



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
APLICADAS

ESCUELA DE INGENIERÍA TEXTIL

**“ESTUDIO PARA LA FABRICACIÓN DE HILOS NORMAL Nm: 12.5 Y CON EFECTOS Nm: 13.5 EN HILAS A ROTOR R1 Y R20 UTILIZANDO MATERIA PRIMA DE ALGODÓN MÁS REPROCESO EN DIFERENTES PORCENTAJES”**

**TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL**

**AUTOR: JAIME MAURICIO BOLAÑOS JARAMILLO**

**DIRECTOR: ING. EDWIN ROSERO**

**IBARRA – ECUADOR**

**2011**

# 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 determina 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 dejamos sentada nuestra voluntad de participar en éste proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información.

#### DATOS DEL AUTOR

CÉDULA DE IDENTIDAD	100175673-1
APELLIDOS Y NOMBRES	BOLAÑOS JARAMILLO JAIME MAURICIO
DIRECCIÓN	QUITO - ECUADOR
E -MAIL	mauricio.bolanos@vicunha.com.ec
TELÉFONO MOVIL	093802349

#### DATOS DE LA OBRA

TÍTULO	“ESTUDIO PARA LA FABRICACIÓN DE HILOS NORMAL Nm: 12.5 Y CON EFECTOS Nm: 13.5 EN HILAS A ROTOR R1 Y R20 UTILIZANDO MATERIA PRIMA DE ALGODÓN MÁS REPROCESO EN DIFERENTES PORCENTAJES”
AUTOR	BOLAÑOS JARAMILLO JAIME MAURICIO
FECHA	29 de noviembre de 2011
PROGRAMA	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO TEXTIL
DIRECTOR	ING. EDWIN ROSERO

#### 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Jaime Mauricio Bolaños Jaramillo, con cédula de identidad N° 100175673-1, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra de trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y usos 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 143.



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

Yo, Jaime Mauricio Bolaños Jaramillo, con cédula de identidad No. 100175673-1, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte, los Derechos Patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículo 4,5 y 6 en calidad de Autor de la Obra o trabajo de grado denominado: “ESTUDIO PARA LA FABRICACIÓN DE HILOS NORMAL Nm:12.5 Y CON EFECTOS Nm:13.5 EN HILAS A ROTOR R1 Y R20 UTILIZANDO MATERIA PRIMA DE ALGODÓN MÁS REPROCESO EN DIFERENTES PORCENTAJES”, que ha sido desarrollada 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 calidad de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma. ....

NOMBRES: Jaime Mauricio Bolaños Jaramillo

CÉDULA: 100175673-1

Ibarra, a los 29 días del mes de noviembre del 2011

## DECLARACIÓN

Yo, Jaime Mauricio Bolaños Jaramillo, con cédula de identidad No. 100175673-1, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

-----  
Jaime Mauricio Bolaños Jaramillo

CI: 100175673-1

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo con tema: “ESTUDIO PARA LA FABRICACIÓN DE HILOS NORMAL Nm:12.5 Y CON EFECTOS Nm:13.5 EN HILAS A ROTOR R1 Y R20 UTILIZANDO MATERIA PRIMA DE ALGODÓN MÁS REPROCESO EN DIFERENTES PORCENTAJES”, fue desarrollado en su totalidad por Jaime Mauricio Bolaños Jaramillo bajo mi supervisión.

-----  
Ing. Edwin Rosero

CI:

# ÍNDICE

CONTENIDO	Pag.
AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
MENSAJE	III
RESUMEN	IV

## PARTE TEÓRICA

### CAPÍTULO I

#### EL ALGODÓN

1.1	Introducción	2
1.1.1	Generalidades	2
1.1.2	Naturaleza del algodón	3
1.1.3	Muestreo	4
1.1.4	Clasificación	5
1.1.4.1	Determinaciones por instrumentos HVI	5
1.1.4.1.1	Longitud de fibra	6
1.1.4.1.2	Uniformidad de la longitud	7
1.1.4.1.3	Resistencia de la fibra	7
1.1.4.1.4	Micronaire	8
1.1.4.1.5	Color	9
1.1.4.1.6	Impureza	12
1.1.4.2	Determinaciones del clasificador	12
1.1.4.2.1	Grado de color	12
1.1.4.2.2	Grado de hoja	13
1.1.4.2.3	Preparación	13
1.1.4.2.4	Materias extrañas	14
1.1.5	Tipos de algodón	14
1.1.5.1	Algodón de fibra larga	14
1.1.5.2	Algodón de fibra media	14
1.1.5.3	Algodón de fibra corta	14
1.2	Propiedades físicas y químicas del algodón	14
1.3	Estructura química	22

### CAPÍTULO II

#### HILATURA OPEN END

2.1	Introducción	23
2.2	Proceso de Hilatura Open End	25

2.3	Caja de hilado	27
2.3.1	Unidad de alimentación y cilindro disgregador	29
2.3.1.1	Alimentación	29
2.3.1.2	Cilindro disgregador	33
2.3.2	Rotor	37
2.3.2.1	Origen y formación del mecanismo de envoltura de fibras	38
2.3.2.2	Ángulos de formación de envolturas de fibras	39
2.3.2.3	Representación de las fuerzas de tensión de las fibras y el hilado en el Rotor	40
2.3.2.4	Velocidad del rotor	42
2.3.2.5	Impurezas en el rotor	43
2.4	Torsión	44
2.5	Embudo de salida, boquillas de salida o tobera	45
2.6	Tubito de extracción	46
2.6.1	Tubito de extracción normal	46
2.6.2	Tubito de extracción "SOFTTWIST"	46
2.7	Bobinado	47
2.7.1	Longitud de enrollamiento	48
2.7.2	Ángulo de cruzamiento	49
2.7.3	Desplazamiento de alzada	49

