

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**“MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD”**

**TEMA**

**“DISEÑO DE UN CONTROL ESTADÍSTICO Y ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES EN LOS PROCESOS DE PREPARACIÓN E HILADO EN UNA EMPRESA NACIONAL”**

**AUTOR**

**JORGE NAPOLEON SISLEMA REINO**

**Quito - Ecuador**

**AÑO**

**2012**

## DEDICATORIA

A mi esposa Lizbeth por su apoyo incondicional, a mis hijos Esteban y Jorgito por brindar su tiempo para que pueda estudiar, a mis padres, hermanos y familiares por su confianza y apoyo en la culminación de este proyecto.

## **AGRADECIMIENTO**

Al señor Fausto Herrera por brindar sus conocimientos y apoyo, al Ing. Jaime Morales por facilitarme los manuales de elaboración de fibra sintética y a todos los maestros que contribuyeron en la formación académica, en especial al MSC. Santiago Nájera director del proyecto por su valiosa ayuda.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente al **ICM (Instituto de Ciencias Matemáticas)** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

**JORGE NAPOLEON SISLEMA REINO**

# **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

M.Sc. John Ramírez Figueroa  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

M.Sc. Santiago Nájera Acuña  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Ph.D Francisco Vera Alcívar  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**

## **FIRMA DE AUTOR**

.....

**JORGE NAPOLEON SISLEMA REINO**

# ÍNDICE

	Pág.
ABREVIATURAS.....	x
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xi
CONTENIDO DE TABLAS.....	xii
OBJETIVOS.....	xiii
Objetivos generales.....	xiii
Objetivos específicos.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 Justificación del estudio.....	3
1.3 METODOLOGÍA.....	4
1.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	6
1.4.1 Proceso de preparación.....	6
1.4.2 Proceso de hilado.....	9
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO (CEP).....	10
2.2 MÉTODOS GRÁFICOS PARA EL CONTROL ESTADÍSTICO.....	12
2.2.1. Mapa de proceso.....	12
2.2.2. Diagrama de Pareto.....	14
2.2.3. Diagrama de causa y efecto.....	17
2.2.4. Cartas de control estadístico.....	20
2.2.4.1. Prueba de normalidad para variables.....	23
2.2.4.1.1 Prueba de hipótesis para una muestra.....	24
2.3 ANÁLISIS DE CAPACIDAD.....	25
2.4 LABORATORIO DE CONTROL.....	28
2.4.1 Manejo del USTER TESTER 1.....	28
2.4.2 Manejo de cuenta metros y balanza.....	31
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>33</b>
DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PREPARACIÓN E HILADO.....	33
3.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	33
3.2 PROCESO DE PREPARACIÓN.....	34
3.2.1. Corte de fibra acrílica continua.....	34
3.2.2 Definición de doblaje.....	35
3.2.3. Estiraje, mezclado, desfeltradoras y re craqueado.....	35
3.2.3.1 Principio de estiraje.....	36
3.2.3.2. Principio de funcionamiento del estiraje.....	36
3.2.4. Peinado y estirado.....	38
3.2.5. Pasajes de preparación.....	39
3.2.5.1. Línea NSC.....	39

	Pág.
3.2.5.2. Línea COGNETEX .....	39
3.2.5.3. El autoregulador en los pasajes .....	39
3.2.5.4. Principio del autoregulador .....	40
3.2.6. Mechera de frotación .....	40
<b>3.3 PROCESO DE HILAR</b> .....	<b>40</b>
3.3.1. La torsión .....	41
<b>3.4 MAPAS DE PROCESO</b> .....	<b>41</b>
3.4.1. Proceso de preparación .....	41
3.4.2. Proceso de hilado .....	44
<b>3.5 SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>46</b>
3.5.1. Obtención de los límites naturales .....	47
3.5.2. Análisis del proceso de preparación .....	47
3.5.2.1. Artículo Roma .....	48
3.5.2.1.1. Máquina GC 14 .....	48
3.5.2.1.2. Máquina GC 15 .....	50
3.5.2.1.3. Primer pasaje NSC .....	51
3.5.2.1.4. Segundo pasaje NSC .....	52
3.5.2.1.5. Tercer pasaje NSC .....	54
3.5.2.1.6. Finisor .....	55
3.5.2.2. Artículo 2/40 .....	56
3.5.2.2.1. Máquina GC14 .....	56
3.5.2.2.2. Máquina GC15 .....	58
3.5.2.2.3. Pasaje SCE .....	59
3.5.2.2.4. Máquina Pasaje SC .....	60
3.5.2.2.5. Máquina Finisor .....	62
3.5.2.3. Análisis de causas del proceso de preparación .....	63
3.5.3. Análisis del proceso de hilado .....	65
3.5.3.1. Artículo 2/40 .....	65
3.5.3.2. Artículo Roma .....	67
3.5.3.3. Cálculo del peso de los cubrecamas .....	68
3.5.3.4. Análisis de causas proceso de hilado .....	69
3.5.4. Análisis de capacidad .....	72
Resumen de los límites naturales del Proceso de preparación .....	73
Resumen de los límites naturales del Proceso de hilado. ....	74
3.5.4.1. Análisis de capacidad proceso de preparación e hilatura .....	74
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>76</b>
PROPUESTAS DE MEJORA .....	76
4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	76
4.1.1. Proceso de preparación .....	77
4.1.1.1. Implementación de una marcha de preparación .....	78
4.1.1.2. Implementación de un plan de muestreo .....	82
4.1.1.3 Revisión del plan de mantenimiento para las máquinas de preparación .....	83
4.1.2 Proceso de hilado .....	84
4.1.2.1. Implementación de plan de muestreo para las hilas .....	84
4.1.2.2. Revisión del plan de mantenimiento para las máquinas de hilar .....	84
4.1.2.3. Planes de capacitación .....	85
4.1.2.4. Métodos y procedimientos .....	86
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>87</b>



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1 CONCLUSIONES.....	87
5.2.RECOMENDACIONES. ....	89
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>
Anexo 1. Muestras máquina GC 14.Artículo Roma.....	93
Anexo 2. Muestras máquina GC 15. Artículo Roma.....	94
Anexo 3. Muestras máquina Primer pasaje NSC. Artículo Roma. ....	95
Anexo 4. Muestras máquina Segundo pasaje NSC. Artículo Roma. ....	96
Anexo 5. Muestras máquina Tercer pasaje NSC. Artículo Roma. ....	97
Anexo 6.Muestras máquina Finisor. Artículo Roma. ....	98
Anexo 7. Muestras máquina GC14. Artículo 2/40 .....	99
Anexo 8. Muestras máquina GC15. Artículo 2/40 .....	100
Anexo 9. Muestras máquina SCE. Artículo 2/40 .....	101
Anexo 10. Muestras máquina SC. Artículo 2/40.....	102
Anexo 11. Muestras máquina Finisor. Artículo 2/40.....	103
Anexo 12. Muestras máquina Hila 7. Artículo 2/40 .....	104
Anexo 13. Muestras máquina Hila 3. Artículo Roma.....	106
Anexo 14. Encuesta para el personal del proceso de preparación .....	107
Anexo 15. Encuesta para el personal del proceso de hilado. ....	108
Anexo 16. Test de normalidad máquina GC 14 artículo Roma.....	109
Anexo 17. Test de normalidad máquina GC 15 artículo Roma.....	110
Anexo 18. Test de normalidad máquina Primer pasaje NSC artículo Roma. ....	111
Anexo 19. Test de normalidad máquina Segundo pasaje NSC artículo Roma. ....	112
Anexo 20. Test de normalidad máquina Tercer pasaje NSC artículo Roma.....	113
Anexo 21. Test de normalidad máquina Finisor artículo Roma. ....	114
Anexo 22. Test de normalidad máquina GC14 artículo 2/40.....	115
Anexo 23. Test de normalidad máquina GC15 artículo 2/40.....	116
Anexo 24. Test de normalidad máquina SCE artículo 2/40.....	117
Anexo 25. Test de normalidad máquina SC artículo 2/40. ....	118
Anexo 26. Test de normalidad máquina Finisor artículo 2/40. ....	119
Anexo 27. Test de normalidad máquina Hila 7 artículo 2/40.....	120
Anexo 28. Test de normalidad máquina Hila 3 artículo Roma. ....	121
Anexo 29. Capacidad de proceso GC 14 Roma .....	122
Anexo 30. Capacidad de proceso GC 15 Roma. ....	123
Anexo 31. Capacidad de proceso 1 NSC Roma. ....	124
Anexo 31. Capacidad de proceso 2 NSC Roma. ....	125
Anexo 32. Capacidad de proceso 3 NSC Roma. ....	126
Anexo 33. Capacidad de proceso Finisor Roma. ....	127
Anexo 34. Capacidad de proceso GC 14 2/40. ....	128
Anexo 35. Capacidad de proceso GC 15 2/40. ....	129
Anexo 36. Capacidad de proceso SCE 2/40. ....	130
Anexo 37. Capacidad de proceso SC 2/40. ....	131
Anexo 38. Capacidad de proceso Finisor 2/40.....	132
Anexo 39. Capacidad de proceso Hila 7 2/40. ....	133
Anexo 40. Capacidad de proceso Hila 3 Roma.....	134

## ABREVIATURAS

$\mu$	media de la población
CEP	control estadístico del proceso
$C_p$	Índice de capacidad del proceso
$C_{pk}$	Índice de capacidad real del proceso
gr	gramos
$H_1$	hipótesis alternativa
$H_0$	hipótesis nula
LCL	límite de control inferior
LSE	límite de especificación superior
LSI	límite de especificación inferior
m	metro
N	material vaporizado
Nm	número métrico
PPM	partes por millón
R	rango promedio
S	material sin vapor
ton	tonelada
UCL	límite de control superior
$\bar{x}$	media muestral
$\hat{\sigma}$	estimador desviación estándar muestral

## CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1.1 GRÁFICO DE LA METODOLOGÍA DE ESTUDIO .....	5
FIGURA 2.1 FACTORES QUE AFECTAN AL PROCESO .....	11
FIGURA 2.2 MAPA DE PROCESO DE UN SERVICIO DE INFORMÁTICA .....	13
FIGURA 2.3 SIMBOLOGÍA.....	14
FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE PARETO .....	16
FIGURA 2.5 DIAGRAMA CAUSA EFECTO.....	19
FIGURA 2.6 GRÁFICA DE UNA MUESTRA HILA 1 .....	23
FIGURA 2.7 EQUIPO USTER TESTER 1 .....	29
FIGURA 2.8 DIAGRAMA DE MASA MÁQUINA GC 15 ARTÍCULO ROMA .....	29
FIGURA 2.9 DIAGRAMA ESPECTROGRAMA ARTÍCULO HILO ROMA.....	30
FIGURA 2.10 CUENTA METROS Y LA BALANZA. ....	32
FIGURA 3.1 FIBRA ESCALONADA.....	36
FIGURA 3.2 SISTEMA DE ESTIRAJE.....	37
FIGURA 3.3 ESTIRAJE DE UNA MECHA IDEAL.....	38
FIGURA 3.4 MAPA DE PROCESO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN (ACTUAL) .....	43
FIGURA 3.5 MAPA DE PROCESO DE PREPARACIÓN (PROPUESTO) .....	44
FIGURA 3.6 MAPA DE PROCESO DE HILATURA (ACTUAL).....	45
FIGURA 3.7 MAPA DE PROCESO DE HILATURA (PROPUESTO).....	46
FIGURA 3.8 CARTA DE CONTROL MÁQUINA GC 14 ARTÍCULO ROMA .....	49
FIGURA 3.9 CARTA DE CONTROL MÁQUINA GC 15 ARTÍCULO ROMA .....	50
FIGURA 3.10 CARTA DE CONTROL MÁQUINA PRIMER PASAJE NSC ARTÍCULO ROMA .....	52
FIGURA 3.11 CARTA DE CONTROL MÁQUINA SEGUNDO PASAJE NSC ARTÍCULO ROMA.....	53
FIGURA 3.12 CARTA DE CONTROL MÁQUINA TERCER PASAJE NSC ARTÍCULO ROMA.....	54
FIGURA 3.13 CARTA DE CONTROL MÁQUINA FINISOR ARTÍCULO ROMA. ....	56
FIGURA 3.14 CARTA DE CONTROL MÁQUINA GC14 ARTÍCULO 2/40. ....	57
FIGURA 3.15 CARTA DE CONTROL MÁQUINA GC15 ARTÍCULO 2/40. ....	58
FIGURA 3.16 CARTA DE CONTROL MÁQUINA SCE ARTÍCULO 2/40. ....	60
FIGURA 3.17 CARTA DE CONTROL MÁQUINA SC ARTÍCULO 2/40.....	61
FIGURA 3.18 CARTA DE CONTROL MÁQUINA FINISOR ARTÍCULO 2/40. ....	62
FIGURA 3.19 DIAGRAMA CAUSA EFECTO PROCESO DE PREPARACIÓN .....	63
FIGURA 3.20 DIAGRAMA DE PARETO PROCESO DE PREPARACIÓN. ....	64
FIGURA 3.21 CARTA DE CONTROL MÁQUINA HILA 7 ARTÍCULO 2/40.....	66
FIGURA 3.22 CARTA DE CONTROL MÁQUINA HILA 3 ARTÍCULO ROMA.....	67
FIGURA 3.23 DIAGRAMA CAUSA EFECTO PROCESO DE HILADO. ....	70
FIGURA 3.24 IRREGULARIDAD DEL HILO .....	71
FIGURA 3.25 DEFECTOS POR RODILLOS EXCÉNTRICOS Y OVALADOS .....	71
FIGURA 3.26 DIAGRAMA DE PARETO DEL PROCESO DE HILADO .....	72

## CONTENIDO DE TABLAS

Pág.

TABLA 2-1. CUADRO DE MEDIAS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR. ....	22
TABLA 2-2 . CLASE DE PROCESO .....	27
TABLA 3-1 LÍMITES NATURALES MÁQUINA GC 14 ARTÍCULO ROMA .....	49
TABLA 3-2 LÍMITES NATURALES MÁQUINA GC 15 ARTÍCULO ROMA .....	51
TABLA 3-3 LÍMITES NATURALES MÁQUINA PRIMER PASAJE NSC ARTÍCULO ROMA .....	52
TABLA 3-4 LÍMITES NATURALES MÁQUINA SEGUNDO PASAJE NSC ARTÍCULO ROMA. ....	53
TABLA 3-5 LÍMITES NATURALES MÁQUINA TERCER PASAJE NSC ARTÍCULO ROMA.....	55
TABLA 3-6 LÍMITES NATURALES MÁQUINA FINISOR ARTÍCULO ROMA .....	56
TABLA 3-7 LIMITES NATURALES MÁQUINA GC14 ARTÍCULO 2/40 .....	58
TABLA 3-8 LIMITES NATURALES MÁQUINA GC15 ARTÍCULO 2/40 .....	59
TABLA 3-9 LÍMITES NATURALES MÁQUINA SCE ARTÍCULO 2/40 .....	60
TABLA 3-10 LIMITES NATURALES MÁQUINA SC ARTÍCULO 2/40.....	61
TABLA 3-11 LIMITES NATURALES MÁQUINA FINISOR ARTÍCULO 2/40.....	63
TABLA 3-12 LÍMITES NATURALES MÁQUINA HILA 7 ARTÍCULO 2/40.....	67
TABLA 3-13 LÍMITES NATURALES MÁQUINA HILA 3 ARTÍCULO ROMA.....	68
TABLA 3-14 PESO DEL CUBRECAMA CON HILO 13,96 NM .....	68
TABLA 3-15 PESO DEL CUBRECAMA CON HILO 13,05 NM .....	69
TABLA 3-16 LÍMITES DE CONTROL NATURAL DE PREPARACIÓN. ROMA .....	73
TABLA 3-17 LÍMITES DE CONTROL NATURAL DE PREPARACIÓN. 2/40.....	74
TABLA 3-18 LÍMITES DE CONTROL NATURAL DEL PROCESO DE HILADO .....	74
TABLA 4-1 TABLA DE PREPARACIÓN ARTÍCULO ROMA.....	80
TABLA 4-2 TABLA DE PREPARACIÓN ARTÍCULO 2/40 .....	81
TABLA 4-3 PLAN DE MUESTREO PARA ROMA .....	82
TABLA 4-4 PLAN DE MUESTREO PARA 2/40 .....	83
TABLA 4-5 INSPECCIONES PLANEADAS MÁQUINAS DE PREPARACIÓN.....	84
TABLA 4-6 INSPECCIONES PLANEADAS MÁQUINAS DE HILAR .....	85
TABLA 4-7 PLAN DE CAPACITACIONES.....	85

# **OBJETIVOS**

## **Objetivos generales**

Establecer un control estadístico mediante las cartas de control en los procesos de preparación e hilado, que permita determinar si los procesos están dentro o fuera de control. Involucrar a todo el personal encargado de estos procesos a la búsqueda de oportunidades de mejora en sus procesos, para crear así una concientización de cuán importante es llevar el control en los procesos productivos y así empezar una cultura de mejora continua.

## **Objetivos específicos**

1. Establecer los estándares de elaboración para cada artículo que se elabora en la empresa.
2. Identificar las causas asignables mediante las cartas de control.
3. Establecer mecanismos de mejora y control para los procesos críticos en las distintas fases de la producción.
4. Seleccionar los indicadores críticos de calidad.
5. Analizar las ventajas y desventajas del proceso actual con el proceso bajo control estadístico.

## RESUMEN

El presente trabajo se lo realizó con el objeto de hacer un control estadístico en una empresa textil específicamente en los procesos de preparación e hilado. Se parte con un mapeo de los procesos para identificar los subprocesos, luego se realiza un muestreo en cada uno de los subprocesos, con los artículos Roma e hilo 2/40.

Con la ayuda del programa Minitab y los datos obtenidos en el muestreo se elaboran cartas de control, para de esta manera obtener los límites naturales de control por máquina y por artículo.

En las cartas de control se puede observar que tienen cierta variabilidad por lo que se realiza una reunión con el personal involucrado, para analizar las causas de dichas irregularidades. Con los datos obtenidos por las cartas de control se diseña un programa de producción llamado Marcha de preparación.

Con una lluvia de ideas se arma el diagrama de Ishikawa, posteriormente se elabora una encuesta en base al diagrama de Ishikawa obtenido, cuyos resultados son graficados en el diagrama de Pareto, para de esta manera visualizar que causas tienen mayor afectación en la irregularidad de la mecha e hilo. Con el análisis de capacidad se determina las partes por millón de imperfecciones para luego hacer un cálculo aproximado de las pérdidas de la no calidad.

## INTRODUCCIÓN

Este estudio se lo realizó en una empresa textil dedicada a elaboración de cobijas, manteles, cubrecamas e hilos. De esta empresa se tomó para el estudio los procesos de preparación e hilado ya que de estos depende la calidad de los productos anteriormente mencionados.

El propósito del presente estudio es realizar un control estadístico de los parámetros de elaboración en los procesos de preparación e hilado, que nos permitan encontrar las causas asignables que ocasionan la irregularidad en la mecha y por consecuencia del hilo, permitiéndonos de esta manera poder mejorar la productividad, disminuir los costos de producción, mejorar la calidad, logrando que la empresa pueda ser más competitiva en la industria.

Se inicio con un mapeo del proceso de preparación, del cual se establecieron los siguientes subprocesos: corte de fibra, mezclado, peinado, pasajes y mechado, luego se realizó el muestreo en cada uno de estos subprocesos en la elaboración de los artículos roma e hilo 2/40. A través de la utilización del programa Minitab, se logró establecer los límites naturales con las cartas de control elaboradas para cada artículo para finalmente diseñar un plan de producción denominado marcha de preparación.

En las cartas de control se evidencia cierta irregularidad en el proceso a pesar de estar bajo control, por lo que se procede a realizar una reunión con el técnico textil, operadores y técnicos de mantenimiento para tratar sobre la irregularidad de la mecha, a través de una lluvia de ideas realizar un diagrama de Ishikawa y establecer cuales pueden ser los posibles causantes de estas imperfecciones.

Con la información obtenida del diagrama causa efecto y las cartas de control se formuló una encuesta, para poder determinar cuál es la que mayor efecto tiene en la irregularidad de la mecha. La encuesta se la realizó al técnico del proceso, operadores y mecánicos. Al realizar la tabulación de los resultados de

la encuesta, se construyó el diagrama de Pareto encontrando que las causas más representativas son: estado de rodillos, peines, bandas y que el personal de mantenimiento no está bien preparado para realizar su trabajo.

Para el proceso de hilado se realizó el mismo procedimiento dando como resultado que las causas más representativas son: el estado de rodillos, bandas, condensadores y por material mal elaborado en el proceso de preparación.

Con la obtención de los límites naturales de control ahora el peso del cubrecama varía entre 0.95 y 1.01 Kg que antes oscilaba entre 0.85 y 1.2 Kg. Del análisis de capacidad Hila 3 Roma se obtiene dos datos importantes para calcular los costos de la no calidad siendo estos el número de partes por millón que no cumplen con los límites de especificación. Se estima una pérdida anual de 907.20 \$ por costos de no calidad, sin tomar en cuenta los ocasionados por bajo peso, que provoca el reclamo del cliente insatisfecho.



## **CAPÍTULO I**

### **PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

#### **1.1 ANTECEDENTES**

La empresa Spinotex fue creada en 1978 como un pequeño taller de tejeduría donde se elaboraban cobijas ROMA, en estos tiempos dependían de otras empresas que les brindaban servicios de tintura y de urdido.

Ya en 1985 empieza a crecer con la compra de máquinas de hilar y pasajes de preparación usadas, para elaborar su propio hilo.

En la década de los 90 se adquiere máquinas nuevas tanto de preparación, de hilar y de tejer. En 1994 se implementa toda una sección de tintorería, completando la cadena de elaboración de hilo. Estas décadas fueron de mucha bonanza para la industria textil, como ejemplo: Delltex, Lanafit, Textiles San Vicente, Textiles Nacionales.

Actualmente, la industria textil está en crisis, varias industrias del sector textil han cerrado sus puertas (Textiles Nacionales, Hilanderías Cumbaya, Artextil), debido a algunos factores, tales como: elevados costos de la materia prima, escases de la misma, elevación de costos en insumos para tintorería y mantenimiento.

Lo antedicho señala una necesidad de cambio para las empresas que quedan, que les permitan competir con éxito en el mercado nacional e internacional.

La eficiencia de las empresas se ven reflejada en la calidad y productividad de sus procesos, es decir tomando conciencia en el mejoramiento de la calidad y productividad pensando en satisfacer las necesidades y expectativas del cliente.

Específicamente en la industria textil son muy pocas las empresas que han reaccionado favorablemente a estos cambios por la mejora.

En la empresa SPINOTEX no se realiza un análisis estadístico de las variables de control de calidad del proceso productivo en las secciones de preparación e hilado que permitan establecer y corregir fallas generadoras de la disminución de la calidad, reflejadas en el peso final de los productos elaborados como cubrecamas, cobijas, colchitas de bebé, manteles y el hilo 2/40 de venta local.

Es por esta razón, que el tema de este proyecto está orientado a la aplicación de las cartas de control estadístico, y demostrar que mediante técnicas estadísticas, se puede lograr un control en los procesos y una mejora continua, teniendo como resultado un crecimiento en los estándares de calidad y además una disminución de los costos, logrando ser más competitivos.

Con el diseño de las cartas de control se busca conducir experimentos diseñados para el análisis de los parámetros de elaboración en los procesos de preparación e hilado que permitan maximizar su calidad.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa en estudio, cuenta con diversos artículos de hilo para la elaboración de sus productos finales, siendo estos: hilo ROMA, hilo ESCOCIA, hilo CABLE, hilo MANTEL, hilo BABY, hilo BAMBINO e hilo 2/40.

La empresa tiene su mercado en el Ecuador, Colombia y Perú, en la actualidad no cuenta con ningún tipo de control estadístico en los procesos de preparación e hilado, por lo que esta empresa se ve en la necesidad de mejorar su proceso

productivo para poder ser más competitiva ante un mercado globalizado y llegar a tener un buen posicionamiento en el mercado

Al no existir ningún tipo de control formal en las secciones de preparación e hilado, las mechas presentan mucha variabilidad, es decir variaciones de densidad gr/m en la sección de preparación, esto hace que el hilo que se elabora con esta mecha, presente irregularidades en su número métrico (Nm, valor que identifica el grosor del hilo), además esta empresa no cuenta con estándares ni especificaciones que permita establecer si los procesos de preparación e hilatura están bajo o fuera de control.

Ciertas ocasiones no se pueden establecer las causas de las variaciones e irregularidades por la falta de control. Finalmente el hilo se utiliza para la elaboración de cobijas, cubrecamas, colchitas de bebé, manteles e hilo 2/40 los mismos que se ven afectados en su calidad.

### **1.2.1 Justificación del estudio**

El fenómeno globalización y las nuevas formas de trabajo y comunicación han afectado la dinámica de la vida diaria de las personas exigiendo una readaptación en las formas de elaborar los productos y servicios.(Conferencia episcopal Venezolana, 2006)

El control estadístico de un proceso es un instrumento fundamental para lograr participación en el mercado, ya que con esto puedo tener control sobre los procesos de elaboración del hilo, lo cual genera un incremento en la productividad, reducción de desperdicio y por ende una mayor rentabilidad. Aumento en la calidad de los productos a través del involucramiento de todas las personas que intervienen en los procesos y comparten el mismo objetivo.

La calidad es una estrategia muy importante en una empresa que quiere lograr una ventaja competitiva en una industria

Es por esta razón, que el tema de este proyecto está enfocado en el control estadístico de calidad, con la finalidad de lograr una mejora continua en los procesos; que permitan alcanzar estándares más altos, elevando así el nivel de competitividad de la empresa en la industria.

### **1.3 METODOLOGÍA**

Para el presente estudio se utilizará la metodología que indica la figura 1.1

- Mapeo del proceso. En este se identifican cada una de las etapas del proceso de preparación e hilado.
- Seleccionar los indicadores de calidad críticos. Identificar los indicadores que afecten el desempeño y resultado del proceso.
- Identificar causas asignables de variación del proceso: se los realizará con la ayuda de cartas de control estadístico, diagrama causa-efecto o diagrama Ishikawa y diagrama de Pareto.
- Establecer parámetros de especificación. Mediante las cartas de control determinar los límites de especificación para los procesos de preparación e hilado.
- Análisis de capacidad del proceso. Determinar el estado en que se encuentra el proceso actual y si que este capaz de cumplir con las especificaciones de tolerancia puestas por la empresa.
- Estimación de los costos de calidad. Calcular los costos por el incumplimiento de los estándares de calidad del proceso actual.
- Eliminación de las causas asignables. Identificadas en los pasos anteriores que se eliminarían con propuestas de mejora.

