el baño fluya por entre las fibras. Las dos áreas de tintura están a 4.5 cm. de distancia y desde la base de la canasta a 80 cm. hacia arriba se encuentra un tope que hace que la canasta se suspenda en el separador de áreas de tintura.



Fig. 103 Vista de canasta del material

Existen 4 mallas de 35 x 35 cm. utilizadas como asientos de nuestra canasta, los mismos que son soldados con los ángulos formados por el dobles, las mallas de igual manera son de láminas de acero inoxidable punzonado para que sus orificios que miden 8 mm. de diámetro permitan el libre movimiento del baño dentro y fuera de la canasta.



Fig. 104 Malla de la canasta del material

Para la parte superior de nuestra canasta se ha empleado acero inoxidable de 1.2 mm. de espesor, tomando en cuenta que representa la tapa de nuestra máquina, en su parte inferior consta de un refuerzo formado por barras soldadas a manera de cruz, en la cara exterior está asegurado un anillo de acero inoxidable para la sujeción del gancho proveniente del tecele que se maniobra manualmente para el ascenso y descenso de la canasta antes y después del proceso de tintura, primero para cargar las fundas de

polipropileno que contienen el top devanado y posteriormente para retirarlas y proceder a secar el material.



Fig. 105 Fachada lateral de la canasta

#### **4.2.3 SISTEMA DE CALENTAMIENTO DEL BAÑO**

El vapor y agua caliente proveniente del caldero es transportado mediante tubería de acero Hidro 3 de 25.4 x 6000 mm. para lo que se empata



mediante una “T” la tubería de distribución que viene del caldero, pasando por un codo para cambiar la dirección de la tubería y para cerrar el paso del agua caliente se ha añadido una llave de media vuelta de 1 pulgada e ingresar hasta el interior de la máquina bajo la apariencia de “flauta” a lo largo de todo su interior y distribuir el vapor y agua caliente.



Fig. 106 Calentamiento del baño

#### **4.2.4 SISTEMA DE SUMINISTRO DE COLORANTES Y AUXILIARES**

Para construir el sistema de suministro se ha empleado acero inoxidable de 1 mm. de espesor, unido mediante solda a un tubo de  $\frac{1}{4}$  de diámetro y

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

posteriormente a dos bridas de 2 pulgadas el flujo dividido es depositado por gravedad en las dos áreas de tintura de la máquina para que por agitación de la hélice es disuelto en el baño, el recipiente para el depósito de colorantes y auxiliares se encuentra en la parte superior sujeto mediante tornillos a un soporte que se lo ha implementado con acero inoxidable de 1.2 mm. de espesor para ser soldado en el borde superior izquierdo de la estructura principal de la máquina.

De manera adyacente se corta la pared lateral izquierda para anexar un tubo de 1 ¼ de diámetro que cumpla la función de desfogue por altura alcanzada en el contenido de la máquina, líquido que una vez llegado al suelo es guiado por desnivel hacia la cañería.



Fig. 107 Suministro de colorantes y auxiliares

#### 4.2.5 SISTEMA DE MOVIMIENTO DEL BAÑO

Para la construcción del sistema de movimiento del baño se adquirió un ángulo de hierro de  $\frac{3}{4}$  que sirve para realizar un armazón de soporte en el que por medio de tornillos descansa nuestro motor. El armazón de soporte está soldado a la barra de refuerzo de la cara posterior de la máquina en su parte superior y en la parte inferior está atornillada a un soporte de hierro fundido, el cual se lo recibe ya rectificado para poder empotrarlo a los ángulos de la cara posterior de la máquina y poder amortiguar el movimiento del eje de acero inoxidable que tiene un diámetro correspondiente a 1 pulgada.

El eje recibe la potencia proveniente del motor mediante una polea de 3 pulgadas, a través de una banda estriada A58 que disminuye las pérdidas de potencia por falta de tracción la misma que envuelve la polea de 10 pulgadas acoplada a nuestro eje.



Fig. 108 Sistema de movimiento

A la mitad del eje dentro de la máquina está adaptada una hélice de 3 aspas de acero inoxidable que hace posible la circulación del baño y al final se tiene un bocín interno atornillado a las paredes interiores de la máquina, todo de acero inoxidable ya que están en contacto continuo con el baño.



Fig. 109 Movimiento del baño

Para la conexión del motor se empleó cable flexible #12, el circuito está protegido con un switch de 30 A. y se acciona mediante un relé de 110 v.

### **4.3 MATERIALES Y COSTOS**

En virtud a lo manifestado en la carta de auspicio firmada por el propietario de Imbatex, los materiales fueron adquiridos por la empresa y la máquina realizada con materiales de fácil obtención en el medio, disponibles en casas comerciales de ferretería industrial, en su mayoría, a precios competitivos.

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

La tabla que se muestra a continuación contiene en su primera columna la descripción de los materiales constitutivos de la máquina, en la siguiente columna están los costes totales que importó su adquisición correspondientes a cada ítem y a la derecha se registra su finalidad dentro del diseño.

DESCRIPCIÓN	COSTOS (\$)	UTILIZACIÓN
Láminas de acero inoxidable de 1.2 x 1220 x 2440	795,20	Estructura principal
Láminas de acero inoxidable de 1.0 x 1220 x 2441	198,66	Canasta de material
Varilla de acero inoxidable 10 x 6000	4,36	Sistema de evacuación del baño
Eje de 25.4 x 1228 de acero inoxidable	27,26	Movimiento del baño
Ángulo de 2 x 3/4 de hierro	4,87	Soportes del motor
Pieza de hierro fundido y rectificado	6,50	Desfogue del baño
Empaque industrial	2,15	Desfogue del baño
Tubo de 1 1/4 x 2 m. de acero inoxidable	10,42	Desfogue del baño
Tubo de 1/4 x 2 m. de acero inoxidable	4,55	Suministro de colorantes y auxiliares
Chumaceras de 25.4 KDF	22,00	Transmisión de movimiento
Electrodos E - 308L	9,26	Unión de partes
Bridas	40,20	Alimentación de agua y evacuación del baño
Pernos de acero inoxidable	11,20	Sujeción del motor, chumaceras y seguridad de bridas
Llave de media vuelta de 1"	5,50	Alimentación de agua
Codo galvanizado de 1"	0,42	Alimentación de agua
"T" galvanizado de 1"	0,95	Alimentación de agua
Tubería de acero Hidro 3 de 25.4 x 6000	17,00	Alimentación de agua
Empaque industrial para tuberías	6,50	Transmisión de movimiento
Polea de 3"	6,00	Transmisión de movimiento
Polea de 10"	20,00	Transmisión de movimiento
Banda A58	4,50	Transmisión de movimiento
Motor de 1 HP 1700 r.p.m.	142,00	Movimiento de la máquina
Ventanas para visión interna de 5 1/4	31,46	Supervisión del proceso de tintura
Cable flexible #12	3,85	Conexión del motor