### **CAPÍTULO III**

#### **CONDICIONES NECESARIAS EN LA HILATURA OPEN END**

3.1	Cálculos específicos en Open end	52
3.1.1	Cálculo de doblaje en el rotor	52
3.1.2	Cálculo de torsión	52
3.1.3	Cálculo del estiraje principal	53
3.1.4	Cálculo de la velocidad de entrega	53
3.1.5	Tiempo de marcha de las bobinas (h)	54
3.1.6	Longitud del hilo por bobina (m)	54
3.1.7	Cálculo de la producción (Kg/h)	54
3.1.8	Disgregación (D1)	56
3.1.9	Dispersión (D2)	56
3.1.10	Agregación (A)	56
3.1.11	Estirado mecánico (E)	56
3.1.12	Estricción (Es)	57
3.1.13	Torsión (T)	57
3.2	Influencia de la temperatura y de la humedad relativa de la sala de Hilatura en el número de roturas del hilo	58
3.3	Purgado de los hilos en la máquina Open end	59
3.4	Automatización del transporte de materiales	59
3.5	Influencia de los parámetros de la fibra sobre la calidad del hilo Open end	61
3.5.1	Longitud	61
3.6	Influencia del grado del algodón y de las materias extrañas sobre la	

	calidad del hilo	62
3.7	Influencia de la finura y de la madurez de la fibra en la calidad de los Hilos Open end	63
3.8	Influencia del rizado de la fibra sobre la calidad de los hilos Open end	65
3.9	Influencia del contenido de azúcar de un algodón sobre su procesabilidad y la calidad del hilo Open end obtenido	66
3.10	Influencia de los ensimajes y otros productos auxiliares sobre la procesabilidad de la fibra tratada y sobre la calidad del hilo Open end obtenido	66

## **CAPÍTULO IV**

### **TORSIÓN DE LOS HILOS**

4.1	Objeto y efectos de la torsión	67
4.2	Sentidos de torsión	67
4.3	Intensidad de torsión	68
4.4	Coefficientes de torsión	69
4.4.1	Equivalencias entre los diferentes coeficientes de torsión	70
4.5	Nomenclatura de los hilos según su torsión	71
4.6	Aparatos y métodos para determinar la torsión, la retorsión y el potencial latente de torsión de los hilos	72

## **CAPÍTULO V**

### **RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELASTICIDAD DE LOS HILOS**

5.1	Importancia de la resistencia a la tracción y elasticidad de los hilos	75
5.2	Consideraciones a tener presentes en la determinación de la resistencia Y la elasticidad de los hilos	75
5.2.1	Clima del laboratorio	75
5.2.2	Longitud de la probeta de ensayo	76
5.2.3	Velocidad de ensayo	76
5.2.4	Tensión del hilo	76
5.2.5	Calibrado del dinamómetro	77
5.3	Principales métodos de ensayo	77
5.4	Curva fuerza-alargamiento características	78
5.5	Valores más normales de tenacidad y alargamiento de los principales Hilos	79
5.6	Dinamómetros continuos	79

## **CAPÍTULO VI**

### **IRREGULARIDAD DE MASA**

6.1	Importancia de la irregularidad de masa	81
6.2	Filóscopos	81
6.3	Equipo electrónico de regularimetría de masa	83
6.3.1	Descripción del Uster Tester 3B	83



6.4	Concetos fundamentales de regularimetría de masa	85
6.4.1	Funcionamiento de un regularímetro de masa	85
6.4.2	Índices de irregularidad de masa	88
6.4.2.1	Irregularidad U%	88
6.4.2.2	Coefficiente de variación porcentual de masa	90
6.4.2.3	Relación entre U(%) y CV(%)	90
6.4.2.4	Puntos finos	91
6.4.2.5	Puntos gruesos	91
6.4.2.6	Neps	92
6.4.2.7	Espectrogramas	93
6.4.3	Consideraciones estadísticas	93
6.4.3.1	Límites de confianza de los parámetros de irregularidad de masa	93
6.4.3.1.1	Límites de confianza del valor medio	93
6.4.3.1.2	Límites de confianza de la desviación típica	94

## **CAPÍTULO VII**

### **HILOS CON EFECTOS O FLAMEADOS**

7.1	Generalidades	
7.1.1	Sistemas de numeración de hilos	98
7.1.1.1	Sistemas indirectos o de peso constante	98
7.1.1.2	Sistemas directos o de longitud constante	99
7.2	Aparato de control Amsler	101
7.2.1	Superficie del terminal	101
7.2.1.1	LCD Display	102
7.2.1.2	Teclas para el movimiento del cursor	103
7.2.1.3	Teclas de control	103
7.2.1.4	Emplazamiento de la tarjeta de memoria	104
7.2.1.5	Indicadores de control de alimentación eléctrica	104
7.2.1.6	Indicador de condensador	104
7.2.1.7	Conmutador con llave manual/automático	105
7.2.1.8	Descripción de las funciones del menú	105
7.3	Estructura de los hilos	107
7.3.1	Nociones básicas	107
7.3.2	Código de programa	107
7.3.3	La unidad de paso (SE)	110
7.3.4	Paso de base (GT)	111
7.3.5	Nomenclatura de los hilos	112
7.4	Telas fabricadas con este tipo de hilos	113