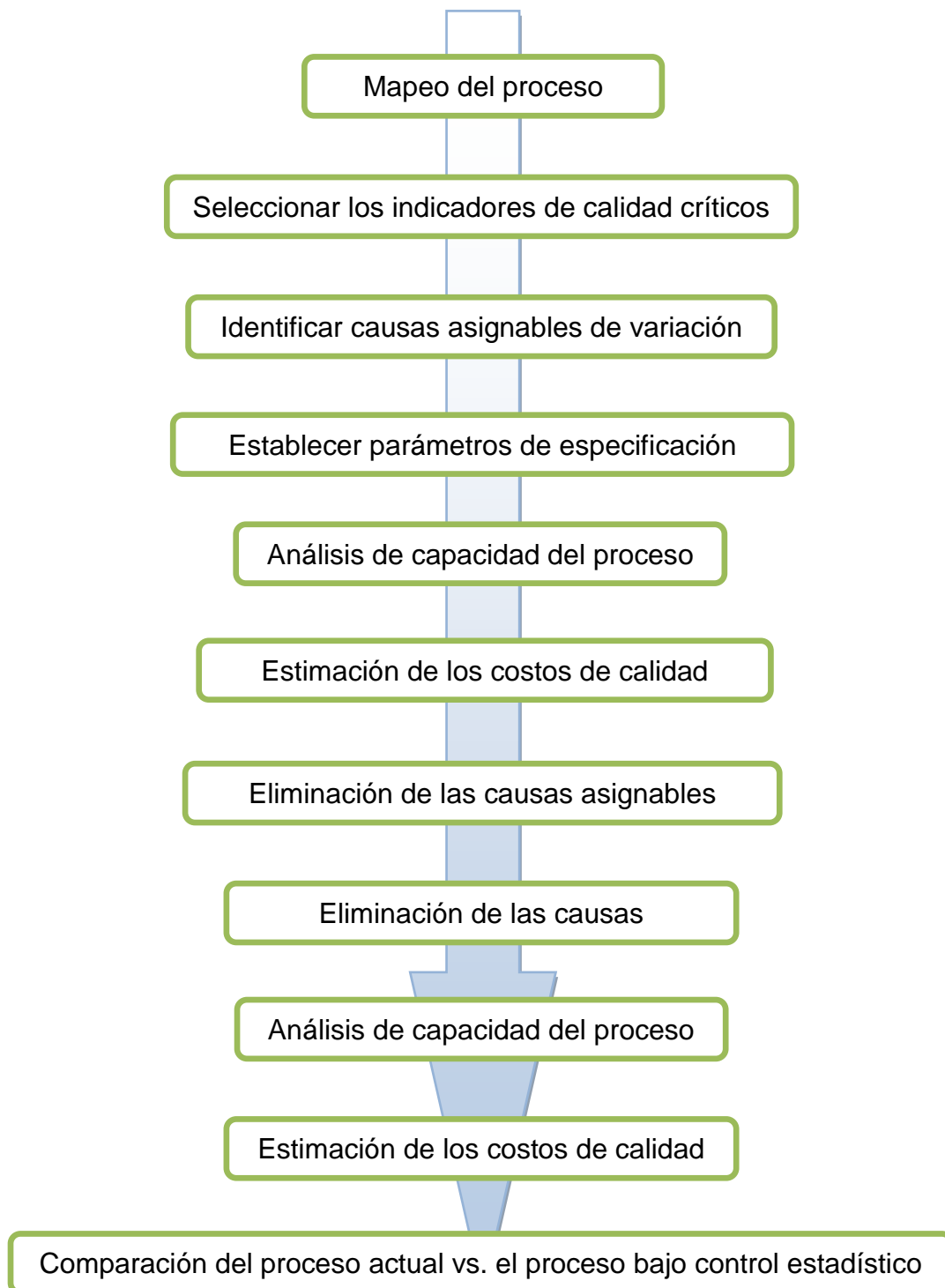


FIGURA 1.1 Gráfico de la metodología de estudio

- Análisis de capacidad del proceso bajo control estadístico. Con la eliminación de las causas asignables se determinará el estado en que se encuentra el proceso y si este es capaz de cumplir con las especificaciones puestas por la empresa.
- Estimación de los costos de calidad. Esto es del proceso bajo control estadístico.
- Comparación del proceso actual vs. el proceso bajo control estadístico.

## **1.4 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se establecerá los parámetros de elaboración para cada artículo en las secciones de preparación e hilado, siendo estos:

### **1.4.1 Proceso de preparación**

En la sección de preparación se tomará muestras de 2 observaciones en cada uno de las etapas del proceso, dichas observaciones serán de 2 m de mecha cada hora para luego ser pesadas en una balanza, y ser registrados dichos valores, para posteriormente comprobar la normalidad de los datos.

Mediante la elaboración de las cartas de control podemos determinar los límites naturales de cada etapa del proceso. Es necesario hacer este muestreo para cada uno de los materiales elaborados en este proceso de preparación.

Con estos datos se establecerán los límites de control con los que se iniciará el control estadístico de dicho proceso, hasta encontrar los límites óptimos que permitan mejorar la productividad.

Las siguientes tablas indican los parámetros requeridos para cada etapa del proceso.

**MEZCLADORA GC 14**

Artículo	ROMA				ESCOCIA				MANTEL				BAMBINO				HILO 2/40			
Materia prima																				
Número de doblajes		N		S		N		S		N		S		N		S		N		S
Estiro																				
Peso de entrada					gr/m					gr/m					gr/m					
Peso de salida					gr/m					gr/m					gr/m					

**GILLS GC15**

Artículo	ROMA				ESCOCIA				MANTEL				BAMBINO				HILO 2/40			
Materia prima																				
Número de doblajes																				
Estiro																				
% de recuperado																				
Peso de entrada					gr/m					gr/m					gr/m					
Peso de salida					gr/m					gr/m					gr/m					

**GILLS  
AUTOREGULADOR**

Artículo	ROMA				ESCOCIA				MANTEL				BAMBINO				HILO 2/40			
Materia prima																				
Número de doblajes																				
Estiro																				
Peso de entrada					gr/m					gr/m					gr/m					
Peso de salida					gr/m					gr/m					gr/m					

**GILLS INTERSECTING**

Artículo	ROMA		ESCOCIA		MANTEL		BAMBINO		HILO 2/40	
Materia prima										
Número de doblajes										
Estiro										
Peso de entrada		gr/m		gr/m		gr/m		gr/m		gr/m
Peso de salida		gr/m		gr/m		gr/m		gr/m		gr/m

**MECHERA FINISOR**

Artículo	ROMA		ESCOCIA		MANTEL		BAMBINO		HILO 2/40	
Materia prima										
Torsiones/m										
Estiro										
Peso de entrada		gr/m		gr/m		gr/m		gr/m		gr/m
Peso de salida		gr/m		gr/m		gr/m		gr/m		gr/m

Tabla 1- 1. Datos técnicos de preparación.



#### **1.4.2 Proceso de hilado**

- Peso gr/m de la mecha
- Relación del tren de estiraje
- Número de torsiones
- Tipo de cursor

En el caso de hilatura se tomará muestras de 4 observaciones aleatorias por cada mudada de la máquina de hilar, a continuación se realiza el control del número métrico (Nm, valor que identifica el grosor del hilo) de las cuatro observaciones.

La prueba consiste en colocar las 4 bobinas de observación en una contadora de metros para formar 4 madejas de 100 m cada una, para luego ser pesada en una balanza con una apreciación de 0.1 gr. y proceder al cálculo del número métrico.

Ejemplo de la determinación del Nm:

100 m de hilo pesan 7.30 gr.

$$Nm = \frac{100}{7.30}$$
$$Nm = 13.61$$

Interpretación: El hilo analizado tiene un Nm de 13.61, lo que quiere decir que 13,610 m. de este hilo pesan 1 kilogramo.

Con estos datos encontramos los límites naturales de cada máquina de hilar por cada artículo de hilo que se elabora en dicha máquina, para luego estandarizar los números métricos por cada artículo sin importa en qué máquina de hilar se lo realice, obteniendo una mejor productividad.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO (CEP)**

El control de calidad es una herramienta que permite de una forma adecuada y consistente analizar procesos con el fin de estudiar su comportamiento y poder evaluarlo, de tal forma que si se hallan procesos fuera de control se puedan hallar las variables que ejercen ese comportamiento. Con la finalidad de que se puedan generar mecanismos que conminen a restablecer el control del proceso de tal forma que se puedan cumplir con las especificaciones planteadas dentro del mismo (1).

En cualquier proceso productivo, por muy bien que se diseñe y por muy cuidadosamente que se controle, siempre existirá una cierta variabilidad inherente, natural, que no se puede evitar. Esta variabilidad natural, es el efecto acumulado de muchas pequeñas causas de carácter, esencialmente, incontrolable (2). Siendo uno de los objetivos fundamentales del CEP el detectar la presencia de causas asignables para emprender acciones correctivas que evite la elaboración de productos defectuosos o la disminución de los mismos.

La siguiente figura muestra en resumen los posibles factores que afectan al proceso.

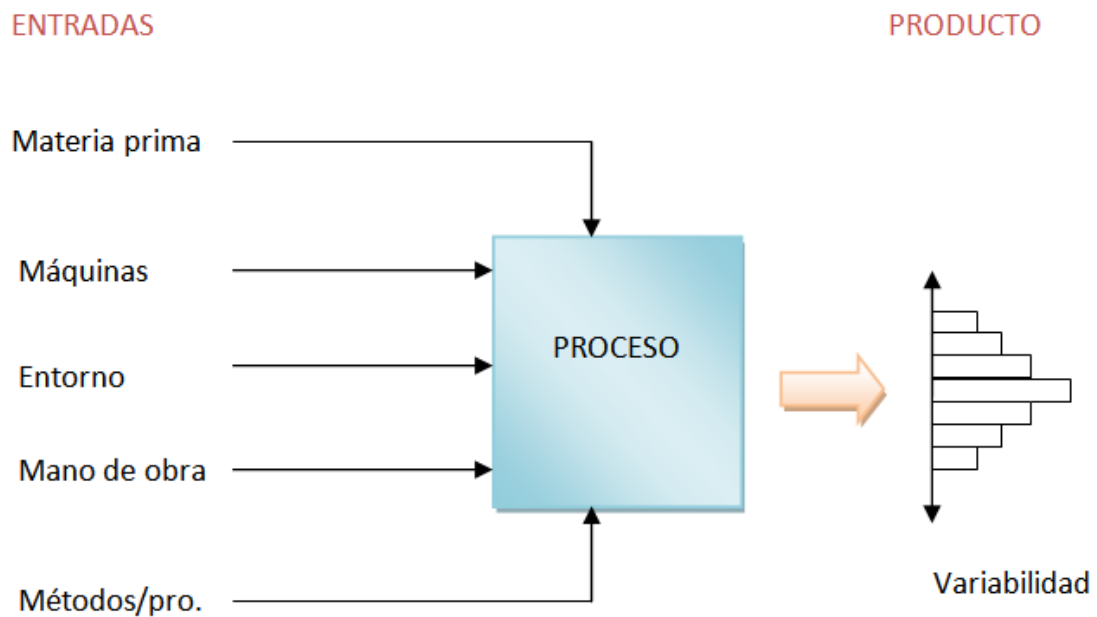


FIGURA 2.1 Factores que afectan al proceso

Autor: Albert Prat Bartes. Fuente: Métodos estadísticos: control y mejora de la Calidad.

Alcanzar un estado de control estadístico de proceso puede requerir un gran esfuerzo pero es sólo el primer paso. Una vez alcanzado, podremos utilizar la información de dicho control como base para estudiar el efecto de cambios planificados en el proceso de producción con el objetivo de mejorar la calidad del mismo.

### 2.1.1 Variabilidad

La variabilidad es una medida de la uniformidad, existen dos formas de variabilidad:

- Variabilidad inherente o instantánea que existe en un momento dado y
- Variabilidad a lo largo del tiempo.

Una medida de la variabilidad es el rango que se obtiene restando el valor más bajo de un conjunto de observaciones del valor más alto.

La calidad de los procesos sin duda determina la calidad de los productos que se obtienen, razón por la cual la gran meta de todo proceso de mejora es controlar la variabilidad, de tal forma que los procesos sean estables, consistentes y predecibles.

## **2.2 MÉTODOS GRÁFICOS PARA EL CONTROL ESTADÍSTICO**

Estas herramientas nos permiten realizar un análisis adecuado de los datos del proceso para mejorar su calidad. Entre las herramientas más utilizadas tenemos las siguientes:

### **2.2.1. Mapa de proceso**

Un proceso es un conjunto de actividades y recursos interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida aportando valor añadido para el cliente o usuario. Los recursos pueden incluir: personal, finanzas, instalaciones, equipos técnicos, métodos, etc.<sup>1</sup>

El propósito que ha de tener todo proceso es ofrecer al cliente o usuario un servicio correcto que cubra sus necesidades, que satisfaga sus expectativas, con el mayor grado de rendimiento en costo, servicio y calidad. Un procedimiento es la forma específica de llevar a término un proceso o una parte del mismo.

Los resultados deseados en los procesos dependen de los recursos, la habilidad y motivación del personal involucrado en el mismo, mientras los procedimientos son sólo una serie de instrucciones elaboradas para que las siga una persona o conjunto de personas.

---

<sup>1</sup><http://www.gestiopolis.com/canales8/ger/principios-de-la-gestion-de-la-calidad-total.htm> de Juan Plasencia

El mapa de proceso puede ser de tres niveles: macro (toda la organización), nivel local (todo un proceso) y micro (un subproceso específico).

La siguiente figura muestra un mapa de proceso de toda una organización.



FIGURA 2.2 Mapa de proceso de un servicio de informática

Autor: UCA . Fuente:Gestión de procesos UCA.

Pasos para diseñar un mapa de procesos

1. Identificar a los actores

La organización existe porque tiene clientes que atender, pero también depende de sus proveedores y otras organizaciones de su entorno, una buena manera de empezar es identificar a los agentes o actores que se relacionan en el proceso. Entre los actores podemos destacar elementos de la infraestructura como almacenes, sistemas informáticos, equipos, etc.

2. Identificar la línea operativa

Esta línea operativa está formada por la secuencia encadenada de procesos que se llevan a cabo para realizar un producto. Esta línea viene determinada por la naturaleza de la actividad de la organización.

3. Añadir los procesos de soporte a la línea operativa y los de dirección.

Este paso se lo realiza cuando el mapa de proceso es de toda la organización.

En la siguiente figura se muestra los gráficos utilizados para hacer un mapa de procesos.

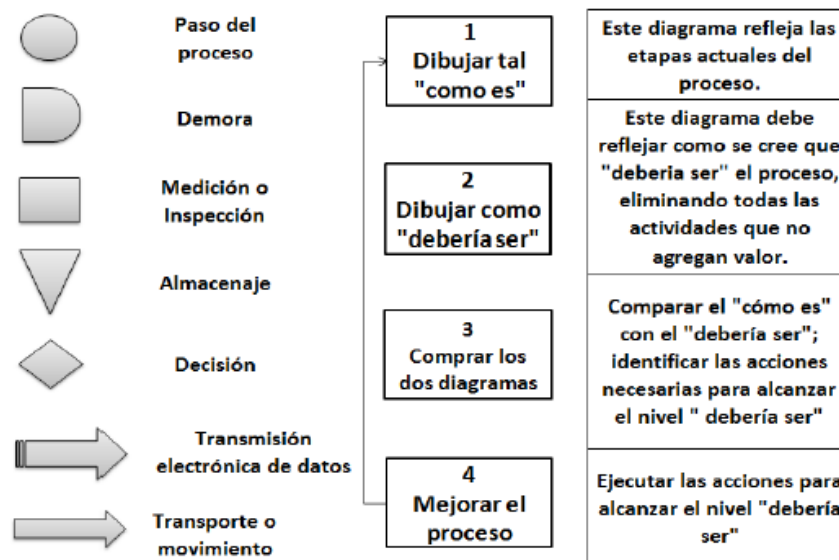


FIGURA 2.3 Simbología

Autor: UCA . Fuente:Gestión de procesos UCA.

### 2.2.2. Diagrama de Pareto

Cuando un proceso es complejo existen múltiples causas que pueden provocar fallos y afectar a la calidad de forma significativa. Un análisis minucioso del proceso puede llevarnos a la conclusión de que no todos los tipos de fallos posibles ocurren con la misma frecuencia ni tienen la misma repercusión. Para este análisis se utiliza el diagrama de Pareto. Este principio de concentración

fue popularizado por el italiano Vilfredo Pareto en el siglo XIX en su estudio de la distribución de la renta en Italia.

El diagrama de Pareto es llamado también curva 80-20 o distribución A-B-C, es una forma especial de gráfico de barras verticales el cual ayuda a determinar que problemas resolver y en qué orden. El hecho de hacer un diagrama de Pareto basado en hojas de inspección o en otras formas de recolección de datos es una ayuda para dirigir la atención y esfuerzos a los problemas realmente importantes.

Se obtendrán mejores resultados al analizar los problemas en orden de importancia.

Pasos para la elaboración de un diagrama de Pareto.

1. Seleccionar los problemas a ser comparados y ordenarlos por categorías de acuerdo a lo siguiente:
2. Lluvia de ideas, por ejemplo: Cuales son los principales problemas en el Departamento A.  
Utilizando los datos existentes, por ejemplo: para establecer las áreas problemáticas mas importantes veamos los reporte de calidad generados durante el mes por el Departamento A.
3. Seleccionar la unidad de medición del patrón de comparación, por ejemplo: el costo anual, frecuencia, etc.
4. Seleccionar el periodo de tiempo a ser estudiado, por ejemplo: 8 horas, 8 días, 8 semanas, etc.
5. Reunir los datos necesarios de cada categoría, por ejemplo: el defecto A ocurrió X veces en los últimos 6 meses o bien el defecto B costo X cantidad en los últimos 6 meses.

6. Comparar la frecuencia o costos de cada categoría respecto a las demás, por ejemplo: el defecto A ocurrió 75 veces; el defecto B ocurrió 107 veces; el defecto C 35 veces, o bien el costo anual del defecto A es de 750000 y el del defecto B es de 535000.
7. Enumerar en orden decreciente de frecuencia o costo y de izquierda a derecha sobre el eje horizontal las diferentes categorías; Las categorías que contengan menos artículos pueden ser combinadas en la categoría denominada “otros” la cual es ubicada al extremo derecho de la clasificación.
8. Arriba de cada categoría o clasificación dibujar una barra cuya altura representa la frecuencia o costo de esa clasificación.

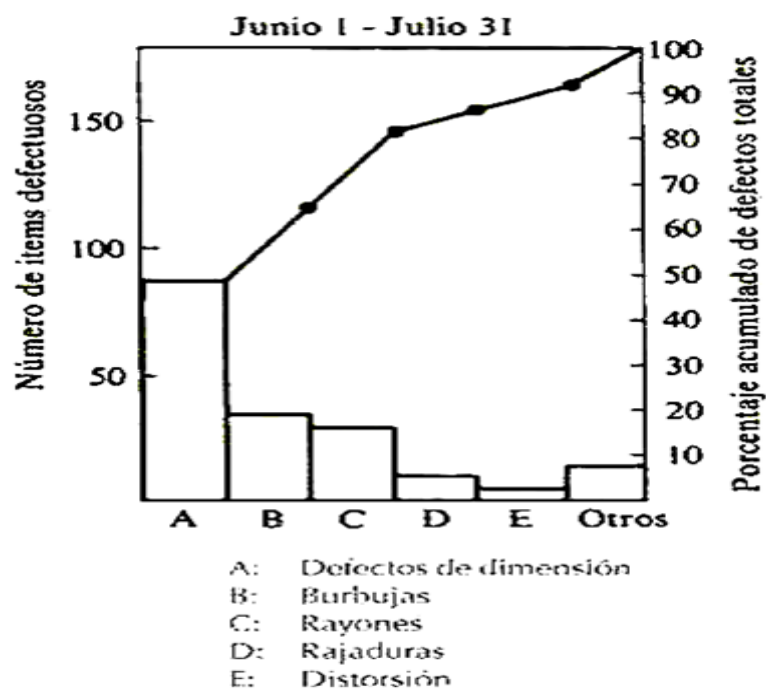


FIGURA 2.4 Diagrama de Pareto

Autor: Dr. José L. Piñeiros. Fuente: Apuntes del curso Productividad 1

Frecuentemente los datos representativos a las frecuencias o a los costos de las categorías son representados en el eje vertical izquierdo y su respectivo porcentaje en el eje vertical derecho. Tener cuidado que los dos ejes estén a



escala, por ejemplo: el 100% de la escala del eje vertical derecho es equivalente al costo o a la frecuencia total representada en el eje vertical izquierdo; el 50 % equivale a la mitad del valor representado.

Desde la esquina superior derecha de la barra más alta y moviéndose de izquierda a derecha a través de las categorías se pueden trazar una línea que nos muestre la frecuencia acumulada de las categorías.

Haciendo esto se puede contestar preguntas tales como ¿Cuánto del total es presentado por las tres primeras categorías?

### **2.2.3. Diagrama de causa y efecto**

El diagrama causa efecto fue desarrollado para representar la relación entre algún efecto y todas las posibles causas que lo influyen. El efecto o problema es colocado en el lado derecho del diagrama y las influencias o causas principales son listadas a su izquierda. Se empieza seleccionando un problema que sea controlable dentro de su departamento o área de trabajo.(GOAL/QPC,1988)

Los diagramas de causa y efecto son trazados para ilustrar claramente las diferentes causas que afectan un proceso, identificándolas y relacionándolas una con otras.

Para cada efecto generalmente surgirán varias categorías de causa principales que pueden ser resumidas en las llamadas 4 M's, mano de obra, maquinaria, métodos y materiales; en el área administrativa es más recomendable usar las 4 P's: pólizas, procedimientos, personal y planta.

Se usan cualquier categoría principal que surja para ayudar al grupo a pensar creativamente. Un diagrama de causa y efecto bien detallado tomará la forma del esqueleto de un pez, por lo que también recibe el nombre de diagrama de espina de pescado.

De la lista definida de causas, las más comunes son identificadas y seleccionadas para un análisis mayor; a medida que se examine cada causa, hay que ubicar todo lo que ha cambiado así como las desviaciones de las normas o patrones, es importante curar las causas, no los síntomas del problema. Es necesario eliminar las causas tanto como sea posible.

Pasos para construir un diagrama de causa y efecto.

1. Empezar el proceso creando una frase que describa el problema seleccionado en términos de lo que es específicamente, donde y cuando ocurre, y su alcance.
2. Generar las causas necesarias para construir el diagrama de causa y efecto de alguna de las siguientes maneras:
  - Lluvia de ideas estructurada acerca de las posibles causas (sin preparación previa).
  - Pedir a los miembros del equipo que utilicen hojas de inspección simples para ubicar las posibles causas y examinar cuidadosamente los pasos del proceso de producción.
3. Elaborar el diagrama de causa y efecto actual de la siguiente manera:
  - Colocar la frase descriptiva que identifica el problema en el cuadro de la derecha.
  - Por pasos, de acuerdo al proceso de producción, anote por categoría las tradicionales causas principales o bien cualquier causa que sea útil para organizar los factores más importantes.
  - Colocar en forma apropiada en categorías principales las ideas generadas en las lluvias de ideas.

- Para cada causa preguntar ¿por qué sucede? y listar las respuestas como ramificaciones de las principales causas.
4. Interpretación. Con el fin de encontrar las causas más elementales del problema, hacer lo siguiente:
- Observar las causas que aparecen repetidamente.
  - Llevar a un consenso del grupo.
  - Reunir información para determinar las frecuencias relativas de las diferentes causas.

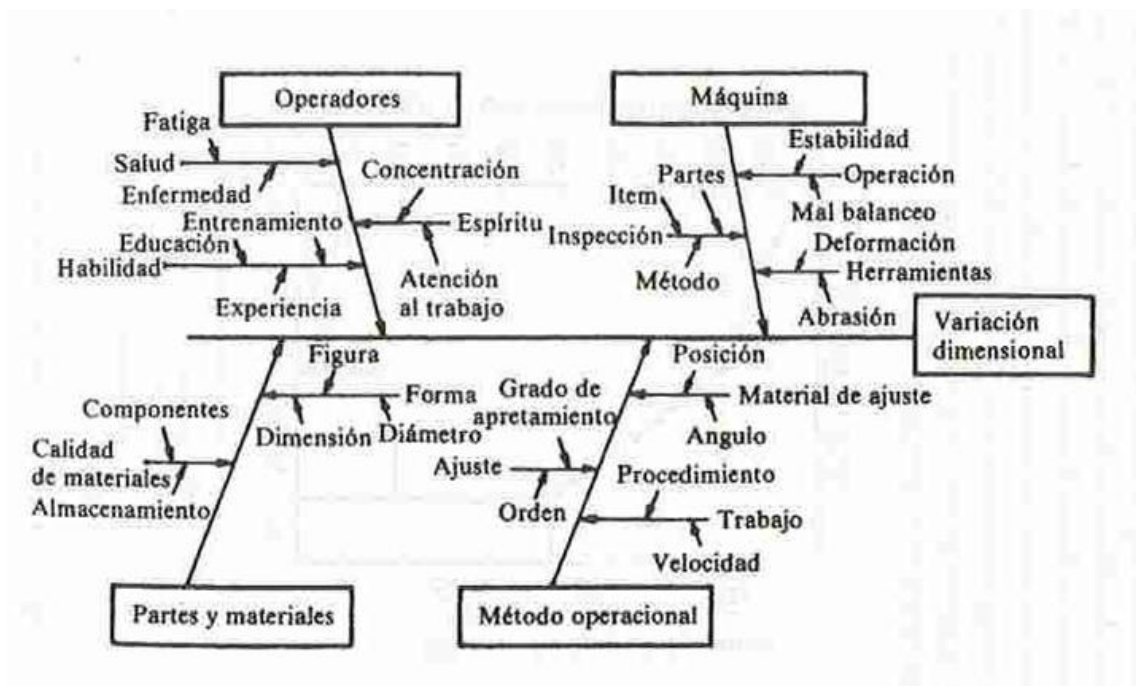


FIGURA 2.5 Diagrama causa efecto

Autor: Dr. José L. Piñeiros. Fuente: Apuntes del curso Productividad 1

#### **2.2.4. Cartas de control estadístico.**

Una carta de control es simplemente un gráfico de desarrollo con límites de control estadísticamente determinados; estos límites se denominan límite de control superior (LCS) y límite de control inferior (LCI) y se colocan equidistantes a ambos lados de la línea que indica el promedio de un proceso. (GOAL/QPC, 1988)

Los límites de control son calculados tomando datos de un proceso mediante muestras e introduciendo los promedios de las muestras en fórmulas apropiadas; se pueden graficar estos por medio de las muestras a fin de determinar si caen dentro o fuera del límite de control o bien, saber si forman trayectorias anormales, si tenemos puntos fuera de los límites o bien formando trayectorias anormales, podemos entonces decir que nuestro proceso está fuera de control. (Prat, 1997)

La fluctuación de los puntos dentro de los límites resulta de la variación de las denominadas causas comunes dentro del sistema de un proceso, por ejemplo el diseño, tipo de máquina, mantenimiento preventivo etc., y que solamente pueden ser afectadas cambiando ese sistema.

En caso de tener puntos fuera de los límites de control o bien formando ciertas trayectorias anormales podemos decir que estos originados por causas especiales o asignables, por ejemplo errores del personal, cambio en el lote del material, desgaste de herramienta de trabajo, etc., y que no son parte de la forma normal de operar del proceso y que deben ser eliminadas antes de que el gráfico de control sea utilizada como herramienta de monitoreo.

Una vez hecho esto, el proceso estaría en control y las muestras pueden ser tomadas a intervalos regulares para asegurar que el proceso no cambie fundamentalmente.

Para mejorar los procesos se requiere de tres actividades básicas:

1. Estabilizar los procesos (lograr control estadístico), mediante la identificación y eliminación de causas especiales.
2. Mejorar el proceso mismo, reduciendo la variación debida a causas comunes.
3. Monitorear el proceso para asegurar que las mejoras se mantienen y para detectar oportunidades de mejora.