“Diseño y construcción de una máquina para la tintura de tops de lana”

Switch de 30 A.	9,00	Protección del circuito
Relé de 110 v.	11,00	Accionamiento del circuito
Tecla de 2 T.	43,00	Manipulación de la canasta del material
Termómetro industrial	17,85	Control de temperatura del baño
Soporte de hierro fundido y rectificado	10,00	Transmisión de movimiento
<b>TOTAL</b>	<b>1465,66</b>	

Tabla 4. Materiales utilizados y costos

## CAPÍTULO V

### 5. PRUEBAS DE TINTURA

Una vez terminada la construcción de la máquina de tintura de tops se procede a realizar pruebas de tintura para comprobar su funcionalidad operativa en colores bajos, medios y oscuros y la igualación que se alcanza, determinando también su capacidad.

#### 5.1 CAPACIDAD

Se determina teóricamente la capacidad de la máquina, calculando primero su volumen, tomando en cuenta que la máquina debe trabajar al menos 15 centímetros hacia abajo desde el borde superior. También es necesario remitirse a las medidas reales de la máquina ya que al momento del maquinado y construcción pueden variar las dimensiones establecidas en el diseño.

Entonces al tomar la vista frontal se tiene desde la parte superior hacia abajo un área de un paralelogramo perfecto ( $A_1$ ) y en la parte inferior un trapecio ( $A_2$ ) que para efecto de cálculos de áreas se lo divide en tres, dos triángulos similares ( $A_3$ ) y un cuadrilátero central ( $A_4$ ) que está ubicado a la altura del mecanismo de desfogue y los triángulos a los lados.

Para calcular el volumen se multiplica por el fondo de la máquina que es el mismo para cualquiera de las áreas.

$$A_1 = b \times h$$

$$A_1 = 0.45 \times 0.88$$

$$A_1 = 0.396 \text{ m}^2$$

Mediante trigonometría se obtiene la base y la altura del triángulo, luego el área resultante se la multiplica por 2.

$$A_3 = \frac{b \times h}{2}$$

$$A_3 = \frac{0.1929 \times 0.0855}{2}$$

$$A_3 = 0.0082465 \text{ m}^2 \therefore 2A_3 = 0.0165 \text{ m}^2$$

$$A_4 = 0.12 \times 0.10$$

$$A_4 = 0.012 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 2A_3 + A_4$$

$$A_2 = (0.0165 + 0.012) \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.0285 \text{ m}^2$$

$$A_T = (0.396 + 0.0285) \text{ m}^2$$

$$A_T = 0.4245 \text{ m}^2$$

El volumen se lo obtiene al multiplicar por el fondo común que es, 0.86 m.



$$V_T = 0.365 \text{ m}^3$$

Si el peso de la canasta es de 20.78 Kg. y tomando en cuenta que la densidad del acero es de  $7.85 \text{ gr/cm}^3$ , entonces el volumen de la canasta es:

$$V_{\text{CANASTA}} = \frac{20.78 \text{ Kg}}{\frac{7.85 \text{ gr}}{\text{cm}^3}} \times \frac{1000 \text{ gr}}{1 \text{ Kg}} \times \frac{\text{m}^3}{1 \times 10^6 \text{cm}^3}$$

$$V_{\text{CANASTA}} = 2.64 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Como el material va alojado dentro de la canasta en fundas de polipropileno, en los espacios de tintura que dispone la canasta, el volumen de tintura de la canasta está determinado por:

$$V_{\text{TC}} = a \times b \times h$$

$$V_{\text{TC}} = (0.38 \times 0.39 \times 0.95) \text{ m}^3$$

$$V_{\text{TC}} = 0.1408 \text{ m}^3$$

$$\text{Si } \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$0.1408 \text{ m}^3 \times \frac{1 \times 10^6 \text{cm}^3}{\text{m}^3} = 1.408 \times 10^5 \text{ cm}^3$$

$$1.408 \times 10^5 \text{ cm}^3 \times 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 1.408 \times 10^5 \text{ gr H}_2\text{O}$$

Ahora el volumen máximo de la máquina a trabajar está dado por: la diferencia entre el volumen total y el volumen de la canasta que ocupa y que por principio de Arquímedes desplaza un volumen directamente proporcional a este, así:

$$V_{M\acute{a}x} = V_T - V_C$$

$$V_{M\acute{a}x} = (0.365 - 2.64 \times 10^{-3}) \text{ m}^3$$

$$V_{M\acute{a}x} = 0.362 \text{ m}^3$$

Una vez que se ha establecido la capacidad de la máquina de tintura que es de alrededor de 360 litros, teniendo presente que el baño debe estar por encima del separador al interior de la máquina para lograr una correcta circulación del baño y su alcance a las fibras, se procede a determinar la capacidad en lana de la canasta de manera experimental con 6, 8, 10, 12, 14 y 16 kg.

Cabe mencionar que para todas las pruebas se procedió a devanar el material del top inicial y depositarlo manualmente dentro de las fundas de polipropileno al interior de los compartimientos de la canasta del material.

Resultados:

- En el caso de la prueba realizada con 6 kg. el material ha sido distribuido al interior de la canasta, notándose que sobra espacio, su tintura es normal,

pero principalmente no resulta eficiente tinturar paradas de 6 kg. El resultado del top tinturado se muestra en la figura 110.



Fig. 110 Prueba de tintura con 6 kg.

- Para 8 kg. en la figura 111 la tintura se presenta uniforme en todo el top, pero todavía puede caber más material al interior de la canasta de tintura.



Fig. 111 Prueba de tintura con 8 kg.

- En la siguiente figura se indica la prueba realizada con 10 kg. el material cabe con exactitud al interior de la canasta de tintura, el resultado de la tintura es un top uniforme, de color completamente homogéneo.



Fig. 112 Prueba de tintura con 10 kg.

- Al tinturar 12 kg. fue necesario ingresar el material con algo de presión dentro de la canasta, su tintura presenta ligeras diferencias de tono.



Fig. 113 Prueba de tintura con 12 kg.

- Para la prueba de 14 kg. se puede cargar la máquina, pero la tintura es muy irregular.



Fig. 114 Prueba de tintura con 14 kg.

- Al intentar realizar la prueba de tintura con 16 kg. no se puede cargar el top en su totalidad.