## **CAPÍTULO VIII**

### **DESPERDICIOS Y SU REPROCESO**

8.1	Generalidades	116
8.2	Tipos de desperdicios	117
8.2.1	Diagrama de flujo de la hilatura Open end	117
8.2.2	Desperdicios	132

8.2.2.1	Pepa	132
8.2.2.2	Manga o Chapón	133
8.2.2.3	Venteroles	134
8.3	Clasificación y empaque de los desperdicios	135
8.4	Reproceso de desperdicios de algodón	137
8.4.1	Descripción de la limpiadora de desperdicios o Cotonia	137
8.4.2	Forma de trabajo de la Cotonia	141
8.5	Mezclas de algodón con algodón reprocesado en los surtidos o tendidos	144
8.5.1	Muestreo de una paca de algodón	144
8.5.2	Muestreo de varias pacas de algodón	144
8.5.3	Muestras para el laboratorio	144
8.5.4	Tendido o surtido	145

## PARTE PRÁCTICA

### CAPÍTULO IX

#### CONDICIONES ACTUALES DE LOS HILOS

9.1	Maquinaria	148
9.1.1	Cambio de velocidad del rotor	148
9.1.2	Cinta de alimentación	150
9.1.3	Ajuste del estiraje	150
9.1.4	Velocidad de alimentación	150
9.1.5	Velocidad de los cilindros disgregadores	151
9.1.6	Estiraje de tensión (VA)	152
9.1.6.1	Elección del estiraje de tensión	152
9.1.6.2	Tensión de bobinado	152
9.1.6.3	Influencia del estiraje de tensión	154
9.1.7	Programación en la superficie de servicio ( BOB )	154
9.1.7.1	Entrega, Estiraje y Diámetro del rotor $\emptyset$	155
9.1.7.2	Cambio de partida	157
9.1.7.3	Ajuste de longitudes	159
9.1.7.4	Arranque	161
9.1.7.5	Stop	162
9.1.7.6	Producción	163
9.2	Tipos de hilo Nm: 12.5 y Nm: 13.5	164
9.3	Accesorios utilizados	165
9.3.1	Nm: 12.5	165
9.3.2	Nm: 13.5	167
9.4	Calidad	170
9.4.1	Materia prima	170
9.4.1.1	Micronaire (Mic x10)	171
9.4.1.2	Longitud de fibra (pulgadas x 100)	171
9.4.1.3	Uniformidad (%)	172
9.4.1.4	Resistencia (gr/tex)	173
9.4.1.5	Elongación (%)	173
9.4.1.6	Amarillez	174

9.4.2	Uster Polyguard	174
9.4.2.1	Características especiales	174
9.4.2.2	Canales de defectos de hilo activos N, S, L, T, P	175
9.4.2.3	Límite de purgado R1-R20	176
9.4.3	Controles en el laboratorio	177
9.4.3.1	Comportamiento del título Nm: 12.5XXST88K4	178
9.4.3.2	Comportamiento de la torsión Nm: 12.5 XXST88K4	178
9.4.3.3	Comportamiento de la título Nm: 13.5 A1ST69K4	179
9.4.3.4	Comportamiento de la torsión Nm: 13.5 A1ST69K4	179
9.4.3.5	Control de regularimetría	180
9.4.3.5.1	Regularidad Uster Nm: 12.5XXST88K4	180
9.4.3.5.2	Regularidad Uster Nm: 13.5 A1ST69K4	181
9.4.3.5.3	Partes delgadas Nm: 12.5XXST88K4	182
9.4.3.5.4	Partes delgadas Nm: 13.5 A1ST69K4	183
9.4.3.5.5	Partes gruesas Nm: 12.5XXST88K4	184
9.4.3.5.6	Partes gruesas Nm: 13.5 A1ST69K4	185
9.4.3.5.7	Neps (280%) Nm: 12.5XXST88K4	187
9.4.3.5.8	Neps (280%) Nm: 13.5 A1ST69K4	188
9.4.3.5.9	Pilosidad Nm: 12.5XXST88K4	189
9.4.3.5.10	Pilosidad Nm: 13.5 A1ST69K4	190
9.4.3.6	Resistencia Nm: 12.5XXST88K4	191
9.4.3.7	Resistencia Nm: 13.5 A1ST69K4	192
9.4.3.8	Elongación (E%) Nm: 12.5XXST88K4	194
9.4.3.9	Elongación (E%) Nm: 13.5 A1ST69K4	195
9.4.3.10	Urdidora de cuerdas: PPM (Paros por millón de metros)	196
9.4.3.10.1	PPM en Urdidoras hilo Nm: 12.5XXST88K4	198
9.4.3.10.2	PPM en Urdidoras hilo Nm: 13.5 A1ST69K4	200
9.5	Costos materia prima en los tendidos	201

## **CAPÍTULO X**

### **PRUEBAS DE LOS HILOS VARIANDO LAS MEZCLAS CON REPROCESOS**

10.1	Maquinaria	201
10.1.1	Materia prima y reproceso	202
10.1.2	Desperdicios generados en el proceso	202
10.1.3	Fibra recuperada en Cotonia	202
10.1.4	Materia prima y reproceso comparado con desperdicios generados en el proceso	205
10.1.5	Fibra recuperada semanal en relación con la fibra procesada, cinta, chapón, y pepa	207
10.1.6	Fibra recuperada en Cotonia	209
10.2	Tipos de hilo Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4 variando mezclas	210
10.3	Accesorios utilizados	215
10.4	Calidad materia prima virgen y reproceso de Cotonia	216
10.5	Costos variando mezclas de materia prima virgen y reproceso de Cotonia en los tendidos o surtidos	220