Las cartas de control se elaboran teniendo en cuenta los siguientes pasos:

1. Definir la característica de la calidad a evaluar: la variable deberá ser medible y expresable en números, por lo general están expresadas en función de longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura, etc.
2. Escoger el subgrupo racional: los datos que se reúnen en forma aleatoria no se los considera racionales, un subgrupo racional es aquel en el que la variación que se produce dentro del grupo mismo se debe a causas fortuitas; esa variación sirve para calcular los límites de control y la variación entre un subgrupo y otro sirve para evaluar la estabilidad a largo plazo. Una regla práctica es utilizar gráficas  $\bar{X}$  y  $s$  en vez de  $\bar{X}$  y  $R$  cuando el tamaño del subgrupo es mayor que 15.
3. Reunir los datos necesarios: los mismos se deben registrar en tablas sencillas para facilitar los cálculos de  $\bar{X}$ ,  $R$ ,  $s$ .
4. Calcular la línea central de ensayo y los límites de control: según los parámetros estadísticos conocidos, las fórmulas a utilizar son:

Método	Gráfica X	Gráfica R
$\mu_x$ y $\sigma_x$ conocidas	$CL = \mu_x$ $UCL_{\bar{X}} = \mu_x + A\sigma_x$ $LCL_{\bar{X}} = \mu_x - A\sigma_x$	$CL = d_2\sigma_x$ $UCL_R = D_2\sigma_x$ $LCL_R = D_1\sigma_x$
$\mu_x$ y $\sigma_x$ estimadas a partir de $\bar{X}$ y $\bar{R}$	$CL = \bar{\bar{X}}$ $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$ $LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$	$CL = \bar{R}$ $UCL_R = D_4\bar{R}$ $LCL_R = D_3\bar{R}$

Tabla 2-1. Cuadro de medias y desviación estándar.

Autor: Adriana Poco. Fuente: El Control Estadístico de Procesos mediante las Cartas de Control

- Representar gráficamente las cartas de control: se realizan con software específico para estadística. Los gráficos consisten en trazar una línea central continua, con los parámetros de  $\bar{R}$ ,  $\bar{\bar{X}}$  o, y las líneas de los límites superiores e inferiores en línea discontinua y por medio de puntos o marcas, se dibujan los datos.

Considerar y evaluar los resultados obtenidos: las gráficas de control determinan si el proceso es estable o bajo control o si se encuentra fuera de control. Se puede decir que un proceso está fuera de control en los siguientes casos:

- Existen puntos fuera de los límites de control.
- Existen 7 puntos consecutivos de un mismo lado de la línea central.
- Existen 7 puntos consecutivos en orden ascendente o descendente.
- Existen 2 o 3 puntos consecutivos demasiada cerca de uno de los límites de control.

Existen distintos tipos de cartas de control según los datos con los que se cuenta. Tenemos las siguientes:

Cartas de control para variables que son diagramas que se aplican a variables o características de calidad de tipo continuo por ejemplo: pesos, volúmenes, longitudes.

Cartas de control de atributos, son diagramas que se aplican al control de características de calidad del tipo pasa, no pasa o donde se cuenta el número de conformidades que tiene los productos analizados.

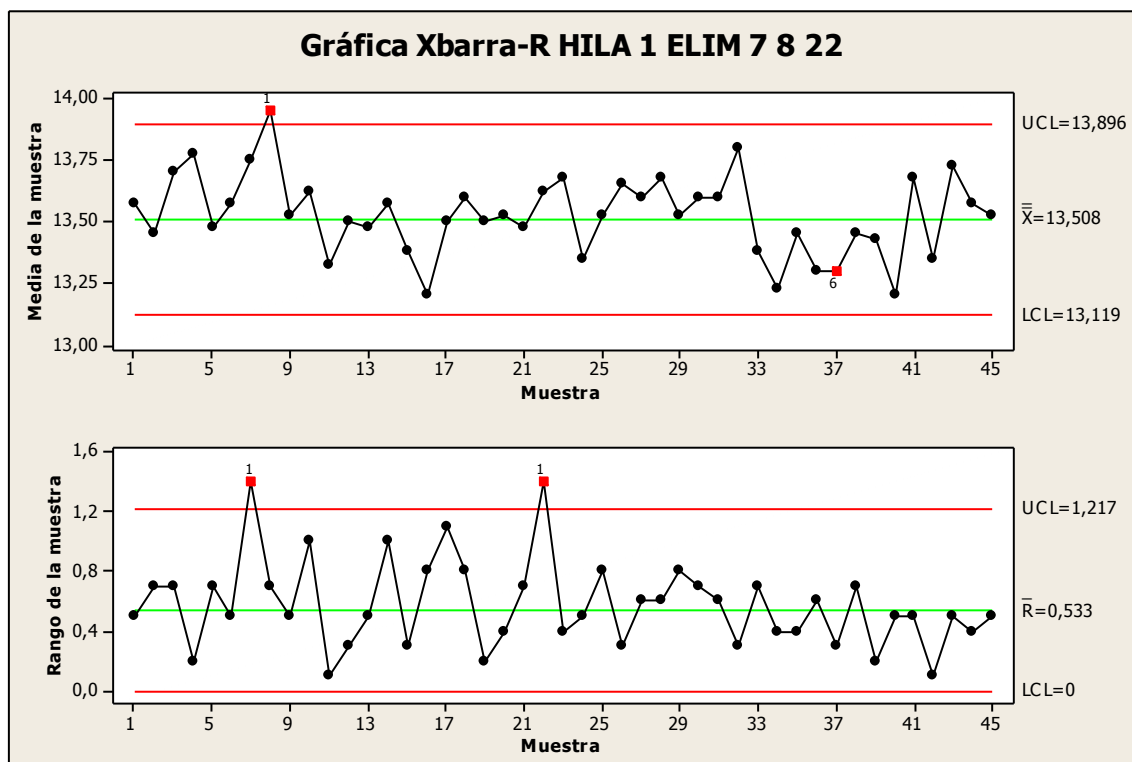


FIGURA 2.6 Gráfica de una muestra Hila 1

Fuente: Muestras de hilo Roma

### 2.2.4.1. Prueba de normalidad para variables

Los datos que se utilizan para graficar las cartas de control deben presentar propiedades de una distribución normal.

Existen muchas pruebas para verificar la normalidad de los datos recolectados, la más utilizada es la prueba de ajuste de Kolmogorov-Smirnov.

Esta prueba de Kolmogorov-Smirnov, permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica específica.

Mediante esta prueba se compara la distribución acumulada de frecuencias teóricas con la distribución acumulada de las frecuencias observadas, se encuentra el punto de divergencia máxima y se determina que probabilidad existe que una diferencia de esa magnitud se deba al azar.

La distribución de los datos  $F_n$  para  $n$  observaciones  $y_i$  se define como:

$$F_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \begin{cases} 1 & \text{si } y_i \leq x \\ 0 & \text{alternativa} \end{cases}$$

Para dos colas el estadístico está dado por:

$$D = \max |F_n(x) - F_0(x)|$$

Donde:

$F_n(x)$  es la función de distribución muestral y  $F_0(x)$  la función teórica o correspondiente a la población normal especificada en la hipótesis nula.

Para realizar el análisis de normalidad de los datos tomados en este estudio se utilizará el programa Minitab.

#### **2.2.4.1.1. Prueba de hipótesis para una muestra**

“Hipótesis es una afirmación sobre una población, que puede someterse a pruebas al extraer una muestra aleatoria”(3).

Prueba de hipótesis es formular una teoría y luego contrastarla, para realizar esta prueba se siguen los siguientes pasos:



1. Plantear la hipótesis nula y la alternativa ( $H_0$  y  $H_1$ ).

$$\begin{array}{ll} H_0: \mu = \mu_0 & H_1: \mu \neq \mu_0 \\ H_0: \mu > \mu_0 & H_1: \mu < \mu_0 \end{array}$$

2. Seleccionar el nivel de significancia.

Generalmente son del 5% o 1% (Error de tipo I y Error de tipo II).

ERROR DE TIPO I.- Rechazar la hipótesis nula,  $H_0$  cuando es verdadera.

ERROR DE TIPO II.- Aceptar la hipótesis nula,  $H_0$  cuando es Falsa.

3. Calcular el valor estadístico de prueba.

Estadísticos de pruebas como: Z, t de Student, F y Ji cuadrado.

4. Formular la regla de decisión.

Son las condiciones según las que se acepta o rechaza la hipótesis nula.

5. Tomar una decisión.

El valor observado de la estadística muestral se compara con el valor de estadística de prueba.

En este caso las hipótesis son:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): los datos tienen una distribución normal.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): los datos no tienen una distribución normal.

## **2.3 ANÁLISIS DE CAPACIDAD**

El análisis de capacidad de un proceso se lo utiliza con dos objetivos principales implicando las especificaciones del producto. Surgen varias interrogantes que necesitan ser contestadas mediante este análisis.

¿Como ayuda a la predicción?

¿Es este proceso capaz de cumplir permanentemente con las especificaciones del producto?

¿Cómo ayuda al análisis?

¿Por qué este proceso no cumple con las especificaciones establecidas?

La principal razón para cuantificar la capacidad de un proceso es de calcular la habilidad del proceso para mantenerse dentro de las especificaciones del producto.

Para procesos que están bajo control estadístico una comparación de la variación de  $6\sigma$  con los límites de especificaciones permite un fácil cálculo del porcentaje de defectuosos. La capacidad del proceso es una medida de la dispersión natural de la variable que mide la calidad del producto, pero no dice nada de si dicha calidad se ajusta o no a las especificaciones. A continuación se muestran los índices más utilizados.

Índice de capacidad del proceso  $C_p$ , es una fórmula que se utiliza para calcular la habilidad del proceso de cumplir con las especificaciones del proceso y se expresa de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\hat{\sigma}}$$

Donde:

$C_p$ : Capacidad potencial del proceso.

$LSE$ : Límite superior especificado.

$LIE$ : Límite inferior especificado.

$\hat{\sigma}$ : Estimador desviación estándar.

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Donde:

$\bar{R}$ : Rango promedio de la carta de control.

$d_2$ : Constante de cálculo.

$C_p$  Puede asumir varios valores que los analistas clasifican entre 1 y 4 según sea la habilidad del proceso para cumplir con las especificaciones.

$C_p$	Clase de proceso	Decisión
$C_p > 1.33$	1	Más que adecuado, incluso puede exigirse más en términos de su capacidad
$1 < C_p < 1.33$	2	Adecuado para lo que fue diseñado. Requiere control estrecho si se acerca al valor 1
$0.67 < C_p < 1$	3	No es adecuado para cumplir con el diseño inicial
$C_p < 0.67$	4	No es adecuado para cumplir con el diseño inicial

Tabla 2-2 . Clase de proceso

Autor: J Jiménez. Fuente: “Estudio de análisis de medidas (cálculo de  $C_{pk}$ ) índice de capacidad para un proceso estable”.

Otra medida para la cuantificación del índice de capacidad de proceso es el  $C_{pk}$ , esta definido como el menor valor encontrado entre el  $C_{ps}$  y el  $C_{pi}$  que se define como:

$$C_{ps} = \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma} \qquad C_{pi} = \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma}$$

Donde:

$C_{ps}$ : Capacidad de proceso teniendo en cuenta únicamente la especificación superior del proceso.

$C_{pi}$ : Capacidad de proceso teniendo en cuenta únicamente la especificación inferior del proceso.

$LIE$ : Limite de especificación inferior de la variable.

$LSE$ : Limite de especificación superior de la variable.

$\bar{X}$ : Valor promedio encontrado de los datos.

$\sigma$ : Desviación estándar del proceso.

$C_{ps}$  y  $C_{pi}$  sólo evalúan la mitad de la distribución de los datos teniendo en cuenta sólo  $3\sigma$ . Es útil cuando la especificación de la variable sólo expresa como un máximo o como un mínimo, para indicar al analista en que sector de la especificación (superior o inferior) se presenta más riesgo de incumplimiento de los valores establecidos.

## **2.4 LABORATORIO DE CONTROL**

### **2.4.1 Manejo del USTER TESTER 1**

Este es un aparato de laboratorio textil utilizado para encontrar imperfecciones tales como partes finas, partes gruesas y neps (motas) en lo referente a hilos, también realiza análisis de mechas del proceso de preparación.

Los datos emitidos por este aparato los entrega en forma impresa tanto para los análisis del hilo como para la mecha, estos son el diagrama de masa y el diagrama espectrograma.

El Uster Tester 1 consta de 4 partes:

1. Monitor
2. Control
3. Espectrógrafo
4. Unidad de medición

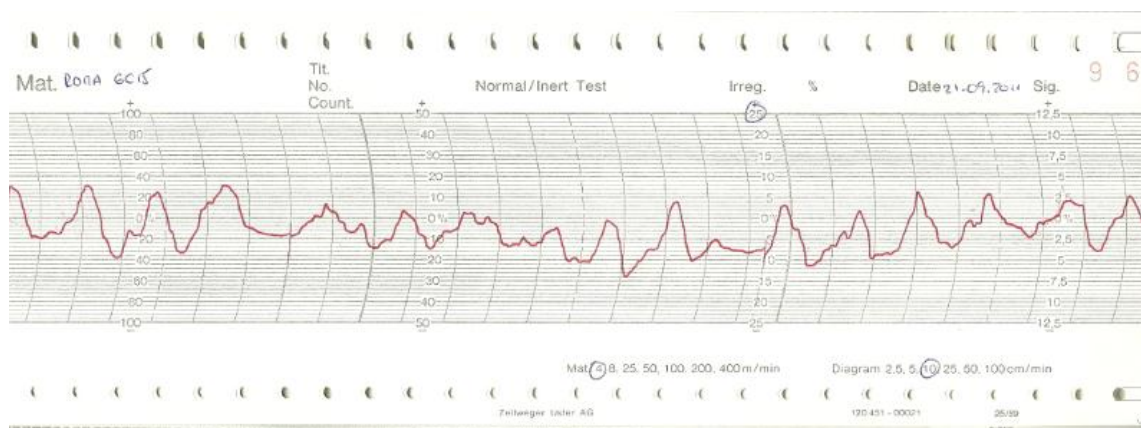


**FIGURA 2.7** Equipo USTER TESTER 1

Fuente: Laboratorio de control de hilo.

### 2.4.1.1 Diagrama de masa

Este diagrama presenta la variabilidad del artículo que se está realizando el control en función del tiempo, en la figura 2.8 se muestra este diagrama.



**FIGURA 2.8** Diagrama de masa máquina GC 15 artículo Roma

Este diagrama fue elaborado bajo las siguientes características:

Velocidad del material 4 m/min.

Velocidad del papel 10cm/min.

Rango de escala 25 %

Para poder interpretar este diagrama se divide la velocidad del material para la velocidad del papel y obtenemos 0.4m/cm papel, con esta información se observa que el diagrama evidencia una variación con una periodicidad de cada 0.6 m aproximadamente.

Según el manual de USTER esta imperfección se le asigna a un rodillo de presión del tren de estiraje de la máquina anterior GC 14.

Diagrama Espectrograma. Este es un diagrama similar al de frecuencia, con la diferencia que en estos diagramas se indica a qué distancia se repiten las imperfecciones como muestra la figura 2.9 que es una test del hilo Roma.

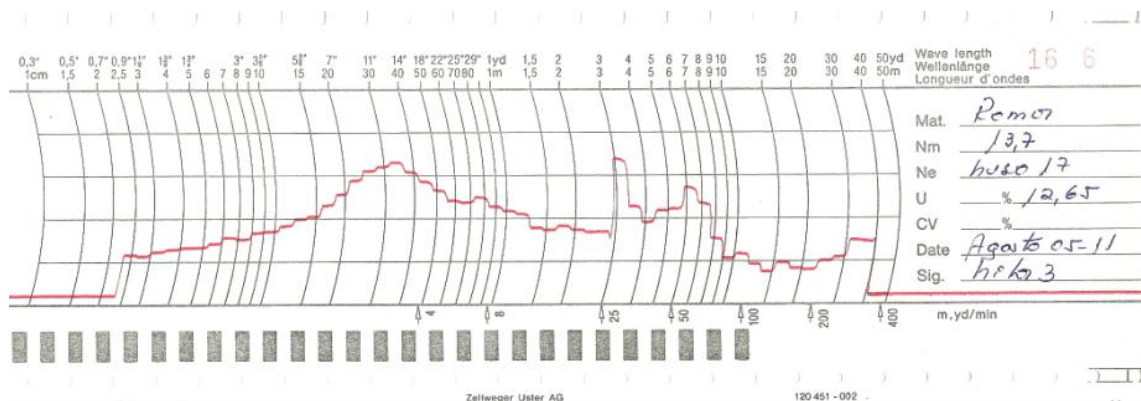


FIGURA 2.9 Diagrama espectrograma artículo hilo Roma

El diagrama indica que el hilo presenta imperfecciones cada 3 y 6 m siendo el más importante el de 3 m. Según la literatura del manual Tester Uster 1 este diagrama se puede dividir en 4 secciones.

- SECCIÓN 1. Se debe a imperfecciones debido a todo lo que es engranajes, rodamientos, ejes torcidos.

- SECCIÓN 2. A problemas de encartamiento en el tren de estiraje de la máquina de hilar, rodillos excéntricos, bandas rotas, condensadores en mal estado.
- SECCIÓN 3. Por problemas en el proceso de preparación específicamente en la máquina mechera debido a rodillos excéntricos, bandas con fisuras, falta de presión en rodillos, frotadores desgastados.
- SECCIÓN 4. Esta es por problemas en el proceso de preparación específicamente en las máquinas de peinado debido a motas, rodillos excéntricos, peines en mal estado.

#### **2.4.2 Manejo de cuenta metros y balanza**

Para realizar el control del número métrico se tomará muestras de 4 observaciones aleatorias por cada mudada de la máquina de hilar.

La prueba consiste en colocar las 4 bobinas de observación en una contadora de metros para formar 4 madejas de 100 m cada una, para luego ser pesada en una balanza con una apreciación de 0.1 gr. y realizar el cálculo del número métrico, como se muestra en la figura 2.9.



FIGURA 2.10 Cuenta metros y la balanza.

Fuente: Laboratorio de control de hilo

Ejemplo del control del número métrico del hilo Roma:

100 m de hilo pesan 7.30 gr.

$$Nm = \frac{100}{7.30}$$

$$Nm = 13.61$$

Interpretación: El hilo analizado tiene un Nm de 13.61, lo que quiere decir que 13,610 m. de este hilo pesan 1 kilogramo.



## **CAPÍTULO III**

# **DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PREPARACIÓN E HILADO**

### **3.1 RESEÑA HISTÓRICA**

Tomando su origen en las necesidades fundamentales del hombre, como manutención, vivienda y vestido se podría decir que el arte de producir hilos es tan antiguo como la humanidad.

En 1530 se inventa la rueca de hilar constituyendo un progreso remarcable que permitió producir hilo continuo de grandes longitudes. La expansión del algodón hacia el siglo XVIII, procedente de España donde los árabes lo habían importado dos siglos antes sumados a la invención de la máquina de vapor son los principales factores que desarrollaron la industria textil.

“Un hilo es comparable a un eje sin fin constituido de fibras más o menos paralelas dispuestas en hélice alrededor del eje del hilo, la cohesión está asegurada por las grandes fuerzas de frotación entre fibras provocada por la torsión”<sup>2</sup>.

Partiendo de la fibra acrílica de longitudes comprendidas entre 10 y 200 mm, la hilatura tiene la necesidad de una serie de operaciones que tienen por objeto:

- Separar las fibras de las materias extrañas.
- Abrirlas.
- Paralelizarlas.

---

<sup>2</sup> Manual Machines textiles NSC año 1996

- Organizarlas bajo una forma continua.
- Darles torsión

Estas dos últimas se las realiza en el proceso de hilado y las otras en el proceso de preparación de fibra.

En la actualidad existen una gran variedad de procesos de hilado, dependiendo del tipo de fibra textil que se utiliza, sea estos de origen natural o química. El presente trabajo sólo trataremos los de naturaleza química, específicamente la fibra acrílica.

## **3.2 PROCESO DE PREPARACIÓN**

En la elaboración del hilo acrílico, algo fundamental que determina la calidad del hilo es el proceso de preparación, que en resumen es el corte de fibra continua, mezclado, peinado y estirado, paralelizado, y finalmente mechado de fibra.

### **3.2.1. Corte de fibra acrílica continua**

El objeto de este procedimiento es transformar unos cables de filamentos continuos en una cinta de fibras discontinuas para nuestro caso comprendidas entre 85 y 120 mm de largo.

Esto se lo realiza en una máquina denominada converter SEYDEL (cortadora) la cual corta los filamentos haciendo pasar por unos rodillos de presión (zona de pre estiro) para luego ser sometidas a un proceso térmico a través de planchas calefactoras que suavizan el acrílico, después ingresa a una zona de rotura que es donde se da la longitud de la fibra para finalmente ingresar a un compactador rizador, que entrega una mecha en botes de 50 kg de capacidad. La fibra cortada está controlada por un estado de limpieza después de al menos dos pasajes de intersecting (peinadoras).

### **3.2.2 Definición de doblaje**

En cada uno de los pasos de las operaciones de peinado, preparación e hilatura denominamos doblaje “al hecho de alimentar a la entrada de la máquina un cierto número de cintas o de mechas que provienen del paso precedente y que serán estiradas en conjunto y re ensambladas en una sola cinta de salida de la máquina”<sup>3</sup>.

El número total de doblajes es igual al producto de los doblajes de cada paso, es el doblaje total el que determina por así decirlo el grado de regularización. El doblaje tiene por objeto mejorar la distribución de las fibras y de asegurar la homogeneidad de estas, por lo que mientras más elevado sea el número de doblajes mejor será su regularización.

### **3.2.3. Estiraje, mezclado, desfeltradoras y re craqueado**

En esta operación ingresan 18 doblajes o mechas de fibra semi cortada (32 gr/m) y sale una mecha ya totalmente cortada, estirada, mezclada, desfeltradas y recraqueadas (18 gr/m) en forma de bobinas denominadas “top”.

La máquina que se utilizada para este fin se denomina R5L10 GC14, tiene cinco tres de cilindros en trío sometidas bajo presión hidráulica que hace que las mechas se paralelicen y terminen de cortarse.

Después la fibra ingresa a un gills de cadenas GC14 (cabeza giratoria de 112 peines) para el recraqueado de la fibra larga a un estiro comprendido entre 7 y 9, pudiendo influir en la calidad del hilo. Finalmente esta mecha es enrollada en top de 25 kg.

---

<sup>3</sup>Manual Machines textiles NSC año 1996

### **3.2.3.1 Principio de estiraje**

En una cinta o una mecha las fibras elementales son yuxtapuestas y escalonadas, es decir que sus extremos están desplazados en una cierta longitud en relación a las fibras vecinas. Si no fuese así la cinta o la mecha no tendría ninguna cohesión.

Analicemos la constitución de una cinta ideal, se supone que una cinta o mecha está constituida por fibras que tengan una misma longitud y en la cual las fibras están orientadas según el eje de la cinta, escalonadas regularmente y sin interrupción, un extremo de la cinta está junto al extremo de la fibra siguiente como se muestra en la figura 3.1.

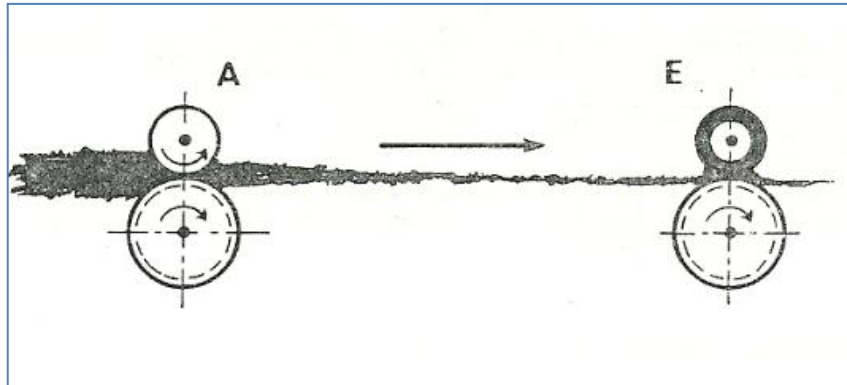


**FIGURA 3.1 Fibra escalonada**

Fuente: Manual Machines textiles NSC

### **3.2.3.2. Principio de funcionamiento del estiraje**

El estiraje esta realizado por medio de dos pares de cilindros que giran a velocidades circunferenciales diferentes y entre las cuales se hace pasar la cinta o mecha. El sistema de estiraje más simple estaría teóricamente constituido por un conjunto tal como indica en la figura 3.2.



**FIGURA 3.2 Sistema de estiraje**

Fuente: Manual Machines textiles NSC

Un par de cilindros traseros (A) denominados cilindros alimentadores o cilindros de entrada, y un par de cilindros delanteros (E) denominados cilindros estiradores o cilindros de salida, que giran a una velocidad superior.

Los cilindros inferiores están accionados positivamente mientras que los superiores denominados de presión están accionados por fricción por el paso de la cinta. El objeto de los rodillos de presión es asegurar el efecto de pinzado necesario para forzar todas las fibras y adoptar las velocidades respectivas sin dar lugar a deslizamientos.

El efecto de pinzado de los cilindros estiradores es generalmente superior al ejercido por los cilindros alimentadores, los cilindros estiradores deben en efecto producir un esfuerzo principal exigido por la operación de estiraje, es decir retirar las fibras a velocidad superior a través de la masa de fibras agrupadas por la velocidad inferior.

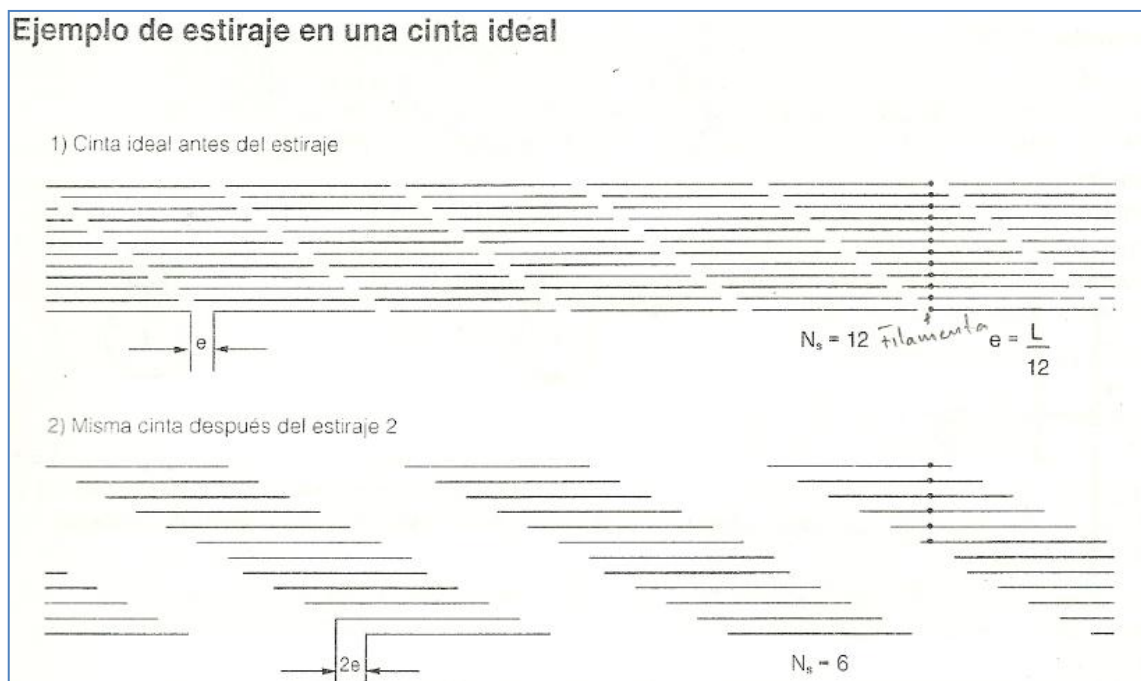
El par de cilindros traseros debe ejercer el efecto de retención necesario y suficiente para evitar que las fibras todavía no cogidas por los cilindros estiradores sean arrastradas por frotamiento de las fibras vecinas ya cogidas por los estiradores y que ya tengan la velocidad superior.