De esto se puede derivar que la prueba con 10 kg. es la ideal con respecto a tintura y capacidad de carga, pero se opta por trabajar con 12 kg. ya que se tiene mayor capacidad en tintura y los problemas de uniformidad se solucionan al momento de pasar el top por el gill de primer paso empleado en la preparación y mezcla de las cintas indicado en la figura 69, concluyendo que la relación de baño a trabajar de la máquina es de 1:30.

## **5.2 PRUEBAS DE COLORES**

Para las pruebas que se realizan a continuación se ha empleado los colores del catálogo de Imbatex para el presente año y sus respectivas denominaciones, en tonos bajos, medios y oscuros, donde se empieza con una descripción de identificación, luego se enumeran los productos empleados, se registra la curva de tintura seguida para el proceso y finalmente se enuncian algunas conclusiones y recomendaciones derivadas de la tintura, así:

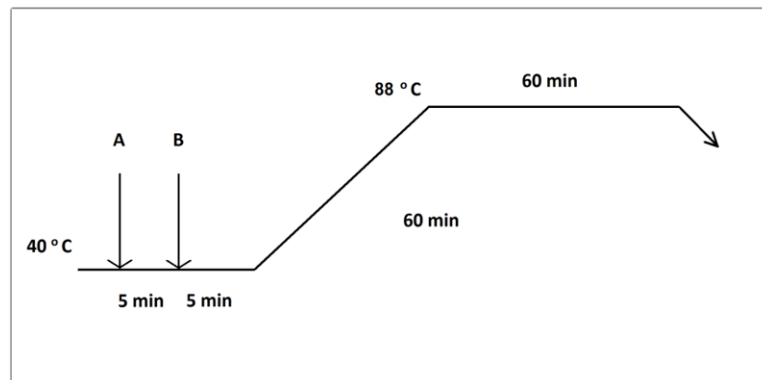
### **5.2.1 TONOS BAJOS**

Entre los tonos bajos están: el lila, celestial, lychee y masapan.

### HOJA PATRÓN #1

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	LILA

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
ROJO B		0,0230	2760	2.760	0.002760
AZUL T		0,0146	1752	1.752	0.001752
CAFÉ 100%		0,0100	1200	1.200	0.001200
IGUALANTE	250				
ÁCIDO	150				



- A: Suministro de auxiliares.
- B: Suministro de colorantes.



**CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

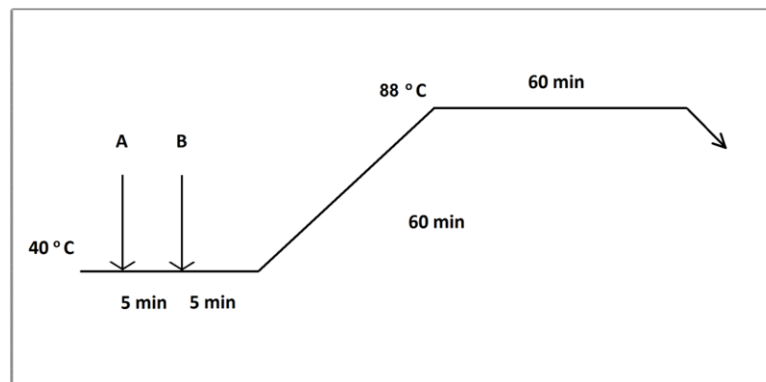
**RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

## HOJA PATRÓN #2

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	CELESTIAL

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
CAFÉ 150%		0.0170	2040	2.040	0.00204
AZUL 260		0.1270	15240	15.24	0.01524
AMARILLO FG		0.0200	2400	2.400	0.00240
IGUALANTE	250				
ÁCIDO	25				



- A: Suministro de auxiliares.  
B: Suministro de colorantes.

## **CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

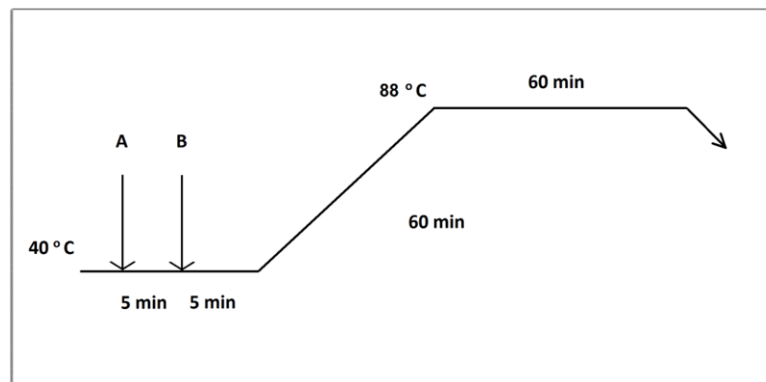
## **RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

### HOJA PATRÓN #3

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	LYCHEE

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
ORANGE		0.040	4800	4.8	0.00480
VERDE GS		0.028	3360	3.36	0.00336
ROJO 4		0.065	7800	7.8	0.00780
IGUALANTE	250				
ÁCIDO	150				



- A: Suministro de auxiliares.
- B: Suministro de colorantes.

**CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

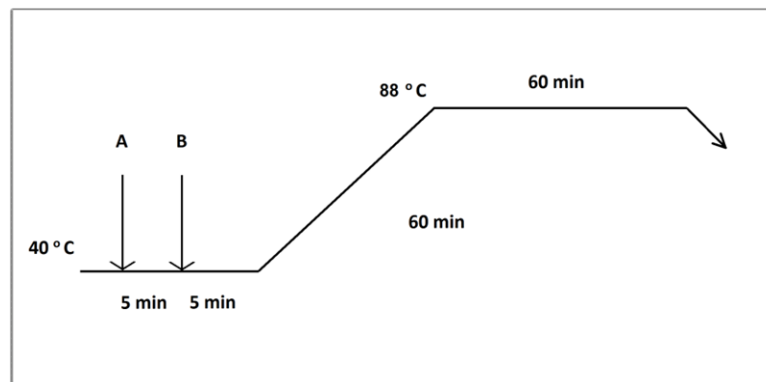
**RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

### HOJA PATRÓN #4

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	MASAPAN

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
AZUL 260		0.072	8640	8.64	0.00864
ROJO B		0.025	3000	3.00	0.00300
CAFÉ 150%		0.093	11160	11.16	0.01116
IGUALANTE	250				
ÁCIDO	80				



- A: Suministro de auxiliares.
- B: Suministro de colorantes.

**CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

**RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

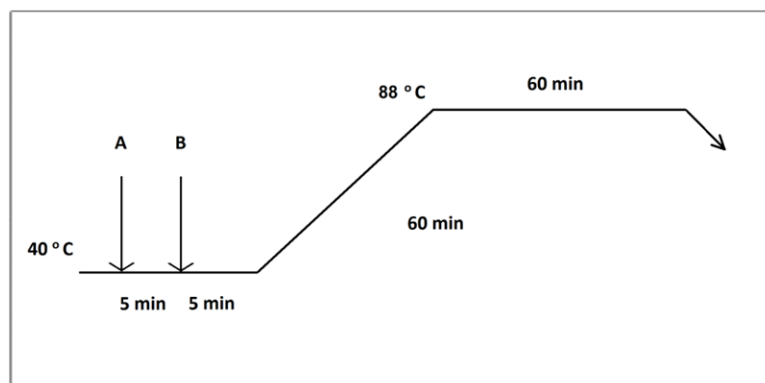
## 5.2.2 TONOS MEDIOS

Los tonos medios tinturados son: azafrán, cedro, desierto y praline.

### HOJA PATRÓN #5

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	AZAFRÁN

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
AMARILLO MT		0.230	27600	27.60	0.02760
AMARILLO 2G		0.093	11160	11.16	0.01116
AZUL A		0.017	2040	2.040	0.00204
ROJO G		0.026	3120	3.120	0.00312
IGUALANTE	150				
ÁCIDO	350				



- A: Suministro de auxiliares.  
B: Suministro de colorantes.



## **CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

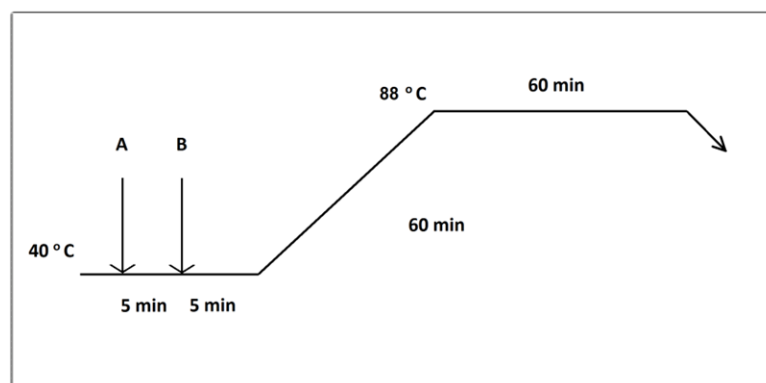
## **RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

### HOJA PATRÓN #6

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	CEDRO

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
CAFÉ 150%		0.190	22800	22.80	0.02280
AMARILLO FG		0.080	9600	9.60	0.00960
AZUL T		0.070	8400	8.40	0.00840
ROJO B		0.032	3840	3.84	0.00384
IGUALANTE	250				
ÁCIDO	250				



- A: Suministro de auxiliares.
- B: Suministro de colorantes.

## **CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

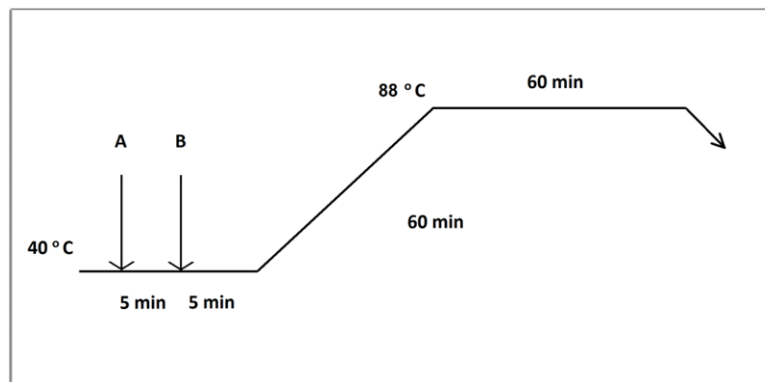
## **RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

### HOJA PATRÓN #7

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	DESIERTO

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
ORANGE		0.170	20400	20.40	0.02040
VERDE GS		0.025	3000	3.00	0.00300
ROJO 4		0.028	3360	3.36	0.00336
IGUALANTE	250				
ÁCIDO	200				



- A: Suministro de auxiliares.
- B: Suministro de colorantes.

**CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

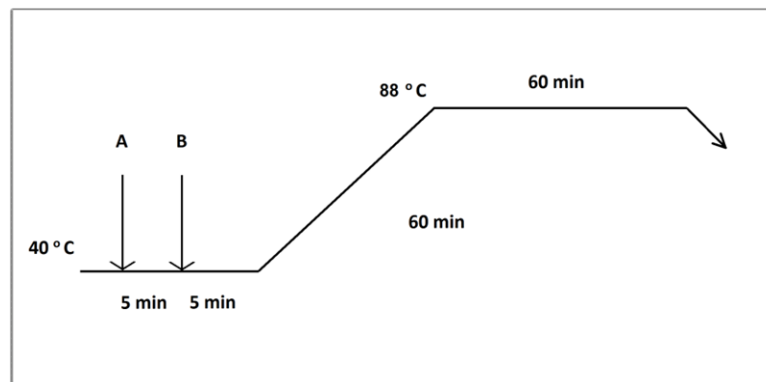
**RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

### HOJA PATRÓN #8

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	PRALINE

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
CAFÉ 150%		0.4640	55680	55.68	0.055680
AZUL T		0.0214	2568	2.568	0.002568
ROJO B		0.0179	2148	2.148	0.002148
IGUALANTE	150				
ÁCIDO	200				



- A: Suministro de auxiliares.
- B: Suministro de colorantes.

## **CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

## **RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

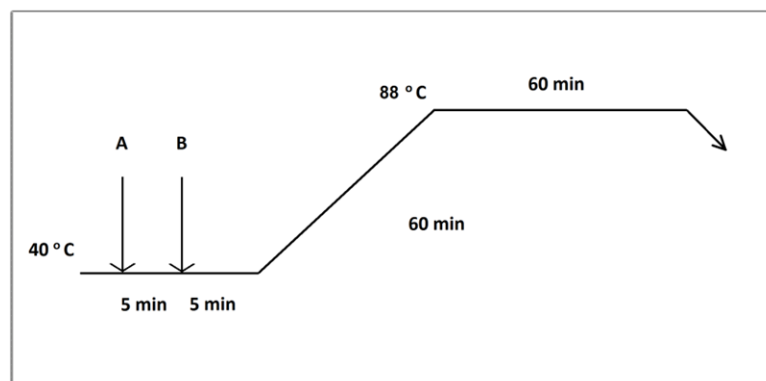
### 5.2.3 TONOS OSCUROS

Y para las pruebas de los tonos oscuros se tinturó: el carmín, frambuesa, fucsia, y negro.