## CAPÍTULO XI

### ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

11.1	Regularidad (U%) Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4 con las diferentes mezclas	223
11.2	Partes delgadas (-40%) Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4 con las diferentes mezclas	225
11.3	Partes gruesas (+50%) Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4 con las diferentes mezclas	227
11.4	Neps (+280%) Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4 con las diferentes mezclas	229
11.5	Pilosidad Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4 con las diferentes mezclas	231
11.6	Resistencia (Tenacidad CN/tex) Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4	233
11.7	Elongación (E%) Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4 con las diferentes mezclas	235
11.8	Paros por millón de metros (PPM) en urdidoras Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4	237
11.9	Producción en hilas Open end con las diferentes mezclas de los hilos Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4	240

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

<b>CONCLUSIONES</b>	243
<b>RECOMENDACIONES</b>	246
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	248

## **ANEXOS**

ANEXO No. 1	
Rotores Standard	250
ANEXO No.2	
Rotores específicos de acuerdo al producto y rotores especiales	251
ANEXO No.3	
Bobinado	252
ANEXO No.4	
Datos técnicos del equipo Amsler para hilas Open end R1-R20	253
ANEXO No.5	
Especificaciones técnicas de las telas denim	254
ANEXO No.6	
Número de revoluciones del rotor y pareja de discos de correa 50 ciclos	255
Número de revoluciones del rotor y pareja de discos de correa 60 ciclos	256
ANEXO No.7	
Cilindros disgregadores standard	257
ANEXO No.8	
Tablas de estirajes de tensión	258
ANEXO No.9	
Pruebas realizadas de la fibra de algodón brasileño	259
ANEXO No.10	
Datos hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	260
ANEXO No.11	
Datos hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	261
ANEXO No.12	
Estándares de hilos Open end título y torsión	262
ANEXO No.13	
Estándares de hilos Open end control de regularimetría	263
ANEXO No.14	
Estándares de hilos Open end control de resistencia y elongación	264
ANEXO No.15	
Proceso textil semanal año 2010	265

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>FIGURAS</b>		<b>Pag</b>
Fig. 1	Cultivo de algodón (capullo de algodón, abierto)	3
Fig. 2	Despepitadora de algodón	5
Fig. 3	HVI (Instrumento de alto volumen)	6
Fig. 4	Diagrama de color HVI algodón americano	11
Fig. 5	Fotomicrografía del algodón: (izquierda) vista de la sección transversal; (derecha) vista longitudinal	16
Fig. 6	Sección transversal de la fibra de algodón madura	16
Fig. 7	Capas de celulosa (esquemático)	17
Fig. 8	Espirales invertidas en la fibra de algodón	17
Fig. 9	Fotografía del algodón mercerizado (izquierda) vista de la sección Transversal; (derecha) vista longitudinal	21
Fig. 10	Disposición del hilado en Open end	26
Fig. 11	Cilindro abridor, cardina o peinador	27
Fig. 12	Rotor	28
Fig. 13	Caja de hilado	28
Fig. 14	Alimentación	30
Fig. 15	Unidad de alimentación	30
Fig. 16	Acoplamiento de alimentación	31
Fig. 17	Mando del árbol de alimentación	31
Fig. 18	Rectificador de cambio	33
Fig. 19	Disgregación	34
Fig. 20	Mando de los cilindros disgregadores	35
Fig. 21	Número de revoluciones de los cilindros disgregadores	36
Fig. 22	Giro de discos escalonados	37
Fig. 23	Función del rotor	38
Fig. 24	Envoltura de fibras para la formación de hilo	39
Fig. 25	Ángulos de formación del hilo	40
Fig. 26	Fuerza de tensión de las fibras e hilado en la ranura del rotor	41
Fig. 27	Tipos de rotores	43
Fig. 28	Las fibras en la ranura del rotor (A) y contaminación en el rotor (B) 1. Fibras – 2. Basura	44
Fig. 29	Embudo de salida o tobera	45
Fig. 30	Tubito de extracción normal	46
Fig. 31	Tubito de extracción SOFTTWIST	47
Fig. 32	Esquema del sistema de bobinado	48
Fig. 33	Desplazamiento de alzada	50
Fig. 34	Plano de engranajes de hila R1	55
Fig. 35	Roturas en relación a temperatura y humedad	58
Fig. 36	Purgador	59
Fig. 37	Caja del filtro para desperdicios	60
Fig. 38	Automatización de transporte de materiales	61
Fig. 39	Analizador de “trash” de Hollingsworth	62
Fig. 40	Relación número de hilo, micronaire	64
Fig. 41	Influencia de la finura de las fibras sobre la producción de la máquina Open end	65