### **3.2.4. Peinado y estirado**

En esta operación la mecha es paralelizada y estirada por medio de un sistema de peines giratorios (gill de cadena). La máquina que realiza este trabajo se denomina Gill de cadena GC 15.

En esta ingresa entre 8 y 9 doblajes por el sistema de peines giratorios que va paralelizando y limpiando la mecha dependiendo del artículo que se esté elaborando, este sistema de peines está ubicado entre los cilindros de alimentación y estiradores, para posteriormente ser recogido en botes.

En la figura 3.3 se muestra como se paraleliza la mecha así como se va estirando.



**FIGURA 3.3 Estiraje de una mecha ideal**

Fuente: Manual Machines textiles NSC

### **3.2.5. Pasajes de preparación**

La empresa cuenta con dos líneas de preparación:

- Línea NSC con tres pasajes.
- Línea COGNETEX con dos pasajes.

#### **3.2.5.1. Línea NSC**

Está compuesta por tres máquinas peinadoras con distintos doblajes, de baja producción por su sistema de peines sin fin, el segundo pasaje es una peinadora provista de un sistema de autoregulador mecánico que permite que la mecha entregada por la máquina tenga una regularidad lo más constante posible (densidad gr/m constante).

#### **3.2.5.2. Línea COGNETEX**

Compuesta por dos máquinas peinadoras de una mayor capacidad productiva, donde el primer pasaje está provisto de autoregulador electrónico que permite una mejor regularidad de la mecha.

#### **3.2.5.3. El autoregulador en los pasajes**

El regulador del estiraje permite reducir el número de pasada necesarias para obtener una cinta regular. Este dispositivo se adapta a los estiradores, produciendo una cinta única.

El objeto del regulador es de variar el título de estiraje en la misma proporción que la variación del peso de la mecha de entrada, esta variación se consigue haciendo variar la velocidad de los cilindros alimentadores mientras la velocidad de los cilindros estiradores se mantiene fija.

#### **3.2.5.4. Principio del autoregulador**

La cantidad de mecha que ingresa a los cilindros alimentadores es medida por un palpador que detecta cualquier variación de masa, este palpador da la orden para que en función de esta variación de masa la velocidad del cilindro de alimentación aumente o disminuya en función del estiro implantado y lograr una mecha de salida lo más regular posible.

#### **3.2.6. Mechera de frotación**

El sistema de frotado está destinado a consolidar las mechas de un peso débil, caracterizado por un movimiento de avance continuo y un movimiento transversal alternativo estando intercalado este dispositivo entre los cilindros estiradores y el sistema de enrollador de bobinas.

El sistema frotador tiene como objeto comprimir la mecha y enrollarla sobre si misma alternativamente en los dos sentidos con el fin de darle la cohesión necesaria para las manipulaciones posteriores sin tener el riesgo de falsos estiraje.

La máquina que realiza este operación se llama Finisor, por esta ingresa dos mechas por el sistema de estiraje para luego pasa por el frotador y finalmente ser unidas paralelamente en forma de bobinas.

### **3.3 PROCESO DE HILAR**

El hilado es la fase final de la producción de hilo simple, el hilo terminado antes de poseer cualidades como número métrico bien definido, regularidad, solidez y elasticidad, limpieza.

El hilo se efectúa en continuas de hilar (hiladoras) según el siguiente principio:

- Último estiro de la mecha de preparación.



- Torsión destinada a transformar en hilo la mecha de preparación previamente estirada en el número deseado y proporcionar al hilo la solidez exigida.
- Enrollado del hilo producido en bobinas que permitan el almacenamiento, en el volumen más reducido posible, con la mayor longitud posible y de fácil desenrollado y de manipulación sin problemas.

### **3.3.1. La torsión**

La solidez de una cinta, compuesta de fibras paralelas yuxtapuestas, es decir el esfuerzo a la tracción necesaria para producir la rotura, depende esencialmente de:

- El número de fibras en la sección recta de la cinta.
- De la longitud de las fibras.
- De la estructura superficial de la que depende la cohesión (ondulación, ganchos aspereza de la fibra).

La mecha estando supuestamente constituida de fibras perfectamente paralelas dispuestas en el sentido de su eje, la torsión consiste en mantener fijo uno de los extremos y hacer girar el otro extremo alrededor de su eje de cara a disponer las fibras en forma de hélice. Esto tiene por efecto prensar las fibras las una con las otras y aumentar así el frotamiento entre ellas.

## **3.4 MAPAS DE PROCESO**

### **3.4.1. Proceso de preparación**

Muchos de los procesos fluyen horizontalmente a través de las clásicas organizaciones funcionales (por departamentos), en esta hay problemas de

asignación de responsabilidad sobre la totalidad del proceso, que no debe ir acompañada de autoridad ejecutiva sobre los recursos para no inferir con la jerarquía.

Sin embargo la satisfacción del cliente viene determinada por el coherente desarrollo del proceso, del negocio en su conjunto más que por el correcto desempeño de cada función individual o actividad.

El funcionamiento de este proceso suele ser más visible desde el cliente (visión global) que desde el interior de la empresa.

En el siguiente gráfico podemos observar de una manera global el mapa de proceso de Preparación como está constituido actualmente, donde no existe una retroalimentación sobre las necesidades del cliente (en este caso requerimientos de hilatura), es decir una gestión del cliente.

La inexistencia de una gestión de la calidad durante la elaboración del producto ha imposibilitado realizar una trazabilidad del lote de fabricación. En la figura 3.4 se ilustra el mapa de proceso actual.

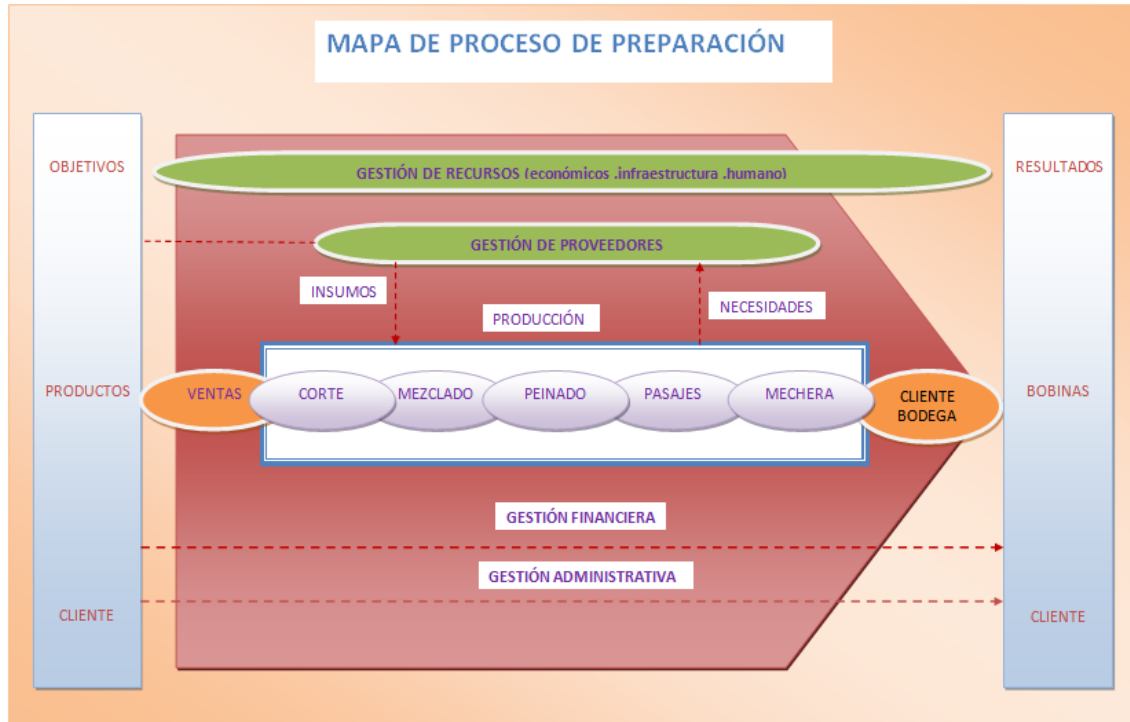


FIGURA 3.4 Mapa de proceso del proceso de preparación (actual)

En la figura 3.5 se presenta el mapa de proceso de preparación propuesto, adicionando un sistema de gestión de la calidad que permita elaborar el material dentro de los límites naturales de control, algo que también es muy importante es la retro alimentación del cliente en este caso la sección de hilatura. La integración de los sistemas de calidad, ambiental y salud e higiene ocupacional que ayudará a mejorar en todos los aspectos. En la actualidad no existen límites de especificación propuestos por el cliente.

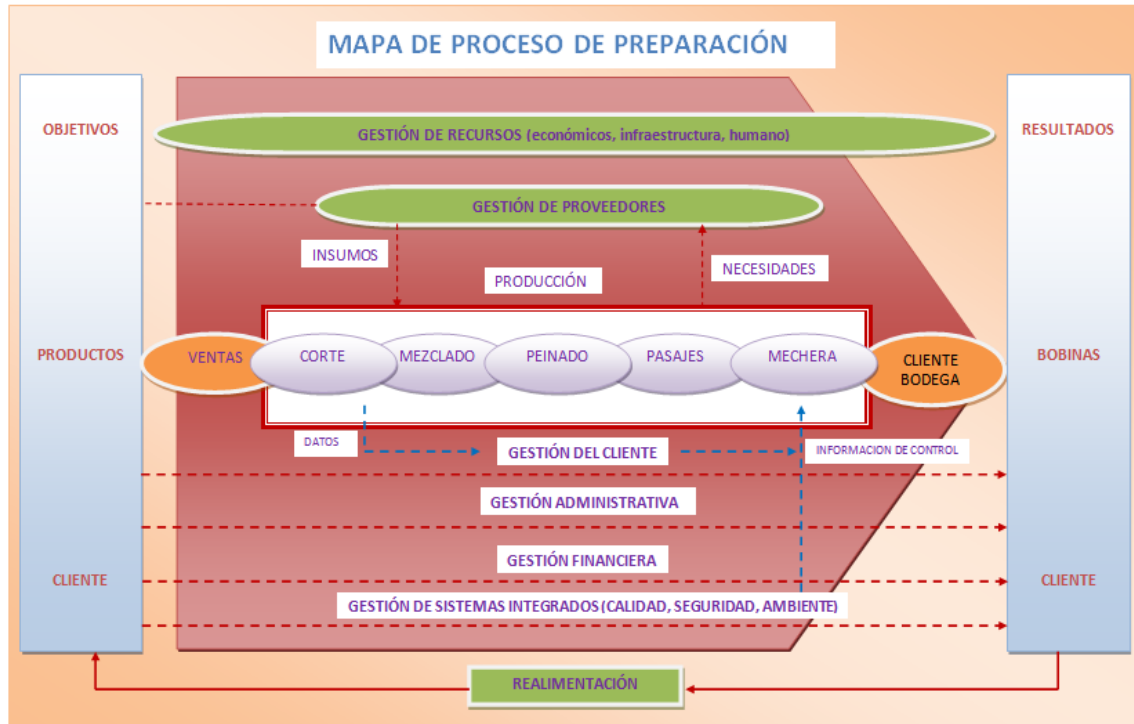


FIGURA 3.5 Mapa de proceso de preparación (propuesto)

### 3.4.2. Proceso de hilado

Para el proceso de hilatura se presenta un mapa muy similar al de preparación sin un sistema de gestión de calidad ni una retroalimentación que nos permita mejorar el proceso.

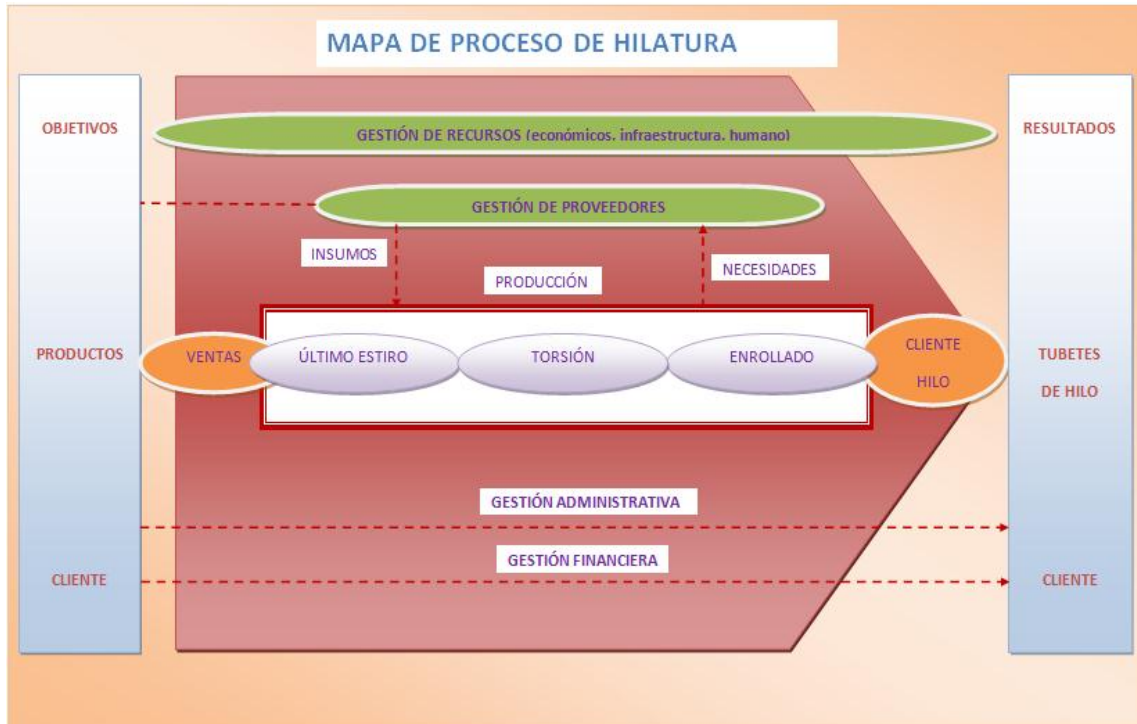


FIGURA 3.6 Mapa de proceso de hilatura (actual)

En la figura 3.7 se indica la propuesta de mejora para el proceso de hilado. En esta figura se muestra la realimentación fundamental para el correcto funcionamiento del proceso que permite realizar planificaciones de lotes de producción para cada artículo.

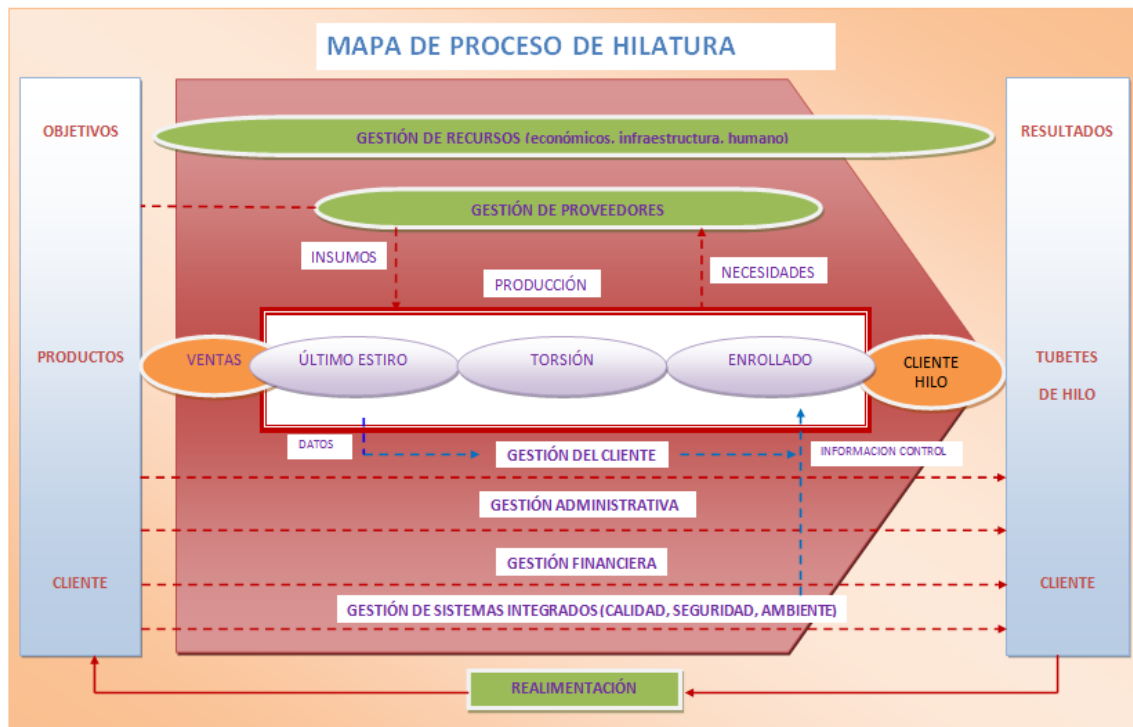


FIGURA 3.7 Mapa de proceso de hilatura (propuesto)

### 3.5 SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad la empresa no cuenta con registros de elaboración de sus productos u hojas técnicas, es por esta razón que el control de calidad se lo realiza de una manera empírica basado en los 25 años de experiencia el técnico de hilatura.

En ciertas ocasiones los problemas o defectos del hilo se detectaban en su fase final cuando se realizaba el control del peso de los cubrecamas, los cuales eran muy pesados o muy livianos. Al realizar las correcciones respectivas tenía que pasar por lo menos cinco días que es el tiempo que se demora en elaborar el hilo, teñirlo y tejerlo.

Uno de los objetivos de este trabajo es determinar los parámetros de elaboración en los procesos de preparación e hilatura que permitan detectar estas imperfecciones en las fases de elaboración del hilo, mediante la estandarización de las marchas de preparación y hojas técnicas del hilo.

### **3.5.1. Obtención de los límites naturales**

Para el estudio del proceso de preparación se tomó entre 15 y 20 muestras de 2 observaciones para cada fase del proceso, es decir se tomó observaciones de 4 u 8 metros de mecha para poder determinar cuál es el peso gr/m en las máquinas GC14, GC15, SCE, SC, NSC y Finisor.

Es necesario aclarar que en la fase de pasajes la empresa posee dos líneas una antigua denominada NSC y una moderna que es electrónica llamada Cognetex (SCE, SC).

El principal artículo que se elaboraba en la empresa era el ROMA con el cual se realiza los cubrecamas, pero en los últimos años la venta de este producto ha bajado notablemente de una producción de 80000 a 35000 cubrecamas actualmente. Normalmente este artículo sólo se elaboraba en los pasajes Cognetex por su capacidad productiva hasta 150 ton por mes.

Como complemento se elabora hilo 2/40 utilizado por los indígenas de Otavalo para realizar sus vestimentas y artesanías, que en el último semestre se incremento la venta de este hilo de 15 a 30 ton., es decir ahora este es el artículo al que se le da mayor importancia. Este artículo se elabora en los pasajes antiguos con una capacidad máxima de 20 ton. Lo cual es insuficiente para la demanda presentada, por esta razón ahora se elabora el material para hilo 2/40 en los pasajes Cognetex.

Adicional a estos dos artículos se elabora en pequeñas cantidades los artículos denominados bambino, mantel.

### **3.5.2. Análisis del proceso de preparación**

Para realizar el análisis de la mecha la empresa cuenta desde el mes de junio del 2011 con un equipo de control de calidad denominado USTER 1 que

permite valorar la regularidad de la mecha. A partir de esta fecha se inició la implementación de un laboratorio de calidad.

### **3.5.2.1. Artículo Roma**

#### **3.5.2.1.1. Máquina GC 14**

En esta máquina se tomó 33 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar dos metros de mecha y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En la tabla 3.1 del anexo 1 se muestra los datos obtenidos.

Para el análisis de estos datos se utilizará el programa Minitab tanto para realizar el test de normalidad, cartas de control y capacidad del proceso.

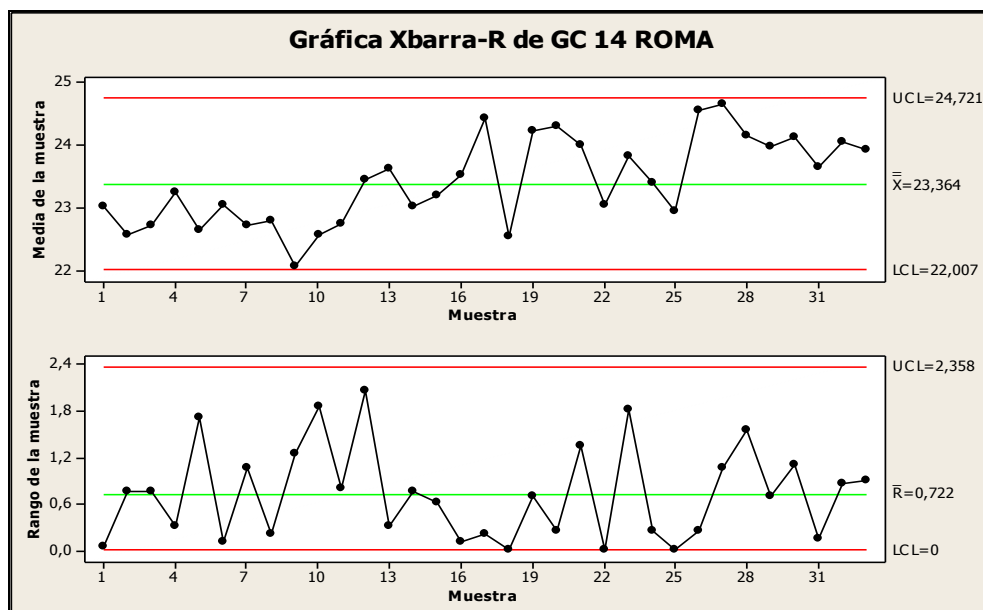
Para probar la normalidad de los datos, se utilizará el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

Esta prueba compara la función de distribución acumulada empírica de los datos de su muestra con la distribución esperada si los datos son normales.

Si el valor  $p$  de esta prueba es mayor que su nivel  $\alpha$  elegido, se acepta la hipótesis nula se concluye que la población es normal.

En el anexo 16 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se realiza las gráficas de control como se indica en la figura 3.8.





**FIGURA 3.8 Carta de control máquina GC 14 artículo Roma**

Observamos que ninguna de las muestras está fuera de los límites naturales de control por lo que podemos concluir que está bajo control pero presenta cierta variabilidad.

En la figura 3.8 en la gráfica de las medias se puede observar que empieza con un valor inferior al de la media, luego toma un valor superior a la media para nuevamente tomar una tendencia a la baja, esto se le atribuye a la máquina y materia prima.

De la figura 3.8 se ha determinado que los límites naturales para la máquina GC14 artículo ROMA es como se muestra en la tabla 3-1

	UCL	LC	LCL
Medias	24,72	23,36	22,00
Rango	2,35	0,72	0

**Tabla 3-1 Límites naturales máquina GC 14 artículo Roma**

### 3.5.2.1.2. Máquina GC 15

En esta máquina se tomó 17 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar dos metros de mecha y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 2 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 17 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se procede a realizar las gráficas de control como indica la figura 3.9.

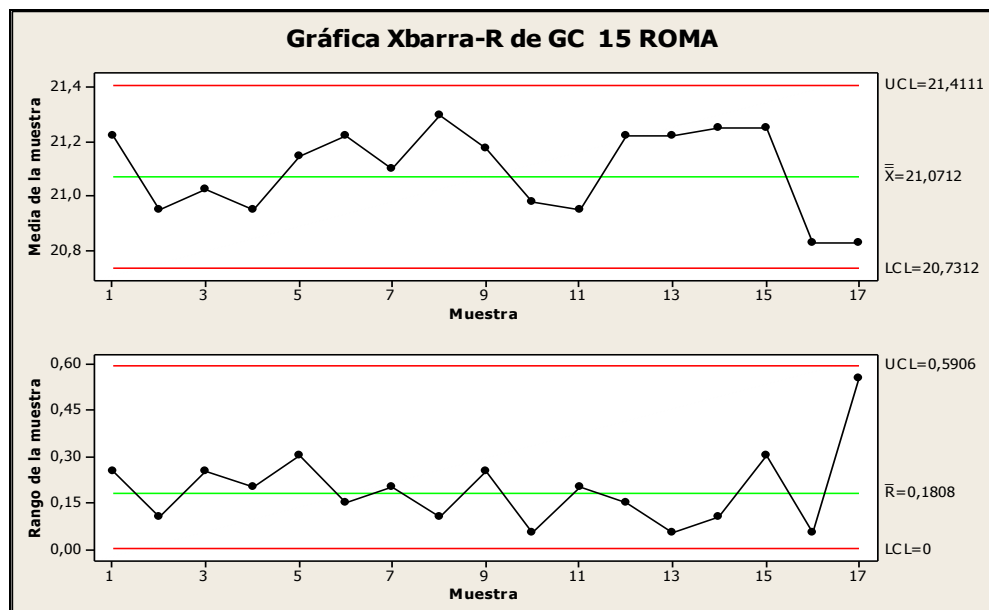


FIGURA 3.9 Carta de control máquina GC 15 artículo Roma

Observamos que ninguna de las muestras está fuera de los límites naturales de control por lo que podemos concluir que está bajo control pero presenta cierta variabilidad.

De la figura 3.9 se ha determinado que los límites naturales para la máquina GC15 artículo ROMA es como se muestra en la tabla 3-2.

	UCL	LC	LCL
Medias	21,41	21,07	20,73
Rango	0,59	0,18	0

Tabla 3-2 Límites naturales máquina GC 15 artículo Roma

### **3.5.2.1.3. Primer pasaje NSC**

En esta máquina se tomó 15 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar cuatro metros de mecha y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 3 se muestra los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 18 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se realiza las gráficas de control como se indica en la figura 3.10

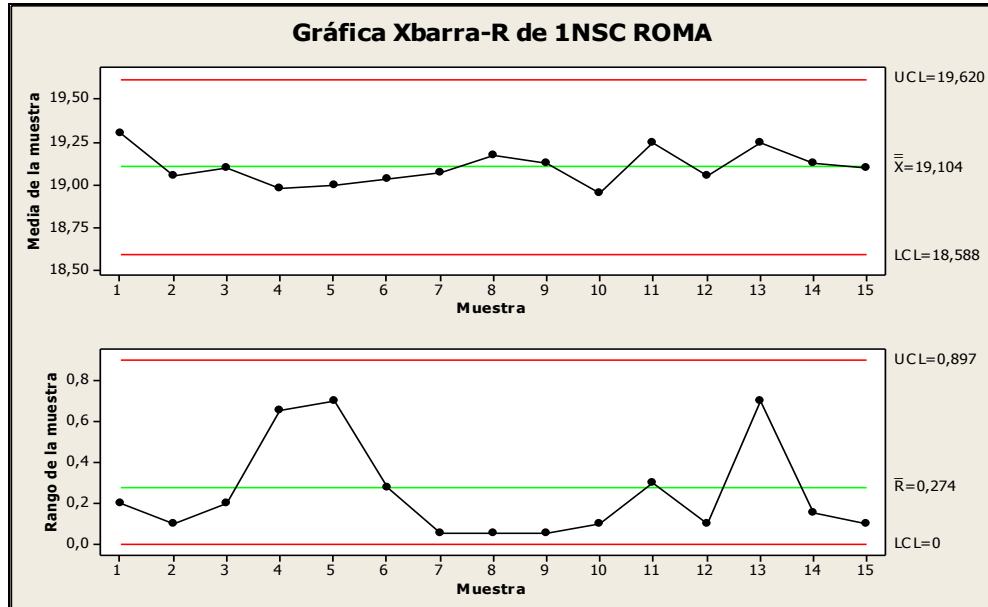


FIGURA 3.10 Carta de control máquina Primer pasaje NSC artículo Roma

Observamos que ninguna de las muestras está fuera de los límites naturales de control por lo que concluimos que está bajo control y poca variabilidad.