#### HOJA PATRÓN #9

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	CARMÍN

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
ROJO G		1.95	234000	234	0.234
AZUL T		0.025	3000	3.00	0.003
IGUALANTE	150				
ÁCIDO	300				



A: Suministro de auxiliares.

B: Suministro de colorantes.



## **CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

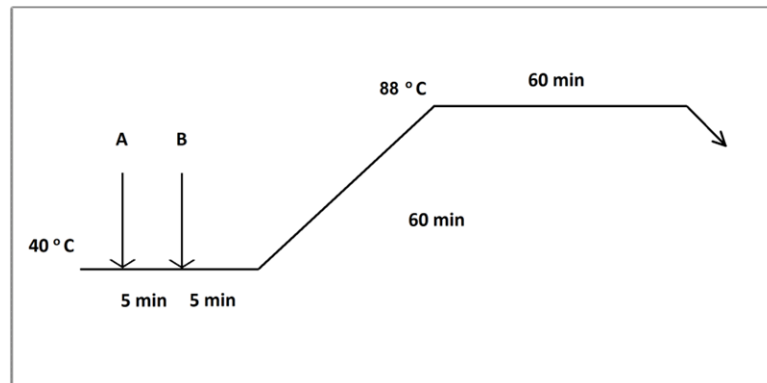
## **RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

### HOJA PATRÓN #10

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	FRAMBUESA

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
ROJO G		1.6	192000	192	0.192
AZUL A		0.096	11520	11.52	0.01152
IGUALANTE	100				
ÁCIDO	350				



- A: Suministro de auxiliares.
- B: Suministro de colorantes.

## **CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

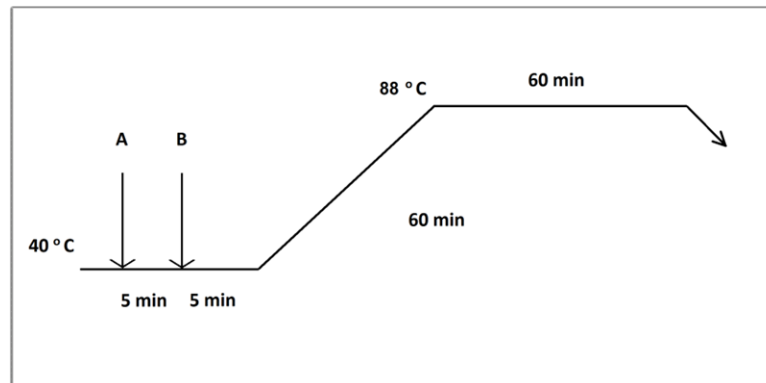
## **RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

### HOJA PATRÓN #11

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	FUCSIA

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
ROJO G		0.57	68400	68.4	0.06840
AZUL A		0.018	2160	2.16	0.00216
IGUALANTE	150				
ÁCIDO	250				



- A: Suministro de auxiliares.
- B: Suministro de colorantes.

**CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

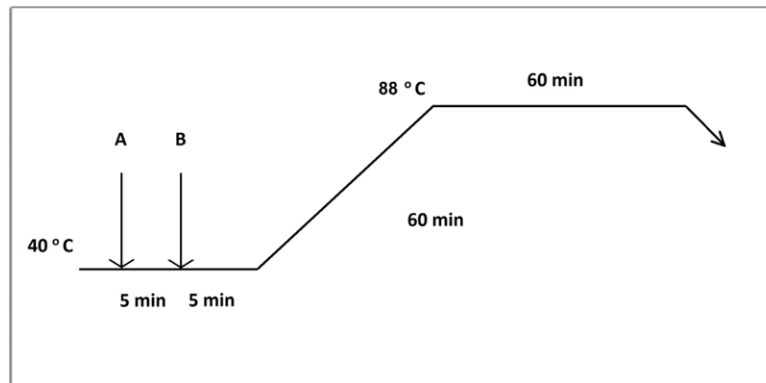
**RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

## HOJA PATRÓN #12

<b>EQUIPO</b>	MÁQUINA DE TINTURA DE TOPS
<b>MATERIAL</b>	LANA (WO) 100%
<b>R/B</b>	1/30 (360 l.)
<b>PESO</b>	12 KG.
<b>COLOR</b>	NEGRO

PRODUCTOS	ml.	%	mg.	g.	Kg.
NEGRO ATT		2.60	312000	312	0.312
AZUL P2R		0.50	60000	60	0.060
IGUALANTE	100				
ÁCIDO	300				



- A: Suministro de auxiliares.
- B: Suministro de colorantes.

## **CONCLUSIONES:**

- Los colorantes empleados poseen un gran poder de agotamiento, puesto que no es necesario la aplicación de un electrolito y se emplea únicamente ácido fórmico e igualante, como se puede ver en la hoja patrón.
- Es importante la elevación de la temperatura a un gradiente de 1 a 1.5 °C por minuto, para que el acceso del colorante hacia la fibra sea uniforme.
- Los tops empleados en la tintura son de lana lavada, apta para la tintura, por lo que permite que el proceso se desarrolle normalmente y haya una mejor afinidad fibra-colorante.
- El agotamiento del baño es total, puesto que se consiguen los tonos planificados y al momento de desfogar el baño no quedan registros dentro de la máquina; para lo que es necesario mantener el estado de ebullición durante el tiempo de agotamiento establecido en la teoría de la tintura.

## **RECOMENDACIONES:**

- Seguir la teoría de tintura de lana delineado en el capítulo I, especialmente las concentraciones de colorantes y auxiliares empleados, la curva de tintura propuesta y los tiempos que se manejan.
- Planificar la tintura de manera ascendente, es decir de tonos de menor a mayor concentración, caso contrario se debe realizar un lavado de la máquina para retirar el colorante que haya quedado al interior de la máquina y así evitar la contaminación de tinturas posteriores.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. ANÁLISIS DE CALIDAD Y COSTOS**

Una vez realizadas las pruebas de tintura en el capítulo anterior, en el presente se determina cuan rentable es la máquina de tintura de tops, considerando factores como su calidad de tintura y los rubros que representan su construcción y el proceso en sí de tintura.

#### **6.1 ANÁLISIS DE CALIDAD**

El éxito de Imbatex y su posicionamiento en el mercado artesanal textil se debe entre otros factores a: la uniformidad y la solidez de sus tinturas que presentan sus artículos.

En lo concerniente a la calidad de tintura, la empresa Imbatex considera de vital importancia el tomar en cuenta la uniformidad y la solidez al lavado, por lo que en este apartado se da especial importancia en estos dos parámetros.