Fig. 42	Sentidos de torsión	68
Fig. 43	Intensidad de torsión	68
Fig. 44	Torsiómetro	72
Fig. 45	Vivacómetro	74
Fig. 46	Uster Tensorapid	77
Fig. 47	Fuerza – alargamiento	78
Fig. 48	Filoscopio trapezoidal	82
Fig. 49	Uster tester 3	84
Fig. 50	Funcionamiento de un regularímetro	85
Fig. 51	Registro de las variaciones instantáneas de masa	86
Fig. 52	Influencia de la humedad sobre la irregularidad de masa	88
Fig. 53	Concepto de U (%)	89
Fig. 54	Concepto de CV (%)	90
Fig. 55	Recuento de neps	92
Fig. 56	Variación de masa periódica (onda senoidal simple)	93
Fig. 57	Principio básico de formación del hilo flamé en hila O.E	97
Fig. 58	Principio de Amsler dispositivo de control para O.E	98
Fig. 59	Hilo con efecto o flamé	98
Fig. 60	Equipo Amsler	101
Fig. 61	Superficie de terminal	102
Fig. 62	Hilo con efecto	108
Fig. 63	Unifloc	118
Fig. 64	Partes principales de la Unifloc	119
Fig. 65	Caja de aspiración	119
Fig. 66	Uniclean	120
Fig. 67	Monotambor	121
Fig. 68	Partes principales del Monotambor	122
Fig. 69	ERM	123
Fig. 70	Aeromix	124
Fig. 71	Estructura del Aeromix, nomenclatura	125
Fig. 72	Alimentación directa a cardas	127
Fig. 73	Carda C10	128
Fig. 74	Partes principales de la carda	129
Fig. 75	Estiraje autoregulador RSB-51	130
Fig. 76	Partes principales del estiraje o manual	131
Fig. 77	Partes principales de hila Open end R1-R20	131
Fig. 78	Pepa	133
Fig. 79	Manga o chapón	134
Fig. 80	Desperdicios de venteroles	134
Fig. 81	Depósito de pepa	135
Fig. 82	Depósito de chapón o manga	135
Fig. 83	Depósito de chapón y venteroles	136
Fig. 84	Empacadora de desperdicios	136
Fig. 85	Balanza electrónica para pesar pacas de desperdicios	137
Fig. 86	Partes principales de la Limpiadora de desperdicios o Cotonia	140
Fig. 87	Apertura de pacas de desperdicios	141
Fig. 88	Limpiadora de desperdicios o Cotonia	143

Fig. 89	Prensa de balas de reproceso	143
Fig. 90	Tolva y ladrillos de Cotonia	144
Fig. 91	Operario cargando tendido pacas vírgenes y pacas de reproceso	145
Fig. 92	Diagrama para carga de tendidos (pacas- apertura)	146
Fig. 93	Carranca de marcha libre y anillo de inserción cuadrangular	149
Fig. 94	Discos de cambio	149
Fig. 95	Cambio de velocidad de cilindros disgregadores	152
Fig. 96	Medición de la tensión de bobinado	154
Fig. 97	Comparativo de eficiencia R1-R20 año 2011	165
Fig. 98	Estructura del hilo Nm: 13.5A1ST69K4 con efectos	168
Fig. 99	Micronaire de la fibra de algodón brasileño	171
Fig. 100	Longitud de fibra (pulg. x 100) del algodón brasileño	172
Fig. 101	Uniformidad (%) de la fibra de algodón brasileño	172
Fig. 102	Resistencia (gr/tex) de la fibra de algodón brasileño	173
Fig. 103	Elongación (%) de la fibra de algodón brasileño	173
Fig. 104	Amarillez de la fibra de algodón brasileño	174
Fig. 105	Comportamiento del título Nm: 12.5XXST88K4	178
Fig. 106	Comportamiento de la torsión Nm: 12.5XXST88K4	179
Fig. 107	Comportamiento del título Nm: 13.5A1ST69K4	179
Fig. 108	Comportamiento de la torsión Nm: 13.5A1ST69K4	180
Fig. 109	Análisis de Regularidad (U%) Nm: 12.5XXST88K4	181
Fig. 110	Análisis de regularidad (U%) Nm: 13.5A1ST69K4	181
Fig. 111	Análisis de partes delgadas del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	182
Fig. 112	Análisis de partes delgadas del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	183
Fig. 113	Análisis de partes delgadas del hilo Open end Nm: Nm: 13.5A1ST69K4	183
Fig. 114	Análisis de partes delgadas del hilo Open end Nm: Nm: 13.5A1ST69K4	184
Fig. 115	Análisis de partes gruesas (+50%) del hilo Open end Nm:12.5XXST88K4	185
Fig. 116	Análisis de partes gruesas (+50%) del hilo Open end Nm:12.5XXST88K4	185
Fig. 117	Análisis de partes gruesas (+50%) del hilo Open end Nm:13.5A1ST69K4	186
Fig. 118	Análisis de partes gruesas (+50%) del hilo Open end Nm:13.5A1ST69K4	186
Fig. 119	Análisis de Neps (+280%) del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	187
Fig. 120	Análisis de Neps (+280%) del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	187
Fig. 121	Análisis de Neps (+280%) del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	188
Fig. 122	Análisis de Neps (+280%) del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	188
Fig. 123	Análisis de pilosidad del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	189
Fig. 124	Análisis de pilosidad del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	190
Fig. 125	Análisis de pilosidad del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	190
Fig. 126	Análisis de pilosidad del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	191
Fig. 127	Análisis de resistencia (CN/Tex) del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	192
Fig. 128	Análisis de resistencia (CN/Tex) del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	192
Fig. 129	Análisis de resistencia (CN/Tex) del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	193
Fig. 130	Análisis de resistencia (CN/Tex) del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	193
Fig. 131	Análisis de elongación (E%) del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	194
Fig. 132	Análisis de elongación (E%) del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	195
Fig. 133	Análisis de elongación (E%) del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	195
Fig. 134	Análisis de elongación (E%) del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	196
Fig. 135	Análisis de PPM en Urdidora del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	199
Fig. 136	Análisis de PPM en Urdidora del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	200