De la figura 3.10 se ha determinado que los límites naturales para la máquina Primer pasaje NSC artículo ROMA es como se muestra en la tabla 3-3.

	UCL	LC	LCL
Medias	19,62	19,10	18,58
Rango	0,89	0,27	0

Tabla 3-3 Límites naturales máquina Primer pasaje NSC artículo Roma

#### 3.5.2.1.4. Segundo pasaje NSC

En esta máquina se tomó 15 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar cuatro metros de mecha, y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 4 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 19 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se procede a realizar las gráficas de control como indica la figura 3.11.

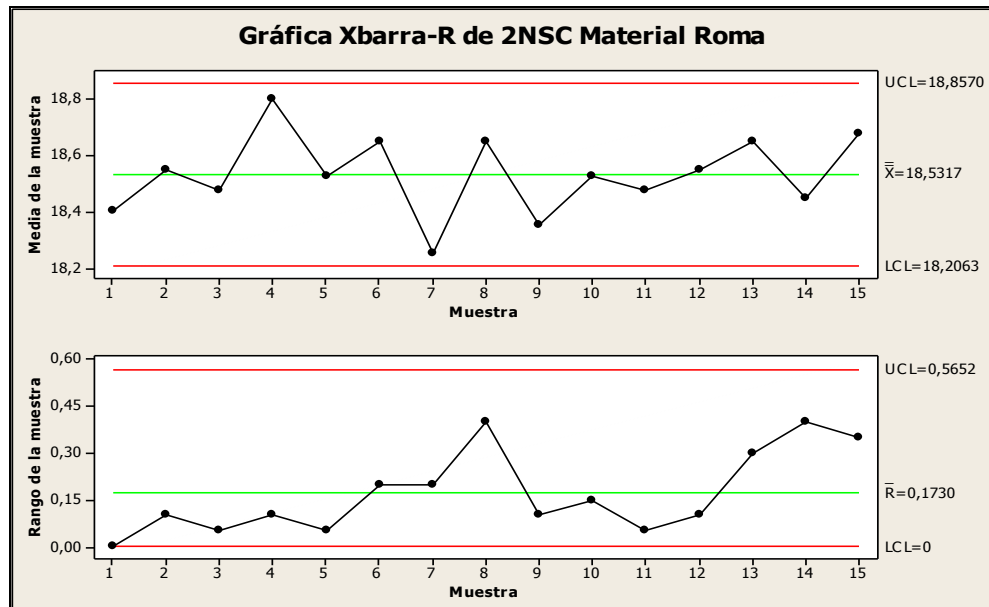


FIGURA 3.11 Carta de control máquina Segundo pasaje NSC artículo Roma.

Observamos que ninguna de las muestras se encuentra fuera de los límites naturales de control, por lo que podemos concluir que está bajo control pero tiene poca variabilidad.

También se puede ver que tiene una tendencia periódica como en el caso de la máquina GC 14, que también la podríamos atribuir a la máquina y el reposo de la materia prima.

De la figura 3.11 se ha determinado que los límites naturales para la máquina Segundo pasaje NSC artículo ROMA es como se muestra en la tabla 3-4.

	UCL	LC	LCL
Medias	18,85	18,53	18,20
Rango	0,56	0,17	0

Tabla 3-4 Límites naturales máquina Segundo pasaje NSC artículo Roma.

### 3.5.2.1.5. Tercer pasaje NSC

En esta máquina se tomó 15 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar cuatro metros de mecha y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 5 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 20 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se procede a realizar las gráficas de control como indica la figura 3.12

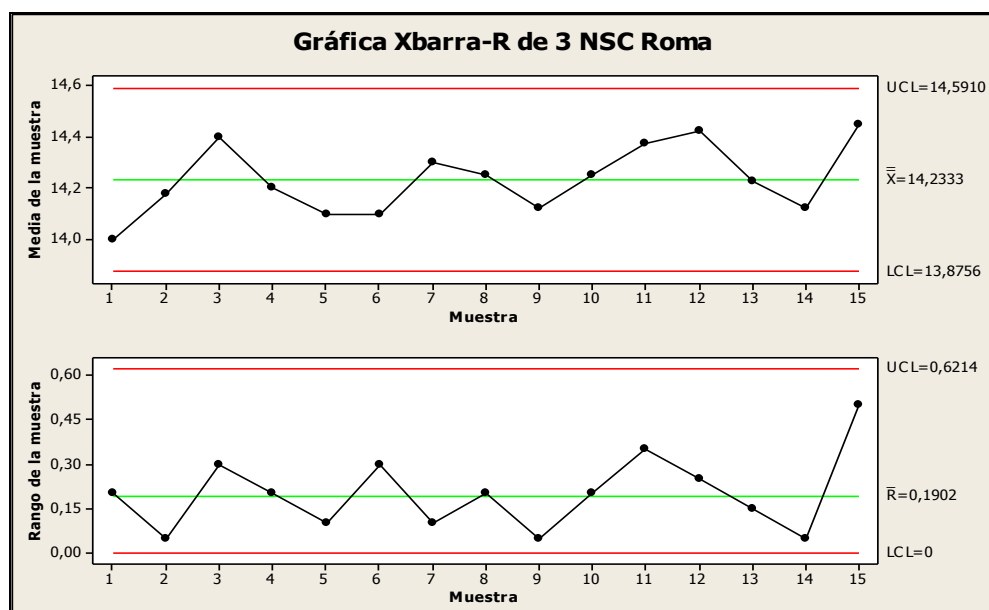


FIGURA 3.12 Carta de control máquina Tercer pasaje NSC artículo Roma

Observamos que todas las muestras se encuentran dentro de los límites naturales de control, por lo que se dice que está bajo control pero con cierta variabilidad.

También presenta una tendencia marcada de periodicidad también producida por la máquina y a la materia prima.

De la figura 3.12 se ha determinado que los límites naturales para la máquina Tercer pasaje NSC artículo ROMA es como se muestra en la tabla 3-5.

	UCL	LC	LCL
Medias	14,59	14,23	13,87
Rango	0,62	0,19	0

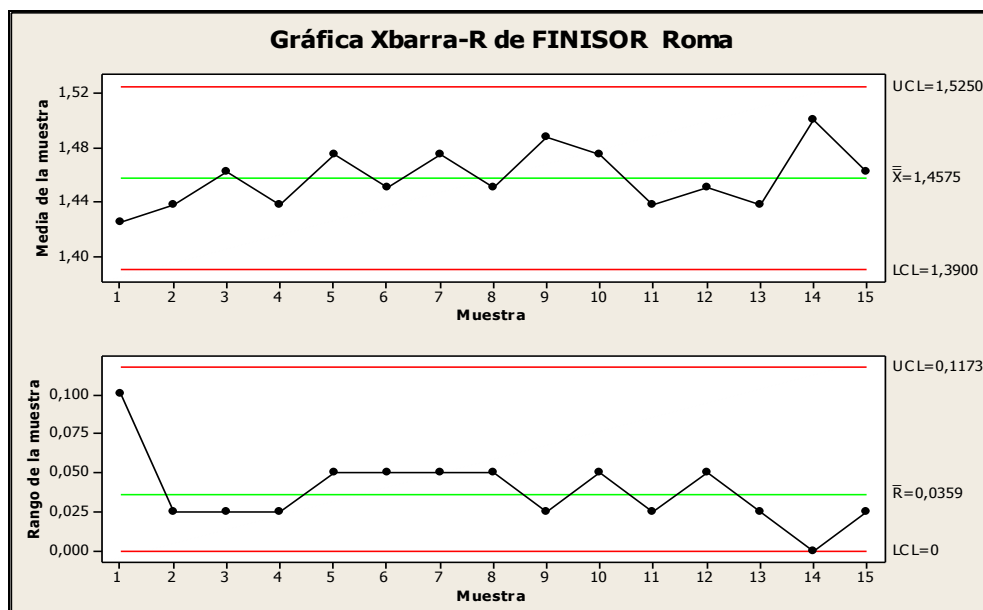
Tabla 3-5 Límites naturales máquina Tercer pasaje NSC artículo Roma

#### **3.5.2.1.6. Finisor**

En esta máquina se tomó 20 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar ocho metros de una de las mechas y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 6 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 21 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se procede a realizar las gráficas de control como indica la figura 3.13.



**FIGURA 3.13 Carta de control máquina Finisor artículo Roma.**

Observamos que todas las muestras se encuentran dentro de los límites naturales de control, por lo que podemos decir que está bajo control pero con cierta variabilidad.

De la figura 3.13 se ha determinado que los límites naturales para la máquina Finisor artículo ROMA es como se muestra en la tabla 3-6.

	UCL	LC	LCL
Medias	1,52	1,45	1,39
Rango	0,11	0,03	0

**Tabla 3-6 Límites naturales máquina Finisor artículo Roma**

### **3.5.2.2. Artículo 2/40**

#### **3.5.2.2.1. Máquina GC14**

En esta máquina se tomó 16 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar ocho metros de mecha y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 7 se muestran los datos obtenidos.



Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 22 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por tanto se realiza las gráficas de control como se indica en la figura 3.14.

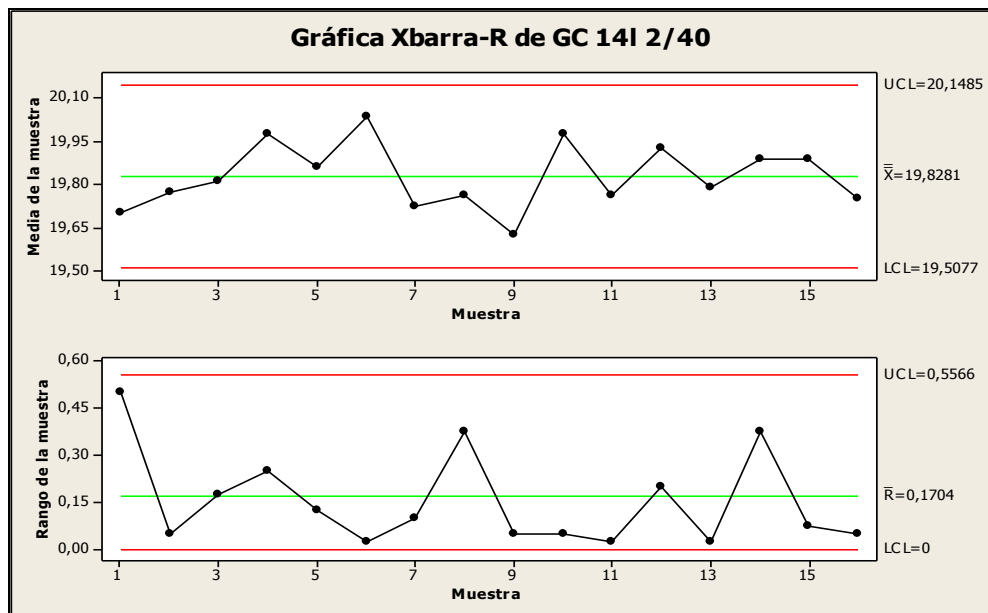


FIGURA 3.14 Carta de control máquina GC14 artículo 2/40.

Observamos que todas las muestras se encuentran dentro de los límites naturales de control, es decir están bajo control pero presenta una cierta variabilidad.

Esta figura es bastante similar al presentado en la misma máquina con el artículo Roma, pero ahora con el artículo 2/40.

De la figura 3.14 se ha determinado que los límites naturales para la máquina GC 14 artículo 2/40 es como se muestra en la tabla 3-7.

	UCL	LC	LCL
Medias	20,14	19,82	19,50
Rango	0,55	0,17	0

Tabla 3-7 Límites naturales máquina GC14 artículo 2/40

### 3.5.2.2.2. Máquina GC15

En esta máquina se tomó 16 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar cuatro metros de mecha y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 8 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 23 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que procede a realizar las gráficas de control como indica la figura 3.15.

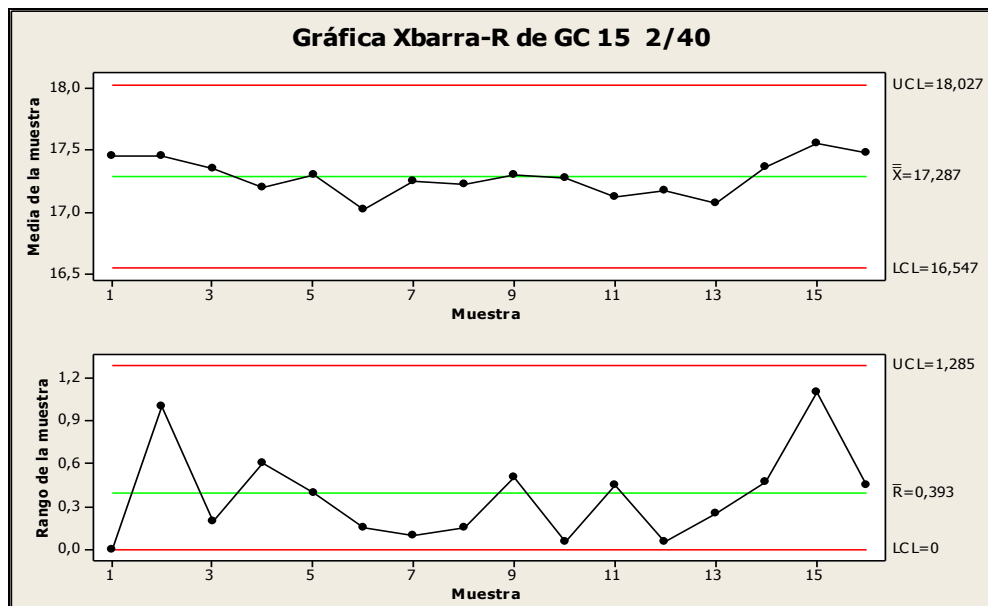


FIGURA 3.15 Carta de control máquina GC15 artículo 2/40.

Observamos que todas las muestras se encuentran dentro de los límites naturales de control, es decir está bajo control pero con poca variabilidad.

De la figura 3.15 se ha determinado que los límites naturales para la máquina GC 15 artículo 2/40 es como se muestra en la tabla 3-8.

	UCL	LC	LCL
Medias	18,02	17,28	16,54
Rango	1,28	0,39	0

Tabla 3-8 Límites naturales máquina GC15 artículo 2/40

### **3.5.2.2.3. Pasaje SCE**

En esta máquina se tomó 15 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar cuatro metros de mecha y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 9 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 24 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se realiza las gráficas de control como se indica en la figura 3.16.

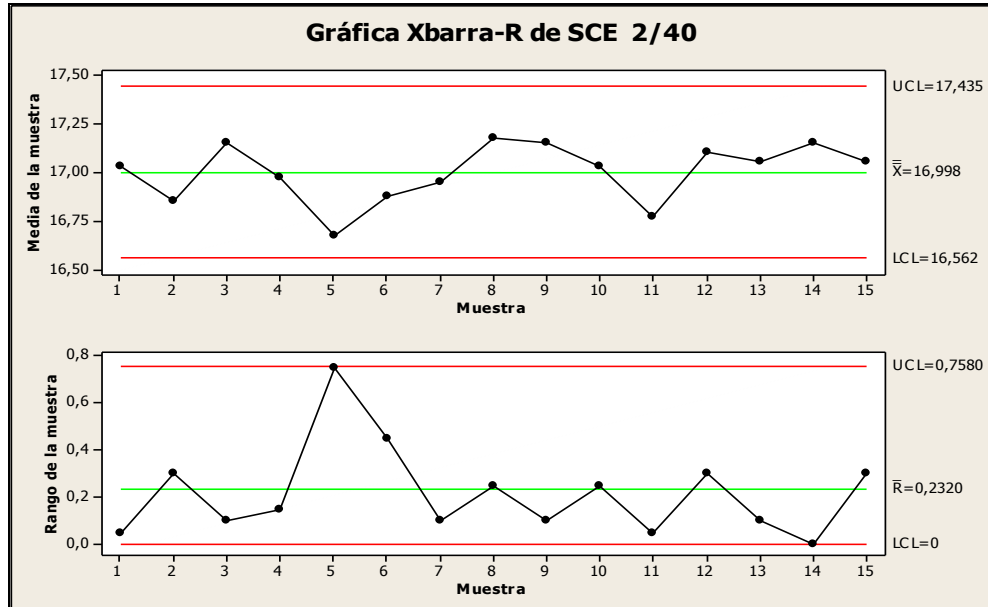


FIGURA 3.16 Carta de control máquina SCE artículo 2/40.

Observamos que todas las muestras se encuentran dentro de los límites naturales de control, es decir está bajo control, pero tiene una cierta variabilidad que la podríamos adjudicar a la máquina y la materia prima.

De la figura 3.16 se ha determinado que los límites naturales para la máquina Pasaje SCE artículo 2/40 es como se muestra en la tabla 3-9.

	UCL	LC	LCL
Medias	17,43	16,99	16,56
Rango	0,75	0,23	0

Tabla 3-9 Límites naturales máquina SCE artículo 2/40

### 3.5.2.2.4. Máquina Pasaje SC

En esta máquina se tomó 15 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar cuatro metros de mecha y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 10 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 25 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se realiza las gráficas de control como indica la figura 3.17.

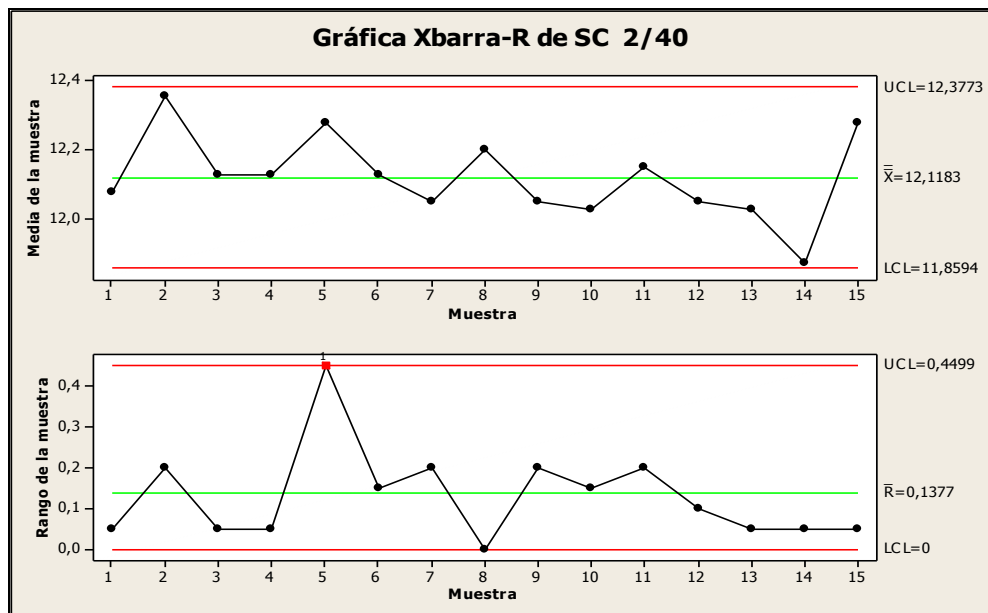


FIGURA 3.17 Carta de control máquina SC artículo 2/40.

Observamos que todas las muestras se encuentran dentro de los límites naturales de control, es decir está bajo control.

De la figura 3.17 se ha determinado que los límites naturales para la máquina Pasaje SC artículo 2/40 es como se muestra en la tabla 3-10.

	UCL	LC	LCL
Medias	12,37	12,11	11,85
Rango	0,44	0,13	0

Tabla 3-10 Límites naturales máquina SC artículo 2/40

### 3.5.2.2.5. Máquina Finisor

En esta máquina se tomó 15 muestras de dos observaciones, que consiste en tomar ocho metros de una de las mechas y luego calcular el peso gr/m de la mecha. En el anexo 11 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 26 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por tanto se procede a realizar las gráficas de control como se indica en la figura 3.18.

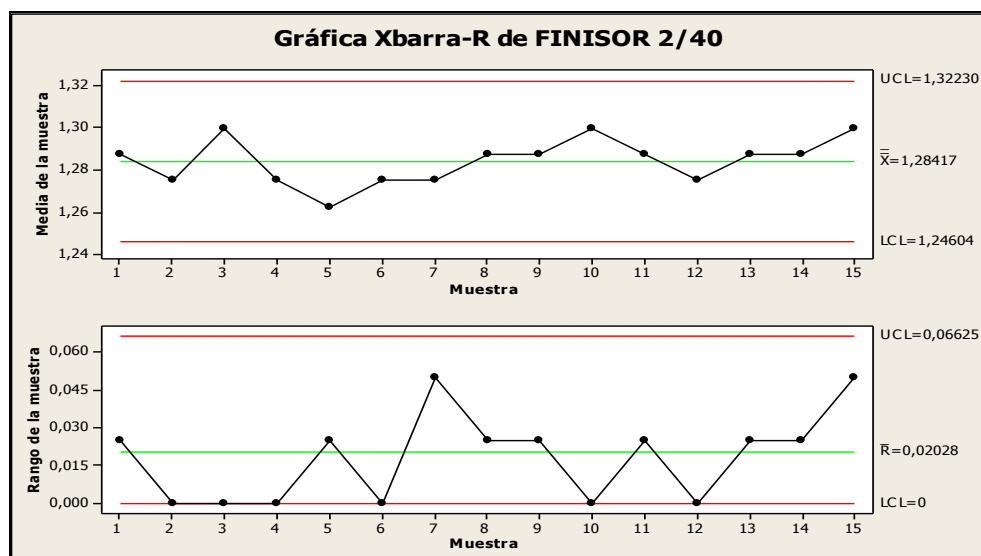


FIGURA 3.18 Carta de control máquina Finisor artículo 2/40.

Observamos que todas las muestras se encuentran dentro de los límites naturales de control, es decir que está bajo control. Esta gráfica presenta una periodicidad asignable al reposo de los fines de semana.

De la figura 3.18 se ha determinado que los límites naturales para la máquina Finisor artículo 2/40 es como se muestra en la tabla 3-11.

	UCL	LC	LCL
Medias	1,32	1,28	1,24
Rango	0,06	0,02	0

Tabla 3-11 Límites naturales máquina Finisor artículo 2/40

### 3.5.2.3. Análisis de causas del proceso de preparación

Como se muestran en las cartas de control del proceso de preparación, para cada artículo se observa que todas las máquinas se encuentran bajo control, pero muestran muy poca regularidad, que afecta a la calidad del hilo.

Al realizar una reunión con el técnico del proceso, operadores, y mecánicos para tratar sobre el tema de la regularidad del material.

Se obtiene el siguiente diagrama causa efecto como se muestra en la figura 3.19.

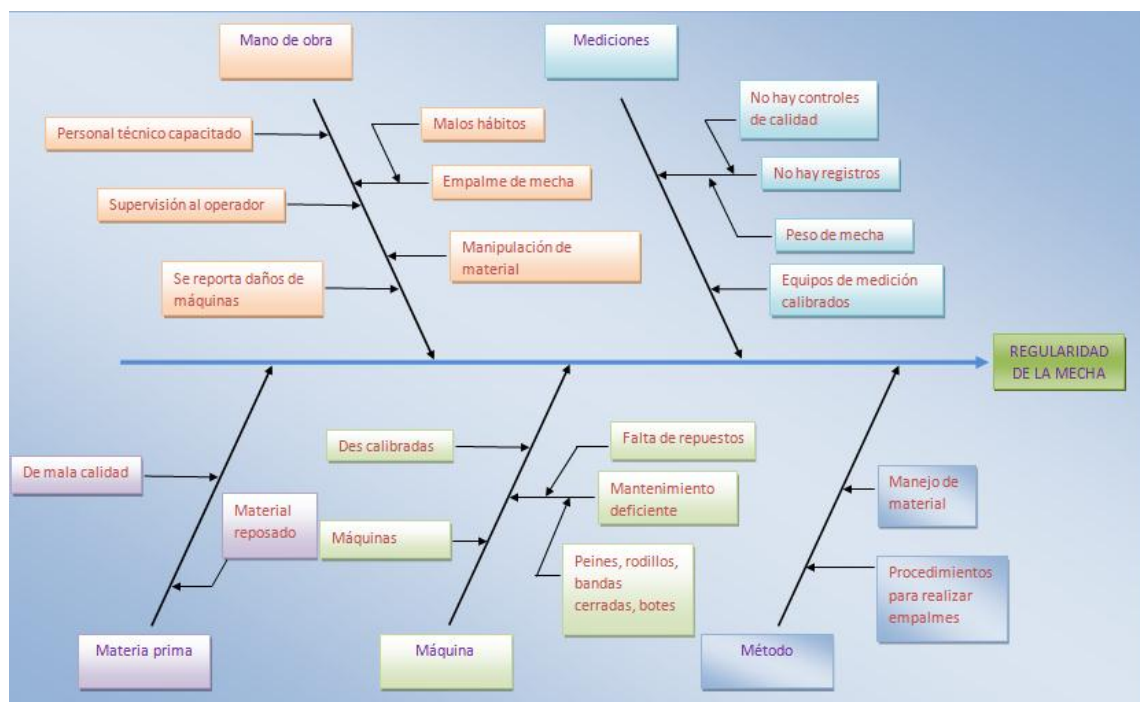


FIGURA 3.19 Diagrama causa efecto Proceso de preparación

De la figura 3.19 se observa que existe cinco posibles causas raíz que pueden ocasionar la poca regularidad de la mecha. En mano de obra abarca desde la

poca supervisión a los operadores, preparación del personal de mantenimiento, formas de empalme del operador.

En lo que se refiere a las máquinas tenemos recambio de rodillos, peines y bandas, y calibración de las mismas. En métodos la falta de procedimientos para realizar empalmes de material, para lo que son mediciones no se cuenta con ningún tipo de registros.

Con la información obtenida del diagrama causa efecto y las cartas de control se formulo una encuesta con 15 preguntas para poder determinar cuál es la que mayor efecto tiene en la regularidad de la mecha. La encuesta se la realiza a 10 personas (técnico del proceso, operadores, mecánicos).

En el anexo 14 se muestran las preguntas realizadas en la encuesta.

Al realizar la tabulación de los resultados de la encuesta realizada a las 10 personas, se realizó el diagrama de Pareto como se muestra en la figura 3.20.