##### **6.1.1 UNIFORMIDAD**

Una vez tinturado los tops de lana, se procede a retirar el excedente de humedad mediante un ciclo de alrededor de 3 minutos en la centrifugadora, las fundas de polipropileno son abiertas y se extrae manualmente los tops ya tinturados, y por simple constatación visual, la tintura no es completamente



uniforme, presenta muchos tramos en el que la absorción del colorante ha sido muy baja y también partes donde los colorantes se han concentrado de manera más considerable.

Para homogenizar el top tinturado se opta por uno ó dos pasos por el gill de primer paso indicado en la figura 69 el cual es empleado específicamente para la homogenización y mezcla de cintas, teniendo como resultado una cinta homogénea en aspecto y en tintura.

Las figuras que se muestran a continuación indican la apariencia inicial del top tinturado y la apariencia que tiene una vez que el top ha tenido un paso por el gill de primer paso y se mezcla con otro color.



Fig. 115 Top tinturado al primer paso



Fig. 116 Top mezclado al segundo paso

### 6.1.2 SOLIDEZ

Entendida la solidez de una tintura a la resistencia que presenta a variar o perder su color al ser sometida a la acción de un determinado agente, bajo condiciones controladas, pudiendo dar lugar a la degradación del color y/o a la descarga sobre otros textiles.

De las diferentes pruebas de solidez que menciona la ISO (Organización Internacional de Normalización) se ha optado por las pruebas de solidez al lavado.

Para lo que la norma propone la siguiente tabla de valoración de descarga y manchado para las muestras y sugiere el siguiente procedimiento:

<b>EXCELENTE</b>	No destiñe	5	No mancha	a
<b>MUY BUENO</b>	Destiñe muy poco	4	Mancha muy poco	b
<b>BUENO</b>	Destiñe medianamente	3	Mancha medianamente	c
<b>REGULAR</b>	Destiñe fuertemente	2	Mancha fuertemente	d
<b>MALO</b>	Destiñe muy fuertemente	1	Mancha muy fuertemente	e

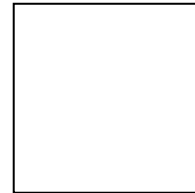
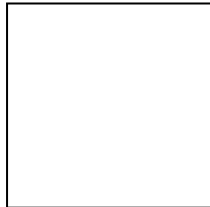
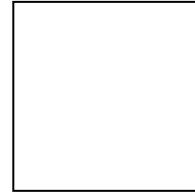
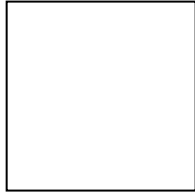
Tabla 5 Tabla de valoración de descarga y manchado

- Se toma una muestra teñida de 10 x 4 cm. y se la coloca entre dos testigos de color blanco, de las mismas dimensiones, un testigo del mismo material y otro de diferente material.
- Se cosen las tres muestras a lo largo de los cuatros lados del rectángulo.
- Se coloca la muestra cosida en una solución jabonosa (5g/l) en relación de baño 1:50.
- Se lava durante 30 minutos a 40 °C, terminado dicho tiempo se retira la muestra y se enjuaga.
- Se escurre la muestra, se retiran las costuras y se seca al aire a temperatura inferior a 60 °C.
- Se valora la degradación de la muestra respecto al original, así como también la descarga sobre los testigos.

Empleando la tabla de valoración se determina que las muestras tinturadas se ubican en un valor de 4a, es decir tienen una solidez al lavado de 4 puntos, destiñe muy poco, pero no mancha los testigos.

ANTES

DESPUÉS



## 6.2 ANÁLISIS DE COSTOS

A más de tener una máquina de tintura de calidad, es necesario considerar los costos que importan el haber implementado su construcción, el costo del proceso propiamente dicho para determinar recuperación de la inversión realizada.

### 6.2.1 COSTOS DE MAQUINARIA

Previamente en el Capítulo V se rescata el valor total de los materiales constitutivos de la máquina de \$1465.<sup>66</sup> dólares americanos, a lo que se suma el valor de la mano de obra en su construcción de \$500.<sup>00</sup> dólares.

Teniendo como rubro total de maquinaria un valor de **\$ 1965.<sup>66</sup> dólares**, desembolsado en su totalidad por la empresa en concordancia con la carta de auspicio firmada por su propietario.

### 6.2.2 COSTOS DE PROCESO

Para el año 2013, a petición de sus clientes y mediante estudio de tendencias, Imbatex ha establecido 16 colores para su catálogo.

La empresa se desempeña con costos variables y costos fijos, los costos variables corresponden a un rubro promedio de los colores del catálogo actual y un valor constante para el diesel, en función de 1 kg de lana tinturada. Así sus costos variables son:

<b>RUBRO</b>	<b>USD/KG</b>
DIESEL	0,02
COL. Y AUXILIARES	0,148624
<b>TOTAL</b>	<b>0,168624</b>

Tabla 6 Costos variables de proceso

Para el caso de los costos fijos la empresa suma valores como por ejemplo depreciación de la maquinaria, un porcentaje de sus sueldos administrativos, de operarios, transporte, servicios básicos, entre otros, trabajando con un nivel de producción promedio de 2500 kg. de lana a tinturar mensualmente, así:

<b>RUBRO</b>	<b>USD/MES</b>
DEPRECIACIÓN MAQUINARIA	208.33
SUELDOS ADMINISTRATIVOS	1000.00
SERVICIOS BASICOS	80.00
SUMINISTROS	30.00
TRANSPORTE	20.00
SUELDOS OPERARIOS	700.00
OTROS	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>2138.33</b>

Tabla 7 Costos fijos

Entonces sus costos unitarios fijos son:

$$\text{COSTOS UNITARIOS} = \frac{\text{COSTOS FIJOS TOTALES (USD)}}{\text{PRODUCCIÓN MENSUAL (Kg.)}}$$

$$\text{COSTOS UNITARIOS} = \frac{2138.33 \text{ USD}}{2500 \text{ Kg.}}$$

$$\text{COSTOS UNITARIOS} = \mathbf{0.8553 \text{ USD/Kg.}}$$

El costo total del proceso por cada kilogramo tinturado de lana es de: **1.0239 USD/Kg.**

### **6.3 RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Para la recuperación de la inversión se debe mencionar que el costo del servicio por kilogramo de lana tinturada es de 1.5 USD, para lo que la utilidad unitaria es la diferencia entre el costo del servicio y el costo del proceso, **0.4761 USD.**

- La utilidad mensual será:  $2500 \times 0.4761 \text{ USD} = \mathbf{1,190.25 \text{ USD}}$