Fig. 137	Desperdicios preparación hilatura, % chapón algodón	205
Fig. 138	Desperdicios preparación hilatura, % chapón manga	205
Fig. 139	Desperdicios preparación hilatura, % pepa	206
Fig. 140	Desperdicios preparación hilatura, % cinta	206
Fig. 141	Fibra recuperada, % cinta roja	207
Fig. 142	Fibra recuperada, % chapón	208
Fig. 143	Fibra recuperada, % pepa	208
Fig. 144	Producción de fibra recuperada	209
Fig. 145	% de fibra recuperada en Cotonia	210
Fig. 146	Valores comparativos algodón virgen con reproceso de Cotonia	216
Fig. 147	Regularidad U% Nm: 12.5XXST88K4	223
Fig. 148	Regularidad U% Nm: 13.5A1ST69K4	224
Fig. 149	Partes delgadas (-40%) diferentes mezclas Nm: 12.5XXST88K4	225
Fig. 150	Partes delgadas (-40%) diferentes mezclas Nm: 13.5A1ST69K4	226
Fig. 151	Partes gruesas (+50%) diferentes mezclas Nm: 12.5XXST88K4	227
Fig. 152	Partes gruesas (+50%) diferentes mezclas Nm: 13.5A1ST69K4	228
Fig. 153	Neps (+280%) diferentes mezclas Nm: 12.5XXST88K4	229
Fig. 154	Neps (+280%) diferentes mezclas Nm: 13.5A1ST69K4	230
Fig. 155	Pilosidad diferentes mezclas Nm: 12.5XXST88K4	231
Fig. 156	Pilosidad diferentes mezclas Nm: 13.5A1ST69K4	232
Fig. 157	Resistencia (CN/Tex) diferentes mezclas Nm: 12.5XXST88K4	233
Fig. 158	Resistencia (CN/Tex) diferentes mezclas Nm: 13.5A1ST69K4	234
Fig. 159	Elongación (E%) diferentes mezclas Nm: 12.5XXST88K4	235
Fig. 160	Elongación (E%) diferentes mezclas Nm: 13.5A1ST69K4	236
Fig. 161	PPM en urdidoras diferentes mezclas Nm: 12.5XXST88K4	238
Fig. 162	PPM en urdidoras diferentes mezclas Nm: 13.5A1ST69K4	239
Fig. 163	Producción en hilas Open end en las diferentes mezclas del hilo Nm: 12.5XXST88K4	240
Fig. 164	Producción en hilas Open end en las diferentes mezclas del hilo Nm: 13.5A1ST69K4	242

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b>		<b>Pag</b>
Tabla 1	Tabla de conversión de longitud algodón Upland	6
Tabla 2	Grado de índice de uniformidad de la longitud de fibra HVI	7
Tabla 3	Grado de resistencia de HVI	8
Tabla 4	Relación de lecturas micronaire a valor de mercado	9
Tabla 5	Grado de color algodón brasileño	10
Tabla 6	Relación de mediciones de impureza con grado de hoja del clasificador	12
Tabla 7	Grados de color del algodón Upland	13
Tabla 8	Composición química del algodón	22
Tabla 9	Alzada del engranaje de desplazamiento del hilo	49
Tabla 10	Tamaño de partículas no fibrosas	63
Tabla 11	Valores comunes de tenacidad y alargamiento	79
Tabla 12	Patrones ASTM para hilos de algodón	82
Tabla 13	Relación entre el grado ASTM y el índice de aspecto	83
Tabla 15	Principales características del Uster Tester 3B	84
Tabla 16	Valores de $t_c$	95
Tabla 17	Múltiplos y submúltiplos del sistema Tex	100
Tabla 18	Velocidad de alimentación y piñón W5	151
Tabla 19	Longitudes (mts) y pesos (Kg) de los diferentes títulos O.E	159
Tabla 20	Gama de ajuste de los canales de defectos de hilo	176
Tabla 21	Límite de purgado R1-R20	177
Tabla 22	Valores Uster del Nm: 12.5XXST88K4	177
Tabla 23	Estándares de hilo O.E Nm: 12.5XXST88K4, Nm: 13.5A1ST69K4 control de titulación y torsión	178
Tabla 24	Estándares de hilo O.E Nm: 12.5XXST88K4, Nm: 13.5A1ST69K4 control de regularimetría, Uster (U%)	180
Tabla 25	Estándares de hilo O.E Nm: 12.5XXST88K4, Nm: 13.5A1ST69K4 control de regularimetría, partes delgadas (-40%)	182
Tabla 26	Estándares de hilo O.E Nm: 12.5XXST88K4, Nm: 13.5A1ST69K4 control de regularimetría, partes gruesas (+50%) y Neps (+280%)	184
Tabla 27	Estándares de hilo O.E Nm: 12.5XXST88K4, Nm: 13.5A1ST69K4 control de regularimetría, pilosidad	189
Tabla 28	Estándares de hilo O.E Nm: 12.5XXST88K4, Nm: 13.5A1ST69K4 control de resistencia (CN/Tex)	191
Tabla 29	Estándares de hilo O.E Nm: 12.5XXST88K4, Nm: 13.5A1ST69K4 control de elongación	194
Tabla 30	Paros por millón de metros en Urdidoras del hilo Nm: 12.5XXST88K4	198
Tabla 31	Paros por millón de metros en Urdidoras del hilo Nm: 13.5A1ST69K4	200
Tabla 32	Pesos de pacas en consumo	201
Tabla 33	Proceso textil año 2010	204
Tabla 34	Resultados de laboratorio mezcla 97/3% Nm: 12.5XXST88K4	210
Tabla 35	Resultados de laboratorio mezcla 97/3% Nm: 13.5A1ST69K4	211
Tabla 36	Resultados de laboratorio mezcla 96/4% Nm: 12.5XXST88K4	211
Tabla 37	Resultados de laboratorio mezcla 96/4% Nm: 13.5A1ST69K4	212