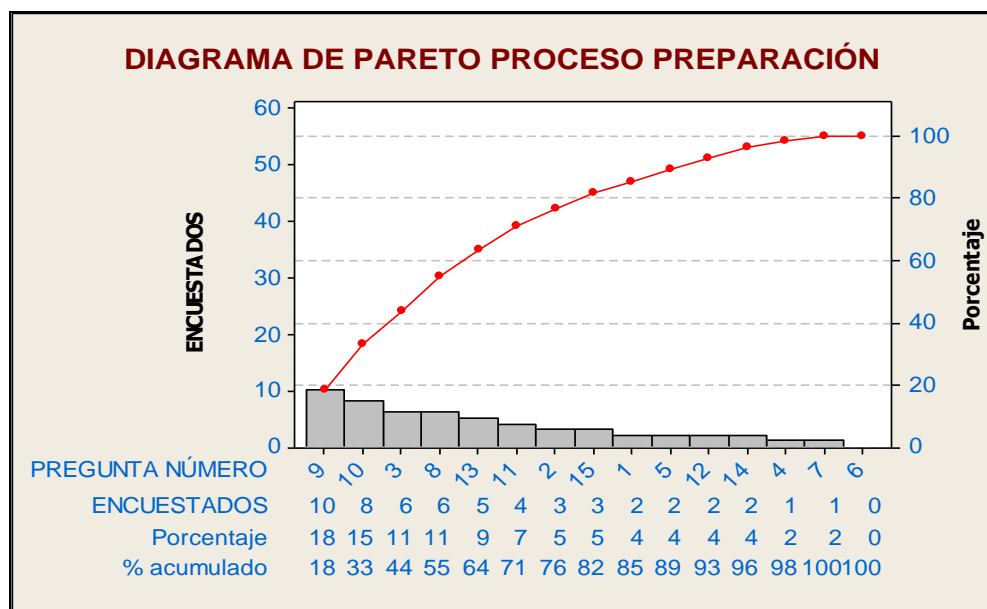


FIGURA 3.20 Diagrama de Pareto proceso de preparación.



En el diagrama de Pareto podemos observar que las preguntas 9 y 10 son las más representativas que afectan a la regularidad de la mecha, es decir el 33 % y en un segundo bloque las preguntas 3 y 8 con un 22 %.

### **3.5.3. Análisis del proceso de hilado**

En el caso de hilatura se tomó muestras de 4 observaciones aleatorias por cada mudada de la máquina de hilar, a continuación se realizó el control del número métrico (Nm, valor que identifica el grosor del hilo) de las cuatro observaciones.

El control del número métrico consiste en colocar las 4 bobinas de observación en una contadora de metros para formar 4 madejas de 100 m, para luego pesar cada una de ellas anotar sus pesos en gramos y posteriormente hacer los cálculos del número métrico.

Ejemplo de la determinación del Nm:

100 m de hilo pesan 7.35 gr.

$$Nm = \frac{100}{7.35}$$
$$Nm = 13.61$$

Interpretación: El hilo analizado tiene un Nm de 13,61, es decir 13.610 m. de este hilo pesa 1 kilogramo.

Con estos datos encontramos los límites naturales de la máquina de hilar para los artículos ROMA Y 2/40 que se elabora en dichas máquinas.

#### **3.5.3.1. Artículo 2/40**

Este hilo se elabora en la máquina de hilar 7, en la que se tomó 45 muestras de 4 observaciones de forma aleatoria, que consiste en tomar 100 metros de hilo y

luego calcular el número métrico. En el anexo 12 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 27 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se procede a realizar las gráficas de control como se indica en la figura 3.21.

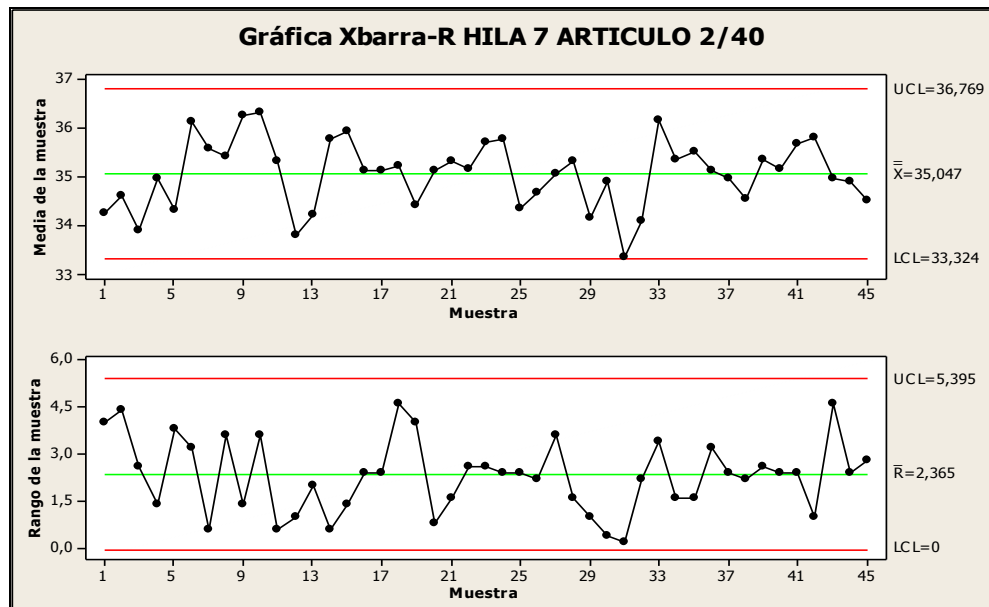


FIGURA 3.21 Carta de control máquina Hila 7 artículo 2/40.

Se observa que todas las muestras están dentro de los límites naturales por tanto el proceso está bajo control, pero con una variabilidad que no presenta ninguna tendencia.

De la figura 3.21 se ha determinado que los límites naturales para la máquina de hilar 3 artículo Roma es como se muestra en la tabla 3-12

	UCL	LC	LCL
Medias	36,76	35,04	33,32
Rango	5,39	2,36	0

Tabla 3-12 Límites naturales máquina Hila 7 artículo 2/40

### 3.5.3.2. Artículo Roma

Este hilo se elabora en la máquina de hilar 3, en la que se tomó 40 muestras de 4 observaciones de forma aleatoria, que consiste en tomar 100 metros de hilo y luego calcular el número métrico. En el anexo 13 se muestran los datos obtenidos.

Para probar la normalidad de los datos, se utiliza el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal que se obtienen de la simulación del programa Minitab.

En el anexo 28 se demuestra que los datos siguen una distribución normal, por lo que se procede a realizar las gráficas de control como indica la figura 3.22.

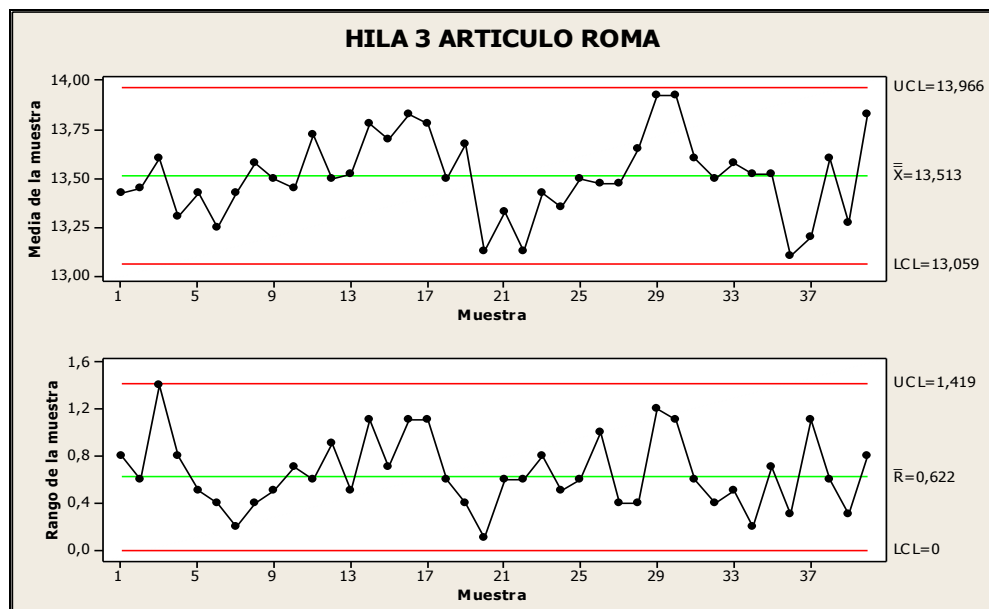


FIGURA 3.22 Carta de control máquina Hila 3 artículo Roma.

Se observa que todas las muestras están dentro de los límites naturales por tanto el proceso está bajo control, pero presenta una cierta variabilidad con una periodicidad ocasionada por el reposo de la bobinas.

De la figura 3.22 se ha determinado que los límites naturales para la máquina de hilar 3 artículo Roma es como se muestra en la tabla 3-13.

	UCL	LC	LCL
Medias	13,96	13,51	13,05
Rango	1,41	0,62	0

Tabla 3-13 Límites naturales máquina Hila 3 artículo Roma

### 3.5.3.3. Cálculo del peso de los cubrecamas

De acuerdo a los límites naturales de control el número métrico del hilo Roma varía entre 13,96 y 13,05. Según los datos técnicos del cubrecama se obtienen los siguientes datos:

Con un hilo Nm 13,96 el cubrecama pesaría 0,95 Kg.

CÁLCULO DEL PESO DEL CUBRECAMA		
Datos		unidades
Nm hilo un cabo	13,96	Nm
# pasadas	1136	pasadas
# hilos urdido	1266	pasadas
Nm hilo terminado 2 cabos	5,72	Nm
encogimiento %	18	%
peso trama	0,44	Kg
peso urdido	0,51	Kg
<b>peso total</b>	<b>0,95</b>	<b>Kg</b>

Tabla 3-14 Peso del cubrecama con hilo 13,96 Nm

Con un hilo Nm 13,05 el cubrecama pesaría 1,01 Kg.

CÁLCULO DEL PESO DEL CUBRECAMA		
Datos		unidades
Nm hilo un cabo	13,05	Nm
# pasadas	1136	pasadas
# hilos urdido	1266	pasadas
Nm hilo terminado 2 cabos	5,35	Nm
encogimiento %	18	%
peso trama	0,47	Kg
peso urdido	0,54	Kg
<b>peso total</b>	<b>1,01</b>	<b>Kg</b>

Tabla 3-15 Peso del cubrecama con hilo 13,05 Nm

En la empresa no hay los límites de especificación con los que se podría comparar los resultados obtenidos en las tablas 3-14 y 3-15.

#### **3.5.3.4. Análisis de causas proceso de hilado**

En las cartas de control se puede observar que el proceso de hilado tanto para el hilo 2/40 como Roma están bajo control, pero presenta cierta irregularidad en el número métrico.

En las reuniones realizadas con los operadores, supervisores, técnico de hilatura y mecánicos para analizar las posibles causas que generan la irregularidad del hilo se obtuvo la figura 3.23.

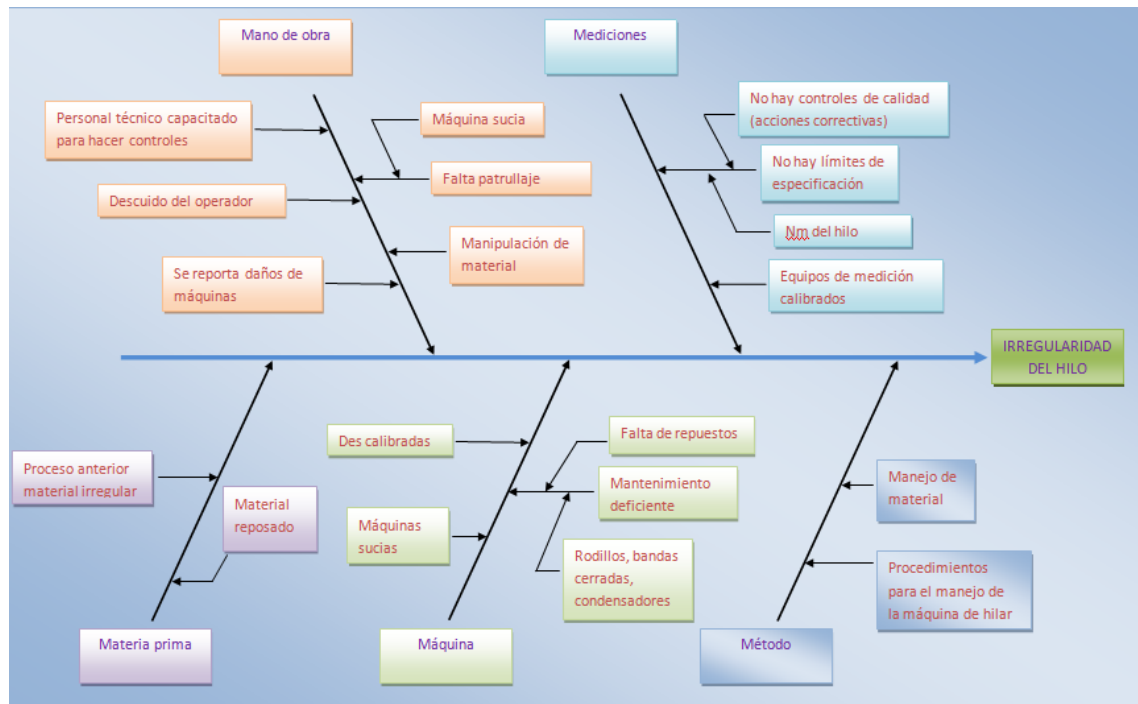


FIGURA 3.23 Diagrama causa efecto proceso de hilado.

De la figura 3.23 se puede observar varias causas que ocasionan la irregularidad del hilo. Por mano de obra tenemos las referentes al operador que no realiza una adecuada supervisión de la máquina con los patrullajes, verificando estado de rodillos, bandas, condensadores, guías de mechas, limpieza de la máquina. Del técnico de hilatura que realiza una supervisión inadecuada basada en su experiencia.

En lo referente a las mediciones sólo se las realiza cuando se cambia de partida, y con una balanza romana con una apreciación de un Nm. Por parte de la materia prima tenemos imperfecciones debido a fallas presentadas en el proceso de preparación.

Por el lado de las máquinas se podría decir la falta de rectificación de rodillos, remplazo de bandas defectuosas, y por último en métodos la falta de procedimientos para realizar las verificaciones de la máquina de hilar.

Cabe recalcar que con la compra del equipo USTER 1, se ha podido realizar el análisis de regularidad del hilo, el cual presenta espectrogramas para localizar

los problemas como: rodillos picados, rodillos excéntricos, bandas y piñones defectuosos.

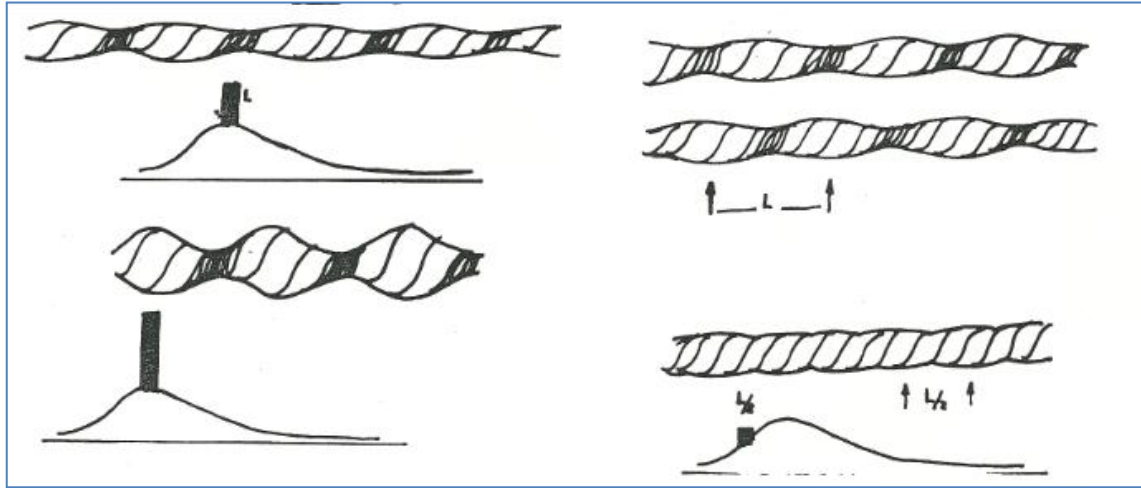


FIGURA 3.24 Irregularidad del hilo

Autor: USTER Training Center

En la figura 3.24 se muestra las irregularidades del hilo, en las ojivas se encuentran chimeneas que nos indican cuales son los posibles defectos, si la chimenea esta al inicio de la ojiva es problema de piñones, y si la chimenea está en la cresta de la ojiva se debe a problemas de rodillos y por último si la chimenea se localiza de la cresta de la ojiva para la derecha se debe a problemas en el proceso de preparación. En la figura 3.25 se muestra varios ejemplos.

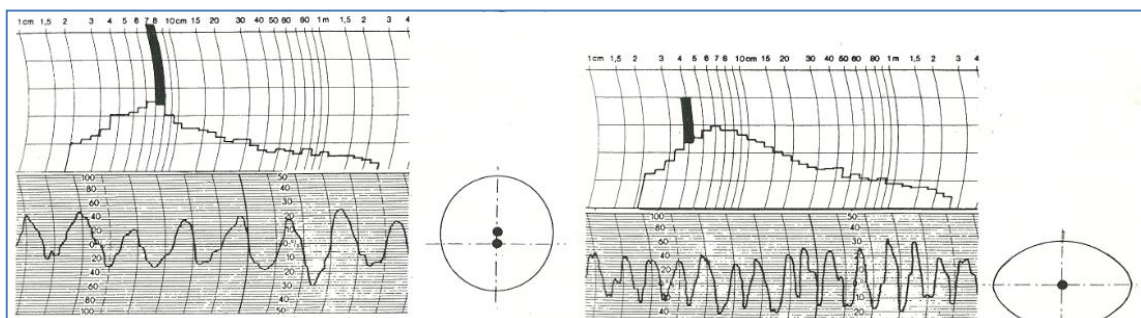


FIGURA 3.25 Defectos por rodillos excéntricos y ovalados

Autor: USTER Training Center

El test se realiza todos los días, 12 husos por día para poder determinar el estado de cada huso de la hila.

Con la información obtenida del diagrama causa efecto y las cartas de control se formuló una encuesta con 15 preguntas para poder determinar la causa predominante en la irregularidad del Nm del hilo. La encuesta se aplica a 6 personas (técnico del proceso, operadores, mecánicos).

En el anexo 15 se muestran las preguntas de la encuesta.

Al realizar la tabulación de los resultados de la encuesta se elabora el diagrama de Pareto como se muestra en la figura 3.26.

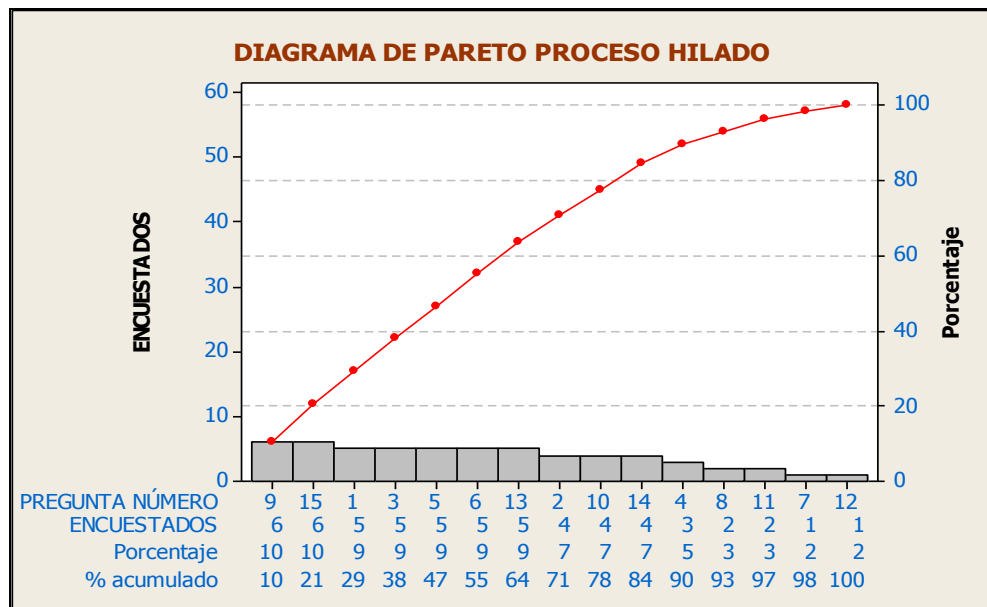


FIGURA 3.26 Diagrama de Pareto del proceso de hilado

En la figura 3.26 se observa que las preguntas 9 y 15 representa en 20 % de las causas, también se puede apreciar que las preguntas 1,3,5,6 que engloban lo referente a mano de obra representa un 36 % de las causas.

### 3.5.4. Análisis de capacidad

Hoy en día la necesidad del aseguramiento de una determinada calidad justificando ante el cliente la correcta relación entre capacidad de proceso y



capacidad de la máquina en relación con la tolerancia exigida , junto con una notable importancia del factor económico hacen del conocimiento y control del proceso una de las armas de diferenciación y ventaja competitiva.

La empresa en estudio no cuenta con especificaciones establecidas para los procesos de preparación e hilado, que imposibilita los cálculos de capacidad del proceso. De las cartas de control se resumen los límites de control natural para cada proceso como se indica en las tablas 3.16, 3.17, 3.18.

Resumen de los límites naturales del Proceso de preparación.

Roma				
Máquina		<b>UCL</b>	<b>LC</b>	<b>LCL</b>
gc14	<b>Medias</b>	24,72	23,36	22
	<b>Rango</b>	2,35	0,72	0
gc15	<b>Medias</b>	21,41	21,07	20,73
	<b>Rango</b>	0,59	0,18	0
1p nsc	<b>Medias</b>	19,62	19,1	18,58
	<b>Rango</b>	0,89	0,27	0
2p nsc	<b>Medias</b>	18,85	18,53	18,2
	<b>Rango</b>	0,56	0,17	0
3p nsc	<b>Medias</b>	14,59	14,23	13,87
	<b>Rango</b>	0,62	0,19	0
Finisor	<b>Medias</b>	1,52	1,45	1,39
	<b>Rango</b>	0,11	0,03	0

Tabla 3-16 Límites de control natural de preparación. Roma

Hilo 2/40				
Máquina		UCL	LC	LCL
gc14	<b>Medias</b>	20,14	19,82	19,5
	<b>Rango</b>	0,55	0,17	0
gc15	<b>Medias</b>	18,02	17,28	16,54
	<b>Rango</b>	1,28	0,39	0
SCE	<b>Medias</b>	17,43	16,99	16,56
	<b>Rango</b>	0,75	0,23	0
SCE	<b>Medias</b>	12,37	12,11	11,85
	<b>Rango</b>	0,44	0,13	0
Finisor	<b>Medias</b>	1,32	1,28	1,24
	<b>Rango</b>	0,06	0,02	0

Tabla 3-17 Límites de control natural de preparación. 2/40

Resumen de los límites naturales del Proceso de hilado.

Hilo 2/40				
Máquina		UCL	LC	LCL
Hila 7	<b>Medias</b>	36,76	35,04	33,32
	<b>Rango</b>	5,39	2,36	0
Roma				
Hila 3	<b>Medias</b>	13,96	13,51	13,05
	<b>Rango</b>	1,41	0,62	0

Tabla 3-18 Límites de control natural del proceso de hilado

### 3.5.4.1. Análisis de capacidad proceso de preparación e hilatura

Para efectos del estudio se tomará como límites de especificación a los límites naturales de control de cada proceso. A partir del anexo 29 se muestran los resultados que presenta el programa Minitab para el análisis de capacidad.

Para establecer si el proceso de preparación e hilado es o no capaz se utilizarán las herramientas gráficas que entrega el programa Minitab (histogramas, gráficas de control y los índices de capacidad). El programa Minitab nos permite realizar análisis de capacidad basados en una distribución normal, para nuestro estudio los datos originales siguen una distribución aproximadamente normal como se demuestra en los anexos (anexo 16 al anexo 28).

Dentro de los resultados nos entrega estimaciones del número de unidades por millón que están fuera de especificación, tales estimaciones se las puede transformar en probabilidades de producir artículos que no cumplen con las especificaciones.

De las gráficas obtenidas para el proceso de preparación tanto para el artículo roma como 2/40 podemos ver que en resumen el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones establecidas para el estudio, a pesar de que las cartas de control indican que está bajo control.

Es necesario reducir la variabilidad de los dos procesos, enfocándose de acuerdo a los resultados obtenidos en los diagramas de Pareto, que establece como causas: la falta de repuestos (bandas, rodillos de presión, condensadores, peines) capacitación al personal sobre la importancia de su afectación en el producto elaborado.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTAS DE MEJORA**

#### **4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Del anexo 40 en la Tabla 3.45 Análisis de capacidad Hila 3 Roma se obtiene dos datos importantes para calcular los costos de la no calidad siendo estos el número de partes por millón que no cumplen con los límites de especificación.

Tenemos que  $PPM > LSE = 2370,28$  es el número de partes por millón cuyo Nm es mayor al LSE es decir un hilo más delgado que esta fuera del límite de especificación inferior, por lo que el cubrecama tendrá un peso inferior a 950 gramos obteniéndose un producto de menor calidad, que en muchos casos el cliente no se percata de esta situación o son muy pocos los que reclaman y solicitan el cambio del cubrecama.

Para este caso no es fácil valorar este tipo de costo de no calidad ya que no se lleva un registro de productos devueltos. Pero se podría calcular el número de cubrecamas con bajo peso:

La probabilidad de que ocurra esto es de 0,23 % .

Producción de cubrecamas al mes 35000 unidades

# de cubrecamas con bajo peso =  $(35000 * 0,23\%) / 100\% = 81$  cubrecamas que están fuera de especificación es decir mas livianas.

Y también que  $PPM < LIE = 1896,82$  que es el número de partes por millón cuyo Nm es menor al LIE es decir un hilo más grueso, por lo que el cubrecama

tendrá un peso superior a 1010 gramos. Para este caso la empresa es perjudicada ya que está entregando el cubrecama más pesada.

Tenemos que la probabilidad de que ocurra esto es de 0,18 % .

Producción de cubrecamas al mes 35000 unidades

# de cubrecamas con sobre peso =  $(35000 * 0,18\%) / 100\% = 63$  cubrecamas que están fuera de especificación.

El costo de hilo terminando y tejido es de 6 \$ /kg

Si se habla de un estimado de 200 gr de sobrepeso se tendría:

Costo de no calidad =  $63 * 0,200\text{kg} * 6\$/\text{kg} = 75,6$  \$

Tendríamos una pérdida de 75,6 \$ al mes aproximadamente.

Es decir una pérdida anual de 907.20 \$ por costos de no calidad, sin tomar en cuenta los ocasionados por bajo peso, que provoca el reclamo del cliente insatisfecho.

El incremento de las venta en el hilo 2/40 de un histórico de 18 ton /mes a 30 ton/mes debido a la mejora en su calidad (hilo con volumen, hilo regular, colores con buena fijación, resistente) ha permitido borrar la fama que el hilo 2/40 de la empresa es malo.

Hoy por hoy se compite con empresa símbolos en la elaboración de hilo 2/40 como Gobaira, incluso superando a otras de la industria.

El kilo de hilo 2/40 cuesta 7.05 \$ por un incremento de 12.000 kg esto representa un ingreso de 84.600 \$ al mes. Este incremento ha compensado la baja en ventas de las cubrecamas Roma pero no por que son de mala calidad sino por falta de comercialización sumado al ingreso de productos sustitutos en el mercado.

#### **4.1.1. Proceso de preparación**

De los resultados obtenidos tanto de las cartas de control, diagrama causa efecto y diagrama de Pareto, se observa que los mayores problemas que

ocasionan la irregularidad de la mecha se deben principalmente a la mano de obra, máquina y métodos.

Los problemas con la mano de obra son resultado de la mala manipulación del material (extremadamente vulnerable a tacto), al realizar los empalmes entre mechas. Actualmente no existen procedimientos para realizar estas tareas ni cursos de capacitación que concientice al operador sobre el efecto que tiene estas malas prácticas a la calidad de la mecha y por ende la del hilo.