- La utilidad anual será:  $1,190.25 \times 12 = \mathbf{14,283 \text{ USD}}$

La recuperación de la inversión estará dada por:

$$\text{RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN} = \frac{\text{INVERSIÓN REALIZADA (USD)}}{\text{UTILIDAD GENERADA (USD)}}$$

Aquí se utiliza la utilidad generada en un mes para establecer el tiempo de recuperación de la inversión en meses.

$$\text{RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN} = \frac{1,965.66 \text{ USD}}{1,190.25 \text{ USD}}$$

$$\text{RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN} = 1.6514 \text{ meses}$$

Si el nivel de producción en términos de tintura de lana mensualmente es de 2,500 Kg. el valor de la recuperación de la inversión también se puede interpretar como una inversión recuperada luego de tinturar 4,128.67 Kg. de lana. Si el top de lana pesa promedio 12.18 Kg. la inversión realizada para la construcción de la máquina de tintura de tops estará recuperada al tinturar **339 tops** aproximadamente.

#### **6.4 RESULTADOS**

Una vez concluido el diseño y construcción de la máquina de tintura de tops de lana se pueden destacar los siguientes resultados:

1. El diagnóstico en la empresa “IMBATEX” indica que su producción anual es de 30,000 kg. y que la práctica de tintura de tops de lana se la viene practicando desde el año 2011, año en el cual representó un 5% de su producción, para el año 2012 llega a un 25% como tope en producción, teniendo una especial aceptación dentro de sus clientes, razón por la cual la empresa aspira a llegar a un 40%, o sea, 12,000 kg. ó 985 tops a tinturar anualmente como requerimientos.



2. Para la tintura de tops se usan los autoclaves, pero que a diferencia de la tintura de las bobinas de hilos se intercambian las lanzas porta materiales y se descartan los separadores de material, paralelamente a esto se procede a plegar el top en una lanza porta material, teniendo en cuenta el grado de dureza del top plegado para facilitar el ingreso del baño hasta su parte interna.

3. El diseño y construcción de la máquina de tintura de tops fue realizada con materiales de bajo costo, disponibles en el medio, con un costo total de 1,965.<sup>66</sup> dólares.

4. En las pruebas de capacidad realizadas, se determina que la capacidad ideal de tintura es de 12 kg. y la relación de baño de la máquina es de 1/30 y que tiene un buen comportamiento en tonos bajos, medios y oscuros al momento de tinturar.

5. En las pruebas de calidad realizadas, se determina que la calidad de tintura que brinda la máquina es alta, sin maltratar las fibras y con una solidez al lavado de 4 puntos. El costo del proceso por kilogramo tinturado es de 1.<sup>02</sup> dólares.

6. El costo del servicio se ha establecido en 1.<sup>50</sup> dólares, hay una utilidad de alrededor de 47 centavos de dólar por kilogramo de lana tinturada, la recuperación se habrá recuperado una vez tinturado 339 tops.

## CAPÍTULO VII

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño y construcción de una máquina de tintura de tops de lana, obteniendo finalmente una máquina implementada con materiales disponibles en el medio, a un bajo costo, que permite adicionar al proceso de hilado existente un efecto de "tinturas previas", para obtener así hilos competitivos en el mercado por su diseño y sus costos, que satisfacen a sus clientes ya que permite diversificar la oferta de productos del catálogo de IMBATEX.
- El campo del diseño mecánico es muy amplio, ya que ofrece algunas posibilidades al momento de diseñar e implementar soluciones mecánicas, pero se ha determinado que lo más conveniente es dejarse guiar por la experiencia de personas dedicadas a la construcción e implementación de maquinaria, sumando también con creatividad la iniciativa personal al momento de precisar un diseño final.
- La inversión realizada por Imbatex para la adquisición de los materiales, piezas e implementación de la máquina de tintura es de 1,965.<sup>66</sup> dólares, el costo del proceso de tintura de cada kilogramo de lana es de alrededor a 1.<sup>02</sup> dólares, por lo que la empresa ha establecido el valor de 1.<sup>50</sup> dólares para la tintura de un kilogramo de lana, con una utilidad de alrededor de 47 centavos

de dólar por cada kilogramo de lana tinturada para el propósito de recuperación de la inversión.

- La calidad de tintura que brinda la máquina es alta como se puede verificar en las pruebas realizadas, pues los tops tinturados tienen un tacto suave, ya que por el diseño de la máquina no sufren ningún maltrato durante el proceso de tintura; tienen una solidez al lavado de 4 puntos; se puede economizar en los costos del proceso ya que la tintura en tops permite trabajar con un 70% de ácido que lo acostumbrado, debido a que las fibras están abiertas; los problemas de uniformidad que presentan los tops tinturados no representan un inconveniente, ya que necesariamente las cintas son preparadas en el gill de mezcla de primer paso, donde sus fibras se mezclan y la cinta se homogeniza, consiguiendo el color planificado.

- Al momento de realizar el diseño de la máquina necesariamente se deben considerar factores como: la corrosión, relativa facilidad de construcción, configuración externa, sencillo sistema de agitación del baño; la máquina ofrece algunas ventajas, entre las que se cita: el ser una máquina funcional que tintura tops de lana, es de fácil operación, se pueden tinturar partidas o lotes reducidos, sus costos son reducidos y están al alcance del sector textil artesanal.

- El tiempo de recuperación de la inversión calculado de 1.65 meses, no es una solución práctica ya que fue calculado en función del nivel de tintura total mensual (2,500 kg.) y la tintura total no se limita a la tintura de tops, depende en sí de la aceptación y los pedidos que la empresa recepte, de esta consideración se deriva que la inversión se recuperará en tiempo útil de

funcionamiento de la máquina de tintura de tops, una vez tinturados 339 tops.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

- Promover los estudios de diseño y construcción de maquinaria, ya que la transferencia de tecnología en el sector artesanal textil no ha sido difundida, siendo comúnmente la tecnología un limitante, debido a sus excluyentes costos, para el desarrollo económico y productivo de las pymes.
- Verificar que las propiedades de los materiales a utilizarse en la construcción sean los adecuados, se sugiere utilizar acero inoxidable, en lo posible en toda la máquina, soportes y partes auxiliares, considerando que la humedad del ambiente en la tintorería es alta por lo que puede ocasionar la corrosión de éstas.
- Considerar los factores que influyen en el proceso mencionados en el capítulo de tintura de la lana como: las temperaturas, tiempos, cantidades de auxiliares y colorantes requeridos para así poder tinturar con resultados óptimos.
- Utilizar un variador de frecuencia para la realización de la inversión del sentido de giro del motor, ya que actualmente se lo hace cada 10 minutos y de manera manual.