Tabla 37	Resultados de laboratorio mezcla 94/6% Nm: 12.5XXST88K4	212
Tabla 38	Resultados de laboratorio mezcla 94/6% Nm: 13.5A1ST69K4	213
Tabla 39	Resultados de laboratorio mezcla 86/14% Nm: 12.5XXST88K4	213
Tabla 40	Resultados de laboratorio mezcla 86/14% Nm: 13.5A1ST69K4	214
Tabla 41	Resultados de laboratorio mezcla 70/30% Nm: 12.5XXST88K4	214
Tabla 42	Resultados de laboratorio mezcla 70/30% Nm: 13.5A1ST69K4	215
Tabla 43	Resultados de laboratorio mezcla 65/35 Nm: 12.5XXST88K4	215
Tabla 44	Valores comparativos HVI entre el algodón brasileño virgen y reproceso de Cotonia	216
Tabla 45	Uster (U%) diferentes mezclas del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	223
Tabla 46	Uster (U%) diferentes mezclas del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	224
Tabla 47	Partes delgadas (-40%) diferentes mezclas del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	225
Tabla 48	Partes delgadas (-40%) diferentes mezclas del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	226
Tabla 49	Partes gruesas (+50%) diferentes mezclas del hilo Open end Nm: 12.5XXST88K4	227
Tabla 50	Partes gruesas (+50%) diferentes mezclas del hilo Open end Nm: 13.5A1ST69K4	228
Tabla 51	Neps (+280%) diferentes mezclas del hilo O.E Nm:12.5XXST88K4	229
Tabla 52	Neps (+280%) diferentes mezclas del hilo O.E Nm:13.5A1ST69K4	230
Tabla 53	Pilosidad diferentes mezclas del hilo O.E Nm:12.5XXST88K4	231
Tabla 54	Pilosidad diferentes mezclas del hilo O.E Nm:13.5A1ST69K4	232
Tabla 55	Resistencia (CN/Tex) diferentes mezclas del hilo Open end Nm:12.5XXST88K4	233
Tabla 56	Resistencia (CN/Tex) diferentes mezclas del hilo Open end Nm:13.5A1ST69K4	234
Tabla 57	Elongación (E%) diferentes mezclas del hilo O.E Nm:12.5XXST88K4	235
Tabla 58	Elongación (E%) diferentes mezclas del hilo O.E Nm:13.5A1ST69K4	236
Tabla 59	PPM en urdidoras diferentes mezclas Nm:12.5XXST88K4	237
Tabla 60	PPM en urdidoras diferentes mezclas Nm:13.5A1ST69K4	238
Tabla 61	Producción en hilas Open end en las diferentes mezclas del hilo Nm:12.5XXST88K4	239
Tabla 62	Producción en hilas Open end en las diferentes mezclas del hilo Nm:13.5A1ST69K4	241

## *AGRADECIMIENTO*

*En primer lugar quisiera extender un profundo agradecimiento a Dios, por darme la fortaleza y tenacidad, la salud y la capacidad para realizar esta tesis.*

*A mis padres que siempre me han apoyado moral y económicamente y me han dado la fuerza suficiente para salir adelante en todos mis proyectos que me he propuesto.*

*A la Universidad Técnica del Norte por darnos excelentes conocimientos para poder desempeñarnos de mejor manera en nuestra vida profesional.*

*Al Ing. Edwin Rosero por el apoyo, experiencia y el conocimiento en la dirección de esta tesis.*

*A mi esposa y a mis hijos que han sido la inspiración, por tener la suficiente paciencia para no poder compartir tiempo con ellos, y a todas las personas, amigos y compañeros de la empresa textil “Vicunha” que siempre me han brindado el apoyo necesario, para la realización de esta investigación.*

## *DEDICATORIA*

*A mis padres, a mi esposa, a mis hijos y la Familia en general, por el apoyo incondicional que me han sabido brindar en cada momento de mi vida, ya que ellos han estado en los momentos más frágiles dándome amor, ánimo y confianza para salir adelante en este proyecto, también no quiero olvidarme de mis amigos y compañeros de Vicunha que han aportado con su granito de arena para este feliz término.*

## *MENSAJE*

*Dar a conocer a los demás que aunque el tiempo ha pasado, nunca es tarde para terminar algún proyecto que ha quedado en espera, a pesar de las adversidades y obstáculos que se presenten, ser positivo y perseverante, y no olvidar de los principios, valores que forman a una persona, y finalmente servir con ahínco y cariño a nuestro país para dar un gran ejemplo a nuestros hijos y a la sociedad.*

JAIME MAURICIO BOLAÑOS JARAMILLO

## ***RESUMEN***

La presente tesis se refiere al aprovechamiento de las materias primas que normalmente se desechan luego del proceso de apertura y limpieza en este caso del algodón, para luego de ser sometido a un nuevo proceso en la Cotonia poder ser reutilizada en mezclas con algodón virgen en la fabricación de hilos Open end, utilizando maquinaria tipo Rieter R1 y R20.

En este trabajo de investigación, se da a conocer las nuevas alternativas en la elaboración de hilos, tanto normales como hilos con efectos utilizando equipos de alta tecnología como son el equipo Amsler, Caipo y Pinter, este último ha sido instalado en la mayoría de hilas Open end, especialmente en las hilas R40 que se instalaron en este año 2011 con mejores resultados, tanto en calidad como producción en relación a las hilas R1 y R20.