En lo referente a las máquinas la existencia de un deficiente mantenimiento por qué no se cambia los rodillos, bandas a tiempo, o peines sucios. Hasta inicios del año 2011 el estado de rodillos, bandas y peines no eran tomados en cuenta por gerencia eran considerados repuestos muy caros por lo cual se los importaba en pequeñas cantidades o de mala calidad (no originales).

Estos sólo se cambiaban cuando estaban inservibles, ya que en realidad no era tan importante la calidad, todo lo que se producía se vendía.

En la actualidad las ventas bajaron drásticamente por la competencia de productos chinos mucho más económicos, para el caso del hilo 2/40 ya el cliente exige un hilo con una mejor regularidad.

Con la compra del Tester USTER 1 se logra visualizar la importancia del estado de rodillos, bandas y peines para conseguir una regularidad de la mecha.

#### **4.1.1.1. Implementación de una marcha de preparación**

Una vez determinado los valores de los límites naturales de control de cada máquina del proceso de preparación para los artículos Roma y 2/40, estos deberán ser utilizados para la elaboración de las tablas de marcha de preparación, “que representa un documento capital para la explotación correcta de las máquinas”.

Esta tabla marcha de preparación es una especie de hoja técnica para el proceso de preparación por cada artículo. En la tabla 4.1 se muestra la marcha de preparación para el artículo Roma y la tabla 4.2 muestra la marcha de preparación para el artículo 2/40.

Esta tabla de preparación debe ser una guía cuando se inicie la producción de un artículo.

**MARCHA DE PREPARACIÓN**

ARTÍCULO	ROMA			PESO DE SALIDA			1,45	gr/m	
MATERIA PRIMA	DRALON 6.7			PRODUCCIÓN ESTIMADA			45000	kg	
Máquina	# de mechas de salida	Doblajes	Estiraje	Peso salida (gr/m)			Velocidad salida	Rendimiento	Producción
				LNS	LC	LNI	m/min	%	kg
GC 14	1	18	8,7	24,72	23,36	22	275	90	45900
GC 15	1	9	9	21,41	21,07	20,73	298	90	45900
1 Pasaje NSC	1	9	8,55	19,62	19,1	18,58	100	90	45900
2 Pasaje NSC	1	8	6,68	18,85	18,53	18,2	100	90	45900
3 Pasaje NSC	2	4	7,3	14,59	14,23	13,87	100	90	45900
FINISOR	2	32	9,40	1,52	1,45	1,39	170	90	45900

Tabla 4-1 Tabla de preparación artículo ROMA

Fuente: Datos de elaboración de fibra



**MARCHA DE PREPARACIÓN**

ARTÍCULO	2/40			PESO DE SALIDA			1,32	gr/m	
MATERIA PRIMA	DRALON 3.3			PRODUCCIÓN ESTIMADA			30000	kg	
Máquina	# de mechas de salida	Doblajes	Estiraje	Peso salida (gr/m)			Velocidad salida	Rendimiento	Producción
				LNS	LC	LNI	m/min	%	kg
<b>GC 14</b>	1	18	8,7	20,14	19,82	19,5	275	90	30500
<b>GC 15</b>	1	8	9,2	18,02	17,28	16,54	298	90	30500
<b>SCE</b>	1	10	9,59	17,43	16,99	16,56	274	90	30500
<b>SC</b>	2	5	7,73	12,37	12,11	11,85	259	90	30500
<b>FINISOR</b>		32	9,4	1,32	1,28	1,24	170	90	30500

Tabla 4-2 Tabla de preparación artículo 2/40

Fuente: Datos de elaboración de fibra

#### **4.1.1.2. Implementación de un plan de muestreo**

Siendo esto un pilar fundamental para hacer el control estadístico del proceso, es necesario realizar un plan de muestreo para cada máquina involucrada en el proceso de preparación, igualmente importante es el dar un curso de capacitación a la persona que se va a dedicar a esta tarea.

Una vez determinados los valores límites naturales de control de cada máquina del proceso de preparación para los artículos Roma y 2/40, estos deberán ser utilizados para la calibración de las máquinas y realizar los controles de los pesos de la mechas.

Las siguientes tablas indican un plan de muestreo.

ROMA				
Máquina	# de husos	# observa.	tamaño (m)	frecuencia
GC 14	1	2	4	1 cada 8 top
GC 15	1	2	4	1 cada 8 botes
1 Pasaje NSC	1	2	4	1 cada 8 botes
2 Pasaje NSC	1	2	4	1 cada 8 botes
3 Pasaje NSC	2	2	4	1 cada 8 botes
FINISOR	16	2	8	1 cada 16 bobinas

Tabla 4-3 Plan de muestreo para Roma

Fuente: Datos del proceso

<b>HILO 2/40</b>				
<b>Máquina</b>	<b># de husos</b>	<b># observa.</b>	<b>tamaño (m)</b>	<b>frecuencia</b>
<b>GC 14</b>	1	2	4	1 cada 8 top
<b>GC 15</b>	1	2	4	1 cada 8 botes
<b>SCE</b>	1	2	4	1 cada 8 botes
<b>SC</b>	2	2	4	1 cada 8 botes
<b>FINISOR</b>	16	2	8	1 cada 16 bobinas

Tabla 4-4 Plan de muestreo para 2/40

Fuente: Datos del proceso

Los datos obtenidos de este plan serán comparados con los establecidos en las tablas 4.1 y 4.2 (marcha de preparación), si estas observaciones están dentro de los límites naturales de control, se continuará normalmente con la producción, pero si estos están fuera de los límites, el proceso será parado para realizar las correcciones del caso hasta conseguir que los valores estén dentro de los límites de control natural y así poder continuar con la producción.

#### **4.1.1.3 Revisión del plan de mantenimiento para las máquinas de preparación**

Del análisis hecho en el diagrama de Pareto también se concluye que hay una deficiencia en el mantenimiento por lo que se hace necesario incluir las siguientes inspecciones al plan de mantenimiento de cada máquina de preparación.

<b>Trabajos</b>	<b>FRECUENCIA</b>				
	<b>diario</b>	<b>semanal</b>	<b>quincenal</b>	<b>mensual</b>	<b>anual</b>
Limpieza general de la máquina	X				
limpieza de cabezal de peines		X			
chequeo de rodillo de presión			X		
chequeo de bandas abiertas			X		
chequeo de botes(aristas)				X	
cambio de bandas abiertas					X
rectificar rodillos					X

Tabla 4-5 Inspecciones planeadas máquinas de preparación

Fuente: Datos del proceso

#### **4.1.2 Proceso de hilado**

Para este proceso de acuerdo a los diagramas causa efecto y Pareto podemos observar que la mayor parte de los problemas se soluciona realizando un adecuado control en el proceso de preparación. De aquí que con las mejoras propuestas en este estudio este punto estaría cubierto.

##### **4.1.2.1. Implementación de plan de muestreo para las hilas**

Para realizar el muestreo de las máquinas de hilar se debe tomar en cuenta que cada máquina cuenta con 480 husos, por lo que se debe llevar un registro del estado de cada huso (estado de rodillos, bandas, condensadores).

Se enumerara cada huso del 1 al 480, y se procederá a realizar el muestreo de 12 husos diarios por máquina de hilar, estos valores de Nm deberán ser comparados con los límites naturales obtenidos en este estudio. Si estos Nm están dentro de los límites la máquina de hilar continuara con la producción, en caso de no estar dentro de los límites se parara la máquina para hacer las correcciones y verificar que el Nm este dentro de los límites de control natural.

##### **4.1.2.2. Revisión del plan de mantenimiento para las máquinas de hilar**

Del análisis hecho en el diagrama de Pareto también se concluye que hay una deficiencia en el mantenimiento por lo que se hace necesario incluir las siguientes inspecciones al plan de mantenimiento de cada máquina de hilar.

Trabajos	FRECUENCIA				
	diario	semanal	quincenal	mensual	anual
Limpieza con pistola	X				
chequeo de estado de condensadores		X			
chequeo de rodillo de presión			X		
chequeo de bandas abiertas			X		
cambio de bandas					X
rectificar rodillos					X

Tabla 4-6 Inspecciones planeadas máquinas de hilar

Fuente: Datos del proceso

#### 4.1.2.3. Planes de capacitación

Es claro que uno de los factores que afectan a la irregularidad de la mecha e hilo es la mano de obra reflejada en los operadores, técnicos de mantenimiento, supervisores, y técnicos textiles.

De aquí la necesidad de implementar un plan de capacitación a todo el personal, para que este concientice sobre el impacto que se genera en el producto.

TALLERES	ASISTENTES		
	operadores	técnicos	supervisores
Sobre sistemas de calidad, Círculos de calidad	X	X	X
Técnicas de mantenimiento		X	X
Motivación	X	X	X
Buenas prácticas, producción mas limpia	X	X	X
Técnicas de supervisión	X	X	X
Seguridad y salud ocupacional	X	X	X
Optimización de recursos	X	X	X
Colaboración y trabajo grupal	X	X	X
Importancia del control de calidad	X	X	X

Tabla 4-7 Plan de capacitaciones

#### **4.1.2.4. Métodos y procedimientos**

Por último la falta de procedimientos para el uso de las máquinas, manejo y transporte de material, formas de empalme de mechas, importancia del patrullaje de las máquinas.

Procedimiento para uso de máquinas que nos permitirá que todos los operarios manipulen a las máquinas de la misma manera sin importar que operador la esté usando.

Procedimiento manejo y transporte de material, que nos ayudará a manipular de una manera adecuada los top, botes y bobinas ya que es un material bastante delicado en el proceso de preparación.

Procedimiento para realizar empalmes, en la actualidad cada operador hace un empalme diferente, sólo con el tester USTER 1 se logró determinar las imperfecciones generadas por los empalmes.

Procedimiento para el patrullaje de las máquinas de hilar, que nos permite corregir las imperfecciones generadas por la falta de patrullaje en la máquinas de hilar en lo que se refiere a bandas rotas, condensadores mal puestos.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El Dr. Augusto Pozo Pino en su libro “Como implementar el Control Total de Calidad” escribe lo siguiente “tomada la decisión, no cabe precipitarse a la calle a enderezar entuertos, desbordándose en acciones improvisadas. Todo lo contrario. Viene la etapa del silencio administrativo en que la gerencia, en un alarde de participación con la dirección, traduce la estrategia ya decidida (intuición, misión, valores) a un sistema flexible, dinámico que haga realidad esa estrategia”.

Uno de los objetivos de este trabajo es iniciar con la cultura de calidad a todos los niveles de la empresa, adoptando como una estrategia la cultura de calidad.

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- El uso de las herramientas básicas para el control estadístico permite identificar las áreas donde el impacto de mejoras puede ser mayor y además facilitan la identificación de las causas raíz de los problemas.
- En ciertas máquinas es necesario una revisión de sus límites de especificación o hacer modificaciones en el subproceso ya que a pesar de estar bajo control no es capaz de cumplir de manera satisfactoria a las especificaciones.
- Cuando se realizó la toma de las muestras para la elaboración de las cartas de control el personal operador de las máquinas en su mayoría se

sentía motivado en saber los resultados de este estudio, lo que hace pensar que están abiertos a un sistema de mejora. Además con esto se logró identificar al personal que podría liderar los círculos de calidad.

- Al tener controlado el proceso de preparación también se logra controlar en su gran mayoría al proceso de hilado ya que este depende de la forma en que fue tratada la mecha, esto se evidencia en el espectrógrafo con las chimeneas en la zona de preparación.
- Lo importante de un sistema de mejora es la decisión tomada en base a los datos obtenidos y no sólo tenerlo registrado en una hoja de checklist.
- El mapa de proceso ayuda a visualizar de una manera macro las falencias de los procesos de preparación e hilatura.
- Se determinó que la característica clave del proceso de preparación es el peso gr/m de la mecha, y en el de hilado es el Nm. En ambos casos relacionados con la regularidad del material en estudio.
- Con la implementación de este estudio se logró mantener un ahorro de 907.20 \$ al año por pérdida de no calidad por el hilo Roma, y un incremento de venta de hilo 2/40 de 18 ton a 30 ton al mes debido a la mejora en su calidad, que ha hecho que se convierta ahora en el producto estelar de la empresa. La venta de hilo 2/40 ha representado un ingreso adicional de 84.600 \$ al mes.



## **5.2. RECOMENDACIONES.**

- Implementar métodos que faciliten la obtención de datos, para que estos se conviertan en información que se use de manera cotidiana en la toma de decisiones.
- Debido a los constantes paros en la línea de producción siendo estos en su mayoría por ajustes de operación de las máquinas debido a los cambios de artículo se recomienda revisar el plan de producción o establecer lotes mínimos de producción.
- Fomentar la realización de los círculos de calidad como una técnica de mejora.
- Capacitar a los jefes del proceso para que ellos lideren y participen en equipo para la realización de las mejoras propuestas por los círculos de calidad, ya que la empresa no cuenta con un Departamento de Calidad.
- Implementación de un manual de procedimientos, un plan de capacitación y un adecuado seguimiento del cumplimiento, evaluación de los mismos.
- Establecer responsables en cada parte del proceso que verifiquen y garanticen la calidad de los procedimientos llevados a cabo.
- Mayor involucramiento a la alta gerencia ya que ellos son el pilar fundamental en los sistemas de calidad.

- Llevar un registro de inconformidades de los clientes (devoluciones, quejas) para poder valorar esas pérdidas de la no calidad.
- Utilizar un plan de marchas para el proceso de preparación antes de comenzar la elaboración de cada artículo, nos dará una perspectiva clara de todas las actividades que debemos cumplir y administrar para mantener el proceso bajo control (reduciendo la variabilidad) para así obtener productos que cumplan con las especificaciones, y de esta manera tener un mejor grado de satisfacción del cliente.
- Asignar responsabilidades a todos los niveles, es decir desde la parte operativa hasta los altos mandos, ya que son indispensables para la implementación de estos sistemas de mejora, así como también la asignación de recursos para la realización de los planes de capacitación.
- Realizar una planeación para el control de procesos, mejoramiento de la calidad y la productividad como parte fundamental de un plan estratégico de la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Apuntes de la maestría.(2009). “Gestión de la productividad y la calidad”, primera promoción Quito.
2. CEV. (2006). “Compendio de la Doctrina social de la Iglesia”. Editorial Tripode.
3. GOAL/QPC. (1988). “Thememory Jogger”, Primera Edición en español, 1988.
4. ISHIKAWA, K. (1986). “QUE ES EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD” Editorial Norma, en español.
5. JIMENEZ, J.(2006). “Estudio de análisis de medidas (cálculo de CPK) índice de capacidad para un proceso estable”.

<http://www.gestiopolis1.com/recursos7/Docs/ger/analisis-de-medidas-de-calculo-para-un-proceso-estable.htm>.

6. LEFCOVICH, M. (2003). “Control y reducción de costos mediante el control estadístico de procesos”.

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/controlproces.htm>.

7. MITRA, A. (2008). “Fundamentals of Quality Control and Improvement”.(3) .
8. NSC. (1976). “Installationsactuelles de peignage et de filaturecomposees de materiel NSC”.

9. NSC. (1996). "Manual Machines Textiles".
10. PEDROZA, JUAN. "Control estadístico de proceso ". (1)  
<http://www.monografias.com/trabajos66/control-proceso/control-proceso.shtml>,
11. PEREZ, J. (2009). "Gestión de procesos" Tercera Edición, Editorial ESIC.
12. PLASENCIA, JUAN. (2007). "El 4 principio de la calidad total".  
<http://www.gestiopolis.com/canales8/ger/principios-de-la-gestion-de-la-calidad-total.htm>.
13. POZO, A. (1992). "COMO IMPLEMENTAR EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD", ITESM.
14. PRAT, A. (1997). "Métodos estadísticos: control y mejora de la Calidad", Primera Edición, Editorial UPC.
15. ROJAS, D.(2006). "Herramientas estadísticas de calidad".  
<http://www.gestiopolis1.com/recursos7/Docs/ger/herramientas-estadisticas-de-calidad.htm>.
16. TEJADA, WALTER. " Control estadístico de procesos". (2)  
<http://www.bsgrupo.com/Dos.aspx?id=217>
17. VILAR, J. (2005). "Control estadístico de los procesos" Editorial FC.
18. ZELLWERGER, U "USTER training center".
19. ZELLWERGER, U, "TESTER USTER 1"

## ANEXOS

### Anexo 1. Muestras máquina GC 14. Artículo Roma.

<b>GC 14 ARTÍCULO ROMA</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 2 m (gr)</b>		<b>peso 1m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
1	46	46,1	23	23,05
2	45,9	44,4	22,95	22,2
3	44,7	46,2	22,35	23,1
4	46,2	46,8	23,1	23,4
5	47	43,6	23,5	21,8
6	46,2	46	23,1	23
7	44,4	46,5	22,2	23,25
8	45,8	45,4	22,9	22,7
9	45,4	42,9	22,7	21,45
10	47	43,3	23,5	21,65
11	46,3	44,7	23,15	22,35
12	48,9	44,8	24,45	22,4
13	47,5	46,9	23,75	23,45
14	45,3	46,8	22,65	23,4
15	47	45,8	23,5	22,9
16	47,1	46,9	23,55	23,45
17	48,6	49	24,3	24,5
18	45,1	45,1	22,55	22,55
19	49,1	47,7	24,55	23,85
20	48,8	48,3	24,4	24,15
21	46,6	49,3	23,3	24,65
22	46,1	46,1	23,05	23,05
23	49,4	45,8	24,7	22,9
24	46,5	47	23,25	23,5
25	45,9	45,9	22,95	22,95
26	49,3	48,8	24,65	24,4
27	48,2	50,3	24,1	25,15
28	46,7	49,8	23,35	24,9
29	48,6	47,2	24,3	23,6
30	49,3	47,1	24,65	23,55
31	47,1	47,4	23,55	23,7
32	48,9	47,2	24,45	23,6
33	48,7	46,9	24,35	23,45

## Anexo 2. Muestras máquina GC 15. Artículo Roma.

<b>GC 15 ARTÍCULO ROMA</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 2 m (gr)</b>		<b>peso 1m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	42,20	42,70	21,10	21,35
<b>2</b>	42,00	41,80	21,00	20,90
<b>3</b>	42,30	41,80	21,15	20,90
<b>4</b>	41,70	42,10	20,85	21,05
<b>5</b>	42,00	42,60	21,00	21,30
<b>6</b>	42,30	42,60	21,15	21,30
<b>7</b>	42,00	42,40	21,00	21,20
<b>8</b>	42,50	42,70	21,25	21,35
<b>9</b>	42,10	42,60	21,05	21,30
<b>10</b>	41,90	42,00	20,95	21,00
<b>11</b>	41,70	42,10	20,85	21,05
<b>12</b>	42,60	42,30	21,30	21,15
<b>13</b>	42,40	42,50	21,20	21,25
<b>14</b>	42,60	42,40	21,30	21,20
<b>15</b>	42,80	42,20	21,40	21,10
<b>16</b>	41,60	41,70	20,80	20,85
<b>17</b>	41,10	42,20	20,55	21,10

**Anexo 3. Muestras máquina Primer pasaje NSC. Artículo Roma.**

<b>PRIMER PASAJE NSC ARTÍCULO ROMA</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 4 m (gr)</b>		<b>peso 1 m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	76,80	77,60	19,20	19,40
<b>2</b>	76,40	76,00	19,10	19,00
<b>3</b>	76,00	76,80	19,00	19,20
<b>4</b>	74,60	77,20	18,65	19,30
<b>5</b>	74,60	77,40	18,65	19,35
<b>6</b>	75,60	76,70	18,90	19,18
<b>7</b>	76,40	76,20	19,10	19,05
<b>8</b>	76,60	76,80	19,15	19,20
<b>9</b>	76,60	76,40	19,15	19,10
<b>10</b>	76,00	75,60	19,00	18,90
<b>11</b>	77,60	76,40	19,40	19,10
<b>12</b>	76,40	76,00	19,10	19,00
<b>13</b>	78,40	75,60	19,60	18,90
<b>14</b>	76,80	76,20	19,20	19,05
<b>15</b>	76,60	76,20	19,15	19,05

**Anexo 4. Muestras máquina Segundo pasaje NSC. Artículo Roma.**

<b>SEGUNDO PASAJE NSC ARTÍCULO ROMA</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 4 m (gr)</b>		<b>peso 1 m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	73,60	73,60	18,40	18,40
<b>2</b>	74,40	74,00	18,60	18,50
<b>3</b>	74,00	73,80	18,50	18,45
<b>4</b>	75,40	75,00	18,85	18,75
<b>5</b>	74,00	74,20	18,50	18,55
<b>6</b>	75,00	74,20	18,75	18,55
<b>7</b>	72,60	73,40	18,15	18,35
<b>8</b>	73,80	75,40	18,45	18,85
<b>9</b>	73,60	73,20	18,40	18,30
<b>10</b>	73,80	74,40	18,45	18,60
<b>11</b>	73,80	74,00	18,45	18,50
<b>12</b>	74,00	74,40	18,50	18,60
<b>13</b>	75,20	74,00	18,80	18,50
<b>14</b>	73,00	74,60	18,25	18,65
<b>15</b>	74,00	75,40	18,50	18,85



**Anexo 5. Muestras máquina Tercer pasaje NSC. Artículo Roma.**

<b>TERCER PASAJE NSC ARTÍCULO ROMA</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 4 m (gr)</b>		<b>peso 1 m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	56,40	55,60	14,10	13,90
<b>2</b>	56,60	56,80	14,15	14,20
<b>3</b>	57,00	58,20	14,25	14,55
<b>4</b>	56,40	57,20	14,10	14,30
<b>5</b>	56,20	56,60	14,05	14,15
<b>6</b>	55,80	57,00	13,95	14,25
<b>7</b>	57,40	57,00	14,35	14,25
<b>8</b>	56,60	57,40	14,15	14,35
<b>9</b>	56,60	56,40	14,15	14,10
<b>10</b>	57,40	56,60	14,35	14,15
<b>11</b>	56,80	58,20	14,20	14,55
<b>12</b>	57,20	58,20	14,30	14,55
<b>13</b>	56,60	57,20	14,15	14,30
<b>14</b>	56,60	56,40	14,15	14,10
<b>15</b>	58,80	56,80	14,70	14,20

**Anexo 6. Muestras máquina Finisor. Artículo Roma.**

<b>FINISOR ARTÍCULO ROMA</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 8 m (gr)</b>		<b>peso 1 m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	11,00	11,80	1,38	1,48
<b>2</b>	11,80	11,80	1,48	1,48
<b>3</b>	11,40	11,60	1,43	1,45
<b>4</b>	11,60	11,80	1,45	1,48
<b>5</b>	11,60	12,00	1,45	1,50
<b>6</b>	11,60	11,40	1,45	1,43
<b>7</b>	11,60	12,00	1,45	1,50
<b>8</b>	11,80	11,40	1,48	1,43
<b>9</b>	11,80	11,80	1,48	1,48
<b>10</b>	12,00	11,60	1,50	1,45
<b>11</b>	11,60	12,00	1,45	1,50
<b>12</b>	11,80	11,40	1,48	1,43
<b>13</b>	11,80	12,00	1,48	1,50
<b>14</b>	11,60	12,00	1,45	1,50
<b>15</b>	11,60	11,40	1,45	1,43
<b>16</b>	11,80	11,40	1,48	1,43
<b>17</b>	11,40	11,60	1,43	1,45
<b>18</b>	12,00	12,00	1,50	1,50
<b>19</b>	11,80	11,80	1,48	1,48
<b>20</b>	11,80	11,60	1,48	1,45

### Anexo 7. Muestras máquina GC14. Artículo 2/40

<b>GC 14 ARTÍCULO 2/40</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 8 m (gr)</b>		<b>peso 1 m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	155,60	159,60	19,45	19,95
<b>2</b>	158,00	158,40	19,75	19,80
<b>3</b>	157,80	159,20	19,73	19,90
<b>4</b>	158,80	160,80	19,85	20,10
<b>5</b>	159,40	158,40	19,93	19,80
<b>6</b>	160,20	160,40	20,03	20,05
<b>7</b>	157,40	158,20	19,68	19,78
<b>8</b>	156,60	159,60	19,58	19,95
<b>9</b>	156,80	157,20	19,60	19,65
<b>10</b>	159,60	160,00	19,95	20,00
<b>11</b>	158,20	158,00	19,78	19,75
<b>12</b>	160,20	158,60	20,03	19,83
<b>13</b>	158,40	158,20	19,80	19,78
<b>14</b>	160,60	157,60	20,08	19,70
<b>15</b>	159,40	158,80	19,93	19,85
<b>16</b>	158,20	157,80	19,78	19,73

### Anexo 8. Muestras máquina GC15. Artículo 2/40

<b>GC 15 ARTÍCULO 2/40</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 4 m (gr)</b>		<b>peso 1 m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	69,80	69,80	17,45	17,45
<b>2</b>	67,80	71,80	16,95	17,95
<b>3</b>	69,00	69,80	17,25	17,45
<b>4</b>	67,60	70,00	16,90	17,50
<b>5</b>	68,40	70,00	17,10	17,50
<b>6</b>	67,80	68,40	16,95	17,10
<b>7</b>	68,80	69,20	17,20	17,30
<b>8</b>	69,20	68,60	17,30	17,15
<b>9</b>	68,20	70,20	17,05	17,55
<b>10</b>	69,00	69,20	17,25	17,30
<b>11</b>	67,60	69,40	16,90	17,35
<b>12</b>	68,80	68,60	17,20	17,15
<b>13</b>	67,80	68,80	16,95	17,20
<b>14</b>	70,40	68,50	17,60	17,13
<b>15</b>	68,00	72,40	17,00	18,10
<b>16</b>	70,80	69,00	17,70	17,25

### Anexo 9. Muestras máquina SCE. Artículo 2/40

<b>PASAJE SCE ARTÍCULO 2/40</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 4 m (gr)</b>		<b>peso 1 m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	68,00	68,20	17,00	17,05
<b>2</b>	68,00	66,80	17,00	16,70
<b>3</b>	68,40	68,80	17,10	17,20
<b>4</b>	68,20	67,60	17,05	16,90
<b>5</b>	68,20	65,20	17,05	16,30
<b>6</b>	68,40	66,60	17,10	16,65
<b>7</b>	67,60	68,00	16,90	17,00
<b>8</b>	68,20	69,20	17,05	17,30
<b>9</b>	68,80	68,40	17,20	17,10
<b>10</b>	68,60	67,60	17,15	16,90
<b>11</b>	67,00	67,20	16,75	16,80
<b>12</b>	67,80	69,00	16,95	17,25
<b>13</b>	68,00	68,40	17,00	17,10
<b>14</b>	68,60	68,60	17,15	17,15
<b>15</b>	68,80	67,60	17,20	16,90

### Anexo 10. Muestras máquina SC. Artículo 2/40

<b>PASAJE SC ARTÍCULO 2/40</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 4 m (gr)</b>		<b>peso 1 m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	48,40	48,20	12,10	12,05
<b>2</b>	49,00	49,80	12,25	12,45
<b>3</b>	48,60	48,40	12,15	12,10
<b>4</b>	48,40	48,60	12,10	12,15
<b>5</b>	50,00	48,20	12,50	12,05
<b>6</b>	48,80	48,20	12,20	12,05
<b>7</b>	48,60	47,80	12,15	11,95
<b>8</b>	48,80	48,80	12,20	12,20
<b>9</b>	48,60	47,80	12,15	11,95
<b>10</b>	48,40	47,80	12,10	11,95
<b>11</b>	49,00	48,20	12,25	12,05
<b>12</b>	48,40	48,00	12,10	12,00
<b>13</b>	48,20	48,00	12,05	12,00
<b>14</b>	47,40	47,60	11,85	11,90
<b>15</b>	49,20	49,00	12,30	12,25