- Implementar un equipo que nos permita realizar el devanado y depósito de los tops en las fundas de polipropileno y que se lo emplee también en la recuperación del top una vez tinturado, con la finalidad de contar con un proceso integral de devanado, tintura y recuperación de tops que disminuya los tiempos manuales empleados en estos.

**ANEXOS:**



Fig. 117 Secado de tops tinturados

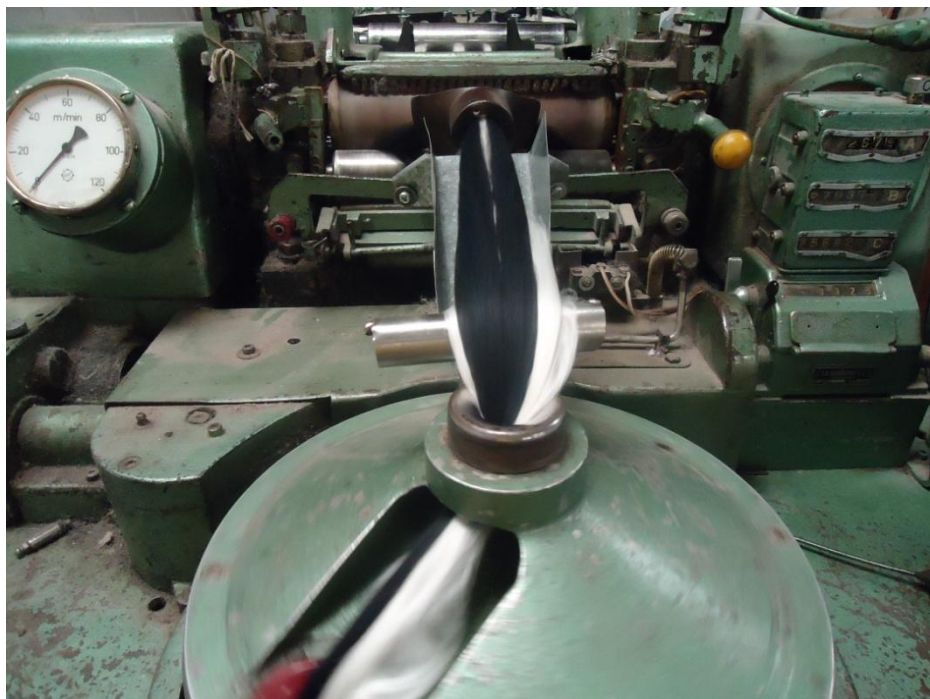


Fig. 118 Mezcla de top tinturado negro con tops de acrílico



Fig. 119 Bobinas de finisor con tops tinturados



Fig. 120 Secado de madejas



Fig. 121 Madeja terminada con tops tinturados



Fig. 122 Muestrario madejas terminadas



## BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, E. (Tesis # 8) "*Diseño y construcción de una máquina viradora enrolladora para la planta académica textil*". (Tesis inédita de ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- CERVO, A., ALCINO, B. (1992). *Metodología Científica*, México D.F., Ed. Mc-Graw Hill.
- CHECA, F. (Tesis #22) "*Diseño y construcción de una máquina para la tintura de géneros textiles artesanales de lana*". (Tesis inédita de ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- CUASAPAZ, N., JIJÓN, L. (2011) (Tesis # 87). "*Elaboración de una guía didáctica virtual para los procesos de tintura del algodón, lana, poliéster y acrílico*". (Tesis inédita de ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- DE LA TORRE VILLAR, E., DE ANDA, R. (1992). *Metodología de la Investigación*. (S/D de ciudad) Ed. Mc-Graw Hill.
- EL ACERO INOXIDABLE, Recuperado de: [http://www.klingspor.de/html/index.php?site=3\\_21\\_65&lng=es](http://www.klingspor.de/html/index.php?site=3_21_65&lng=es).
- ELEMENTOS DE MÁQUINAS, Recuperado de: [http://www.uclm.es/area/aim/AsignaturasWEB/ElementosdeMaquinas/Materialdidactico/Transparencias/Tema1\\_2c.pdf](http://www.uclm.es/area/aim/AsignaturasWEB/ElementosdeMaquinas/Materialdidactico/Transparencias/Tema1_2c.pdf).
- ESCUDERO, R. (2009) (Tesis # 99). "*Reconstrucción y puesta en funcionamiento de una retorcedora de fantasía de huso hueco*". (Tesis inédita de ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- HIDROBLOCK; SISTEMA DI TINTURA ED IDROESTRAZIONE PER PORTAMATERIALI MODULARI, Recuperado de: [http://www.lorisbellini.it/.../it\\_04.pdf](http://www.lorisbellini.it/.../it_04.pdf)
- HIDROCOLUMN; SISTEMA DI TRASPORTO E CENTRIFUGAZIONE DI COLONNE DI ROCHE, Recuperado de: [http://www.lorisbellini.it/.../it\\_14.pdf](http://www.lorisbellini.it/.../it_14.pdf).
- MORALES, N. (1998). *Guía del textil en el acabado I*, Ibarra, Ecuador: Ed. Universitaria UTN

- MOTT, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*, México D.F.: Ed. Mc-Graw Hill
- NAYLER, J., NAYLER, G., (1987), *Diccionario de ingeniería mecánica*, (1ra. ed.). Barcelona: Grijalbo/Referencia
- ¿QUÉ ES EL ACERO INOXIDABLE?, Recuperado de: [http://www.euroinox.org/pdf/map/What\\_is\\_Stainless\\_Steel\\_SP.pdf](http://www.euroinox.org/pdf/map/What_is_Stainless_Steel_SP.pdf).
- ¿QUÉ ES EL ACERO?, Recuperado de: [http://www.infoacero.cl/acero/que\\_es.htm](http://www.infoacero.cl/acero/que_es.htm).
- RODAMIENTOS, Recuperado de: <http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/apuntes/ahumada/pdfs/Rodamientos%20af.pdf>.
- RBNV SISTEMA DI TINTURA AD ASSE VERTICALE-LORIS BELLINI, Recuperado de: [http://www.lorisbellini.it/.../it\\_02.pdf](http://www.lorisbellini.it/.../it_02.pdf).
- SHIGLEY, J., MISCHKE, C. (2002), *Diseño en Ingeniería Mecánica*, (6ta. ed.) Madrid: Ed. Mc-Graw Hill.
- TORRES, E., (2008), *Especificaciones de rodamientos*, SENA. Bogotá, Colombia.