En nuestro estudio se realizó una serie de pruebas de hilos normal Nm:12,5 y con efectos Nm:13.5 con las diferentes mezclas, es decir, las mezclas de materia prima reprocesada con materia prima algodón, y se determinó cuáles son sus efectos tanto en regularidad (U%), partes delgadas (-40%), partes gruesas (+50%), Neps (+280%), Pilosidad, y resistencia (CN/tex), además, se estableció estándares de calidad y el costo que se aprovecha utilizando las diferentes mezclas.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer la nueva tecnología en la fabricación de hilos normal y con efectos para telas Denim y compartir con las personas que les interese este tema para que tengan nociones y nuevos conocimientos de este nuevo proceso de hilado Open end con reproceso de materia prima.

Este estudio está constituido por once capítulos detallados de la siguiente manera:

En el capítulo I nos referimos a las bondades que tiene el algodón como materia prima para la elaboración de hilos, tanto en su naturaleza como sus propiedades físicas y químicas.

En el capítulo II encontramos el proceso de hilado en hilas Open end R1 y R20 de marca Rieter, las partes principales, su funcionalidad y descripción de cada componente.

En el capítulo III nos referimos a las condiciones necesarias para la hilatura Open end, tales como cálculos específicos, influencia de la humedad relativa, influencia del purgado, automatización del transporte de materiales, influencia de los parámetros de la fibra sobre la calidad del hilo, influencia del grado de algodón y de las materias extrañas sobre la calidad del hilo, influencia de la finura, madurez, rizado, contenido de azúcar en el algodón sobre la calidad del hilo Open end.

En el capítulo IV haremos referencia sobre la torsión de los hilos, objeto y efectos de la torsión, sentidos y coeficientes de torsión y los aparatos en el laboratorio para determinar la torsión y retorsión de los hilos.

En el capítulo V encontramos referencias importantes sobre la resistencia a la tracción y elasticidad de los hilos.

En el capítulo VI mencionamos la irregularidad de masa, su importancia, los equipos electrónicos utilizados para determinar la regularimetría de masa, los índices de irregularidad y las consideraciones estadísticas.

En el capítulo VII se refiere a los hilos con efectos, su estructura, sistema de numeración, el aparato de control Amsler, su descripción y funcionalidad, además se ha puesto varios ejemplos de la nomenclatura de los hilos que se utilizan en la empresa Vicunha y las telas fabricadas con estos hilos, tanto normal como hilos con efectos.

En el capítulo VIII se hace referencia a los desperdicios y su reproceso en la Cotonía, se indica los diferentes tipos de desperdicios generados durante el proceso, su clasificación y empaque, además la forma de trabajar en la Cotonía y los tendidos o surtidos donde se realiza los respectivos diagramas de carga, según las mezclas de algodón virgen con algodón reprocesado.

En el capítulo IX se hace referencia a la parte práctica, donde se indica la forma de realizar los cambios mecánicos y la programación en el Bob de las hilas Open end R1 y R20 para los cambios de título, en nuestro estudio nos referimos únicamente a los hilos normal Nm:



12.5XXST88K4 y al hilo con efectos Nm:13.5A1ST69K4 en condiciones normales, es decir, 100% de algodón virgen en nuestros tendidos, cálculos de producción en ambos casos, accesorios utilizados, la calidad de los hilos como los controles y pruebas realizados en el laboratorio textil comparados con los valores estándares obtenidos durante la experiencia de 100 muestras. Se menciona de las pruebas realizadas en las urdidoras en cuanto a los paros por millón de metro o lo que comúnmente se denomina los ppm y finalmente a los costos que tiene cada surtido o tendido con algodón 100% virgen.

En el capítulo X referente a la parte práctica se realiza pruebas de los hilos variando el porcentaje de mezclas con el algodón 100% virgen y algodón de reproceso provenientes de la Cotonia. Se realizó una tabla con los datos del año 2010 en el proceso textil para tener valores promedios semanales (Kg/semana) y promedios kg/hora de la materia prima que ingresa, el material de desperdicio recuperado y el material reprocesado en Cotonia, al igual que la producción generada en cada área. En base a estos datos se ha realizado unos gráficos comparativos para tener una idea general de la forma de trabajar en la empresa Vicunha.

También cabe mencionar que se ha realizado un cuadro comparativo con valores del HVI para muestras del algodón virgen y algodón reprocesado, así como cuadros comparativos de las diferentes mezclas en cuanto a costos.

En el capítulo XI se ha realizado un análisis y una evaluación de los resultados obtenidos de las diferentes mezclas en cuanto a valores de regularimetría, resistencia y elongación de los hilos Nm: 12.5XXST88K4 y Nm: 13.5A1ST69K4 lo que nos ha permitido tener una visión de lo que sucede en el comportamiento de los hilos y fijar un límite en el proceso.

Y por último describiremos en las conclusiones y recomendaciones los logros y beneficios alcanzados con este estudio y las recomendaciones para mejorar el proceso de hilado Open End.

Para determinar esta fase final, en especial la parte práctica ha sido necesario realizar una amplia gama de pruebas y seguimientos durante todo el proceso, recopilación de información, realización de cuadros, tablas y gráficos comparativos de las diferentes

mezclas, pruebas para llegar a determinar los mejores resultados, como el establecimiento de estándares, los mismos que beneficiaran a la empresa y a los profesionales de la rama textil interesados en ampliar los conocimientos en este tema.