### Anexo 11. Muestras máquina Finisor. Artículo 2/40

<b>FINISOR ARTÍCULO 2/40</b>				
<b># mue</b>	<b>peso 8 m (gr)</b>		<b>peso 1 m (gr)</b>	
	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>
<b>1</b>	10,20	10,40	1,28	1,30
<b>2</b>	10,20	10,40	1,28	1,30
<b>3</b>	10,20	10,20	1,28	1,28
<b>4</b>	10,40	10,40	1,30	1,30
<b>5</b>	10,20	10,40	1,28	1,30
<b>6</b>	10,20	10,20	1,28	1,28
<b>7</b>	10,40	10,00	1,30	1,25
<b>8</b>	10,20	10,20	1,28	1,28
<b>9</b>	10,20	10,00	1,28	1,25
<b>10</b>	10,20	10,20	1,28	1,28
<b>11</b>	10,40	10,00	1,30	1,25
<b>12</b>	10,00	10,40	1,25	1,30
<b>13</b>	10,20	10,40	1,28	1,30
<b>14</b>	10,40	10,20	1,30	1,28
<b>15</b>	10,40	10,40	1,30	1,30

**Anexo 12. Muestras máquina Hila 7. Artículo 2/40**

<b>Hila 7 ARTÍCULO 2/40</b>				
<b>#mue</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB3</b>	<b>OB4</b>
1	34,40	36,20	32,20	34,20
2	34,40	37,60	33,20	33,20
3	35,60	33,00	34,00	33,00
4	35,20	35,40	34,00	35,20
5	36,40	33,60	34,60	32,60
6	36,00	34,40	36,40	37,60
7	35,60	35,60	35,20	35,80
8	35,60	37,00	33,40	35,60
9	36,00	35,60	36,40	37,00
10	38,00	34,40	36,80	36,00
11	35,20	35,00	35,40	35,60
12	33,40	34,40	34,00	33,40
13	34,80	34,60	34,60	32,80
14	35,40	35,80	35,80	36,00
15	35,20	35,40	36,60	36,40
16	35,40	35,00	33,80	36,20
17	36,40	35,20	34,00	34,80
18	36,20	32,60	34,80	37,20
19	32,40	33,60	35,20	36,40
20	34,80	35,60	35,00	35,00
21	34,80	36,00	34,40	36,00
22	34,20	36,80	35,40	34,20
23	36,80	34,20	35,00	36,80
24	37,00	36,00	34,60	35,40
25	33,60	34,20	36,00	33,60
26	34,20	34,60	36,00	33,80
27	33,00	35,20	35,40	36,60
28	35,80	35,80	35,40	34,20
29	34,60	33,80	33,60	34,60
30	35,00	35,00	35,00	34,60
31	33,40	33,40	33,20	33,40
32	34,40	34,20	35,00	32,80
33	35,20	38,40	36,00	35,00
34	34,40	36,00	35,80	35,20
35	35,20	34,80	35,60	36,40
36	34,00	36,60	36,40	33,40
37	34,00	34,80	36,40	34,60
38	34,60	33,20	35,40	35,00
39	34,40	37,00	35,00	35,00



<b>40</b>	36,40	34,40	34,00	35,80
<b>41</b>	35,80	35,20	37,00	34,60
<b>42</b>	36,40	35,80	35,60	35,40
<b>43</b>	37,20	34,00	36,00	32,60
<b>44</b>	34,60	36,20	33,80	35,00
<b>45</b>	33,60	36,00	33,20	35,20

**Anexo 13. Muestras máquina Hila 3. Artículo Roma**

<b>Hila 3 ARTÍCULO ROMA</b>				
<b># mue</b>	<b>OB1</b>	<b>OB2</b>	<b>OB3</b>	<b>OB4</b>
1	13,00	13,50	13,80	13,40
2	13,70	13,30	13,70	13,10
3	13,60	14,20	13,80	12,80
4	13,40	12,80	13,60	13,40
5	13,50	13,10	13,50	13,60
6	13,10	13,20	13,50	13,20
7	13,40	13,50	13,30	13,50
8	13,80	13,50	13,40	13,60
9	13,60	13,70	13,50	13,20
10	13,50	13,70	13,60	13,00
11	13,90	13,80	13,30	13,90
12	14,00	13,20	13,70	13,10
13	13,30	13,80	13,30	13,70
14	13,70	14,40	13,70	13,30
15	14,00	13,90	13,30	13,60
16	13,40	13,30	14,40	14,20
17	13,10	14,70	14,20	13,60
18	13,50	13,50	13,80	13,20
19	13,70	13,60	13,50	13,90
20	13,10	13,10	13,20	13,10
21	13,00	13,60	13,50	13,20
22	13,30	13,40	13,00	12,80
23	13,50	13,40	13,80	13,00
24	13,60	13,10	13,20	13,50
25	13,50	13,50	13,80	13,20
26	13,00	14,00	13,60	13,30
27	13,60	13,50	13,60	13,20
28	13,60	13,60	13,50	13,90
29	13,80	13,70	13,50	14,70
30	14,30	14,40	13,30	13,70
31	13,90	13,70	13,30	13,50
32	13,30	13,60	13,70	13,40
33	13,40	13,40	13,60	13,90
34	13,50	13,60	13,40	13,60
35	13,40	14,00	13,30	13,40
36	12,90	13,20	13,20	13,10
37	12,70	13,80	13,00	13,30
38	13,90	13,70	13,30	13,50
39	13,10	13,40	13,20	13,40
40	14,20	13,40	13,80	13,90

## Anexo 14. Encuesta para el personal del proceso de preparación

La presente encuesta fue desarrollada con el objetivo de encontrar, los principales causas que influyen en la regularidad de la mecha, es decir el peso de la mecha

Por favor contestar cada una de las preguntas lo más honestamente posible. Ponga una x en SI cuando esté de acuerdo, y una x en NO cuando no esté de acuerdo.

### ESTA ENCUESTA ES TOTALMENTE ANÓNIMA

**Cree usted que las variaciones de la mecha elaborada en la sección de preparación se debe a:**

	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Se lleva un control a los operarios sobre la forma de hacer su trabajo		
2	Los supervisores llevan un control sobre las condiciones de las máquinas		
3	Existen programas de capacitación, con el fin de que el personal mejore sus habilidades laborales		
4	Hay cuidado con la manipulación del material elaborado		
5	Realiza bien los empalmes de las mechas		
6	Comunica al supervisor sobre daños en la máquinas		
	<b>MÁQUINAS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
7	Se realiza los mantenimientos a las máquinas		
8	Cree que las máquinas están des calibradas		
9	Piensa que las piezas como rodillos, peines ,bandas son cambiadas a tiempo		
10	Cree que el personal de mantenimiento está debidamente preparado para realizar su trabajo		
	<b>MEDICIONES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
11	Se lleva registros diarios del peso de las mechas		
12	Poseen equipos para a hacer estos controles		
	<b>MÉTODOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
13	Existe procedimientos que indique como realizar los empalmes u operación de la máquinas		
14	Hay estudios sobre estos problemas de variación de peso.		
	<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
15	Cree que la materia prima es de buena calidad		

### **Anexo 15. Encuesta para el personal del proceso de hilado.**

La presente encuesta fue desarrollada con el objetivo de encontrar, los principales causas que influyen en la regularidad del hilo, es decir variaciones del Nm del hilo

Por favor contestar cada una de las preguntas lo más honestamente posible. Ponga una x en SI cuando esté de acuerdo, y una x en NO cuando no esté de acuerdo.

#### **ESTA ENCUESTA ES TOTALMENTE ANÓNIMA**

**Cree usted que las variaciones del Nm del hilo se debe a:**

	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1	Falta de patrullaje del operador a la máquina de hilar (descuido )		
2	Los supervisores llevan un control sobre las condiciones de las máquinas		
3	Existen programas de capacitación, con el fin de que el personal mejore sus habilidades laborales		
4	Hay cuidado con la manipulación de las bobinas al cargar la hila		
5	Falta de conocimiento de los puntos que afectan al hilo		
6	Comunica al supervisor la rotura bandas, condensadores, rodillos en la máquina de hilar		
	<b>MÁQUINAS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
7	Se realiza los mantenimientos a las máquinas		
8	Cree que las máquinas están des calibradas		
9	Piensa que las piezas como rodillos, bandas son cambiadas a tiempo		
10	Cree que el personal de mantenimiento está debidamente preparado para realizar su trabajo		
	<b>MEDICIONES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
11	Se lleva registros diarios del número métrico del hilo		
12	Poseen equipos para a hacer estos controles		
	<b>MÉTODOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
13	Existe procedimientos que indique como realizar las operaciones de la máquina de hilar		
14	Existen procedimientos para manipular las bobinas		
	<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
15	Cree que el problema es porque el material no fue elaborado correctamente en la sección de preparación		

## Anexo 16. Test de normalidad máquina GC 14 artículo Roma.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal, obtenidos de la simulación en el programa Minitab.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

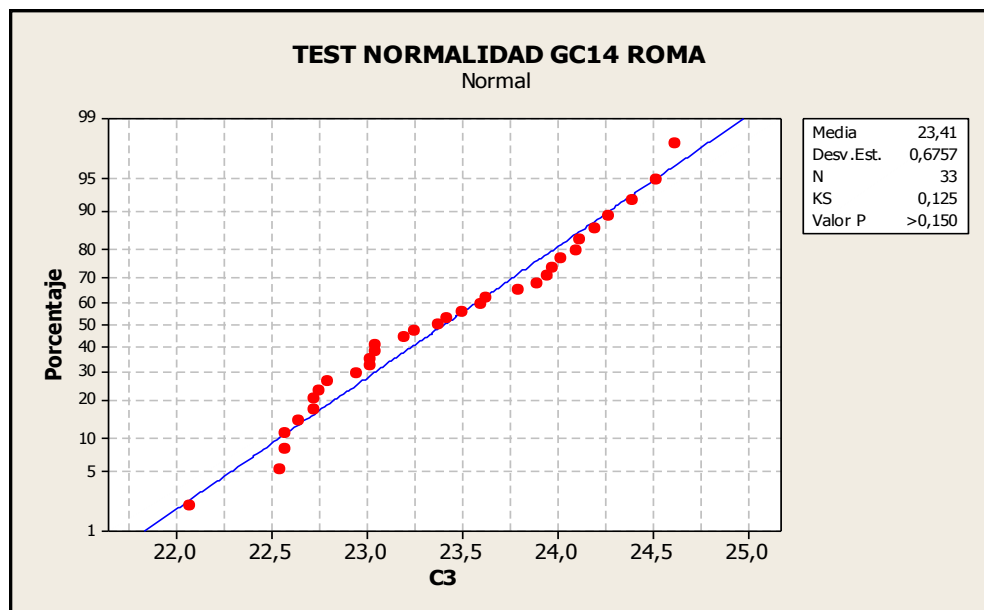
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.8 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



## Anexo 17. Test de normalidad máquina GC 15 artículo Roma.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal, obtenidos de la simulación en el programa Minitab.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

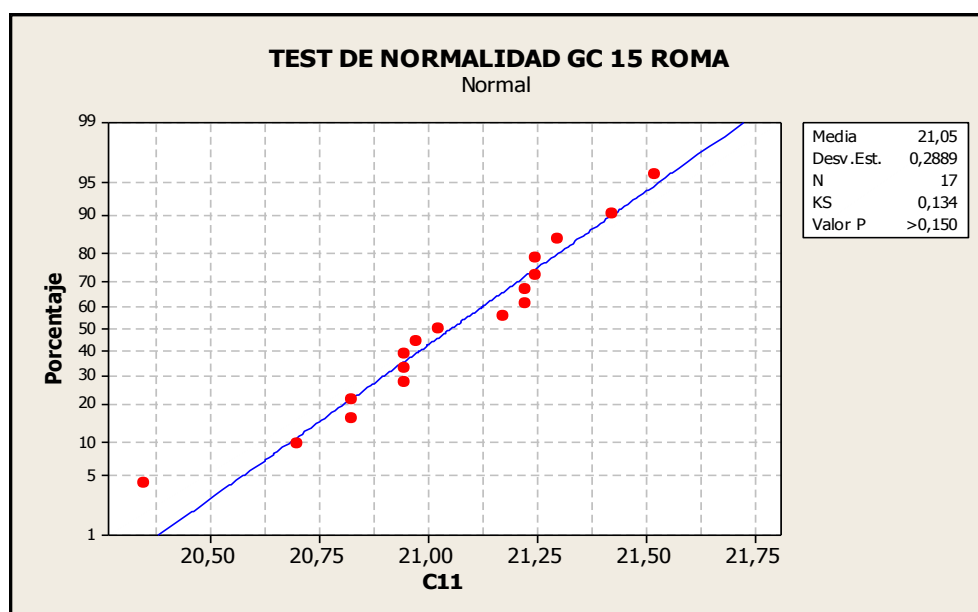
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.10 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



## Anexo 18. Test de normalidad máquina Primer pasaje NSC artículo Roma.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal, obtenidos de la simulación en el programa Minitab.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

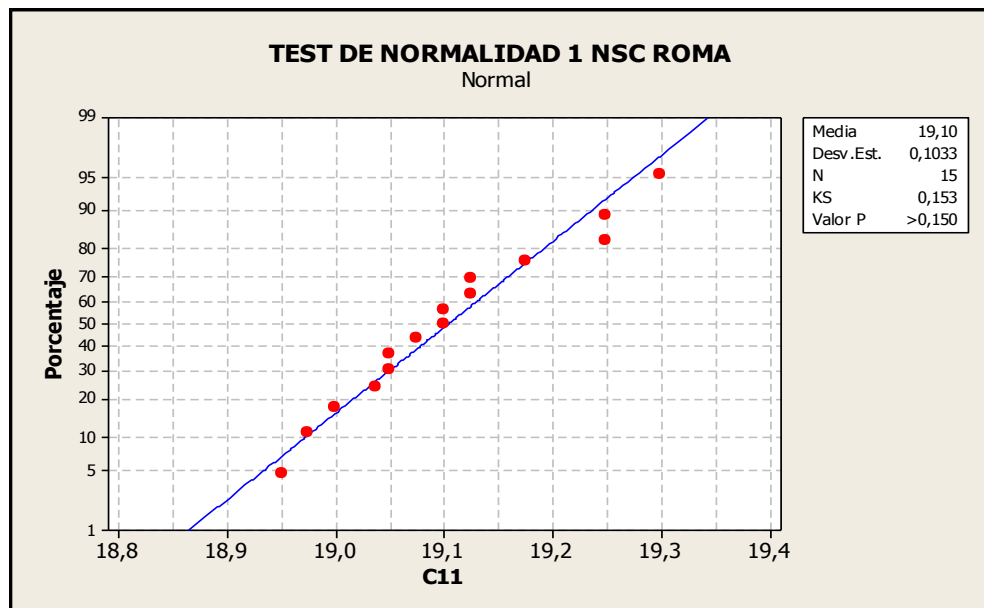
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.12 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



## Anexo 19. Test de normalidad máquina Segundo pasaje NSC artículo Roma.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal, obtenidos de la simulación en el programa Minitab.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

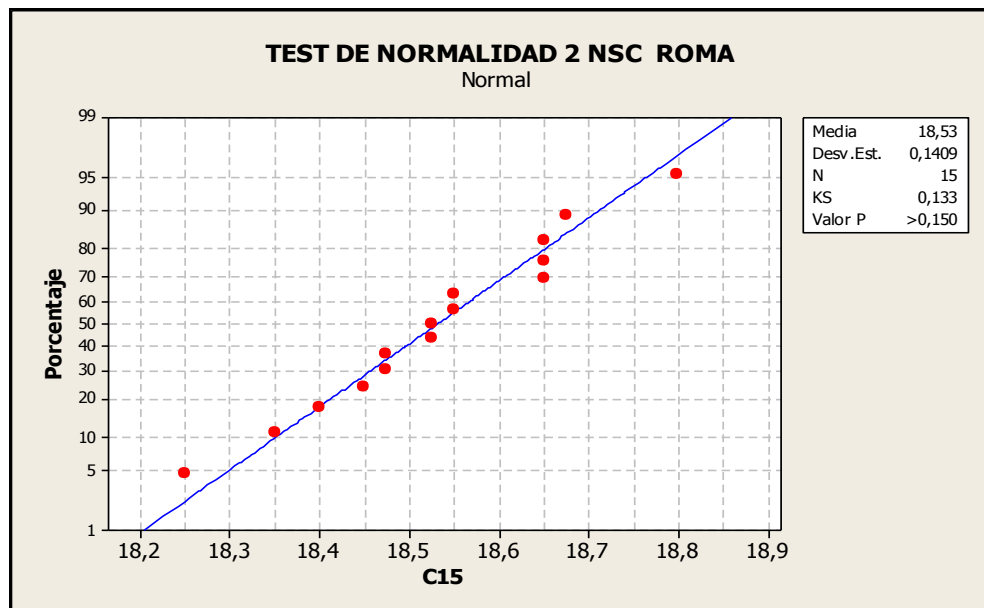
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.14 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.





## Anexo 20. Test de normalidad máquina Tercer pasaje NSC artículo Roma.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal, obtenidos de la simulación en el programa Minitab.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

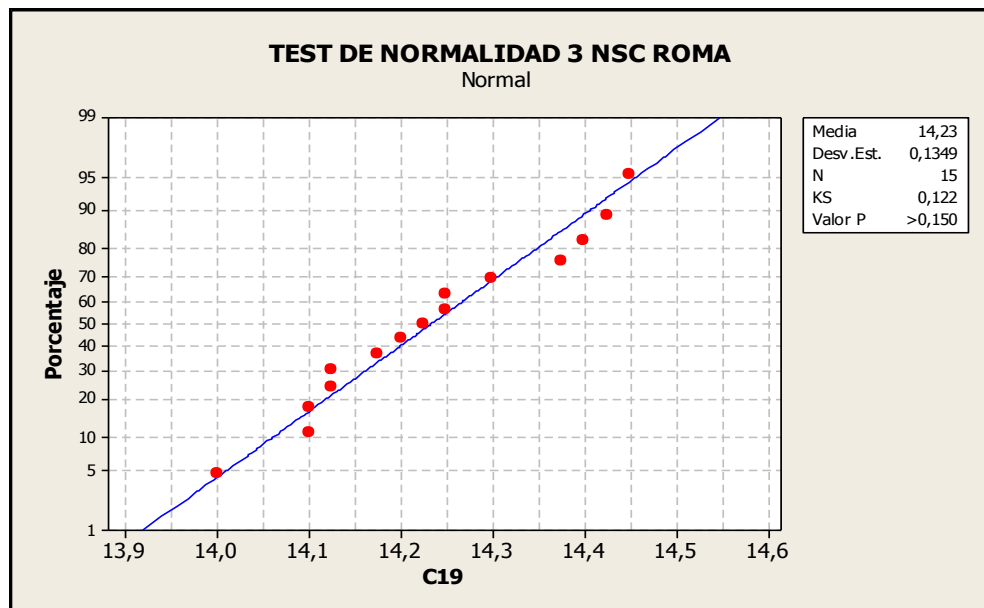
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.16 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



## Anexo 21. Test de normalidad máquina Finisor artículo Roma.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal, obtenidos de la simulación en el programa Minitab.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

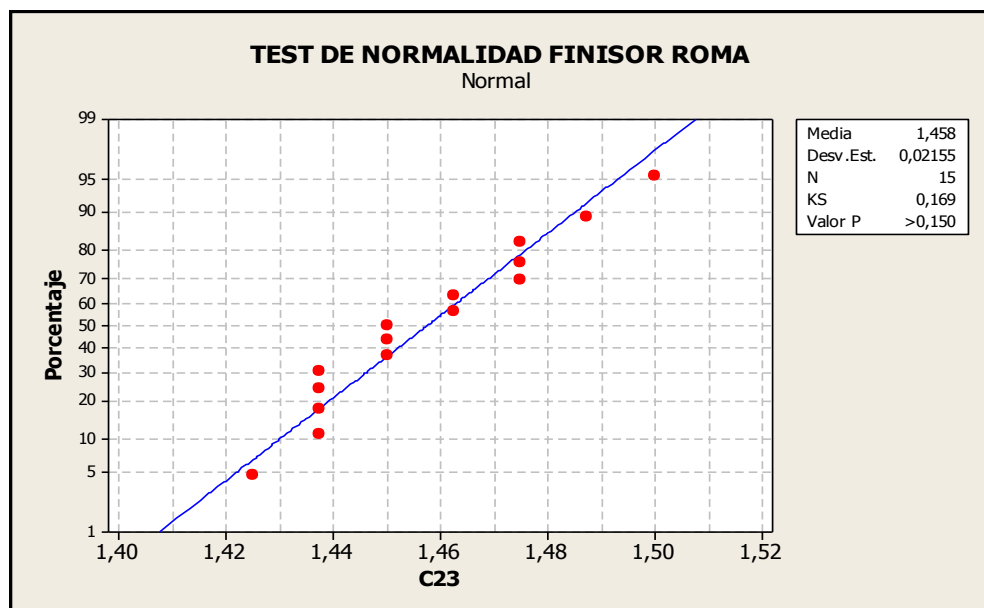
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.18 se observa que el Valor p es igual a 0,150

**Valor p**  $> \alpha$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



## Anexo 22. Test de normalidad máquina GC14 artículo 2/40.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal, obtenidos de la simulación en el programa Minitab.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

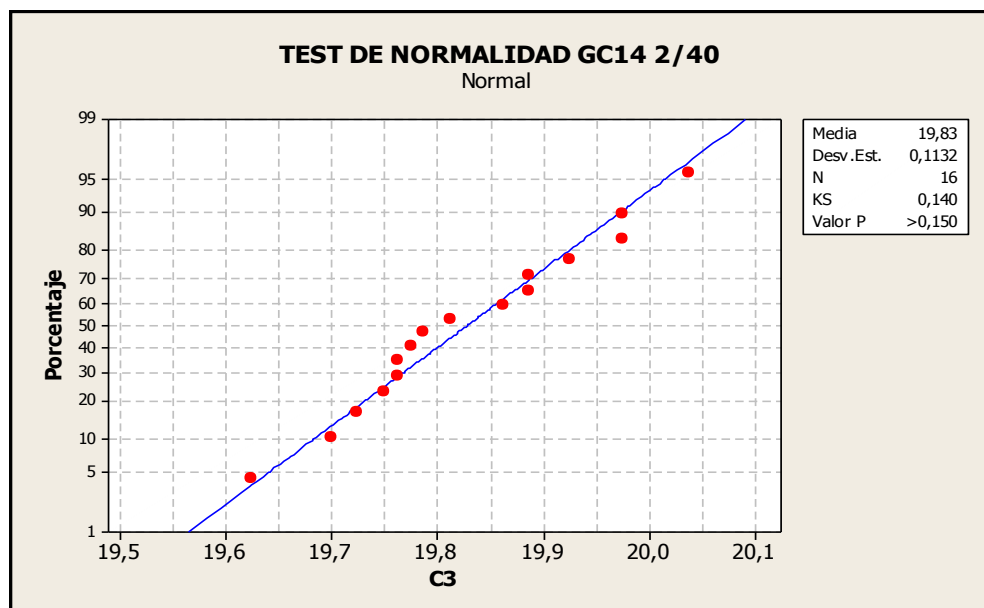
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.20 se observa que el Valor p es igual a 0,150

**Valor p**  $> \alpha$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



### Anexo 23. Test de normalidad máquina GC15 artículo 2/40.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal, obtenidos de la simulación en el programa Minitab.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

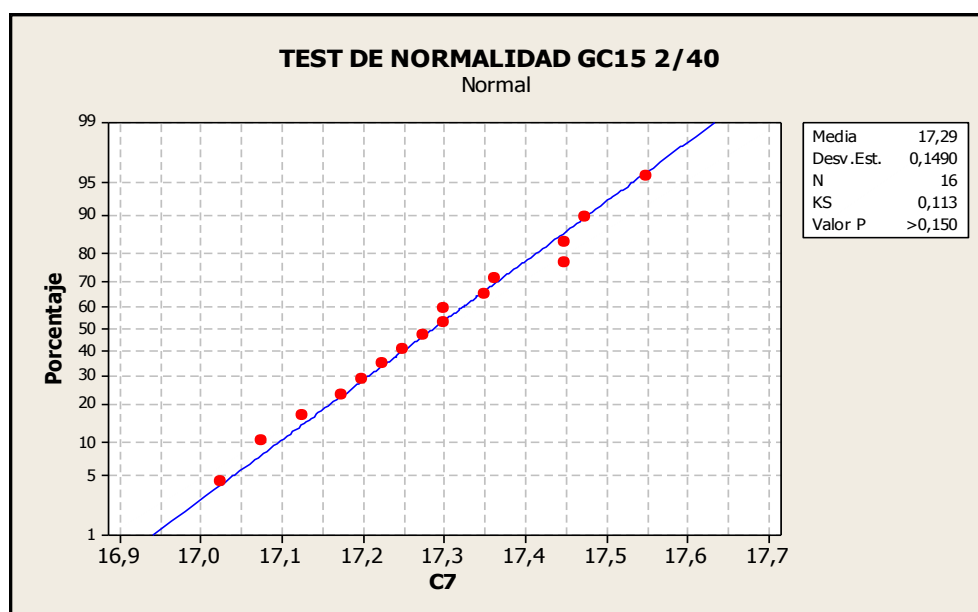
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.22 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



## Anexo 24. Test de normalidad máquina SCE artículo 2/40.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal, obtenidos de la simulación en el programa Minitab.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

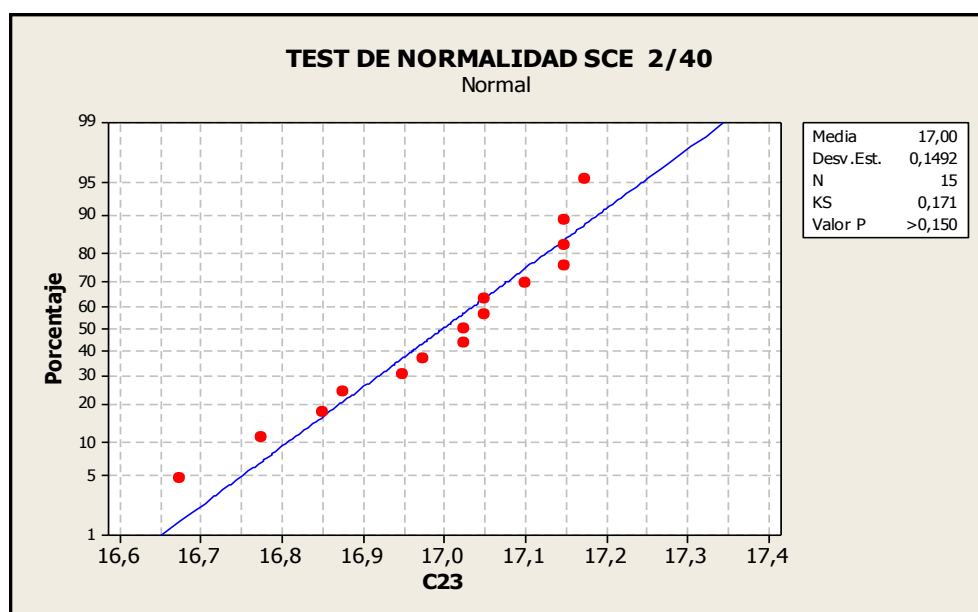
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.24 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



## Anexo 25. Test de normalidad máquina SC artículo 2/40.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

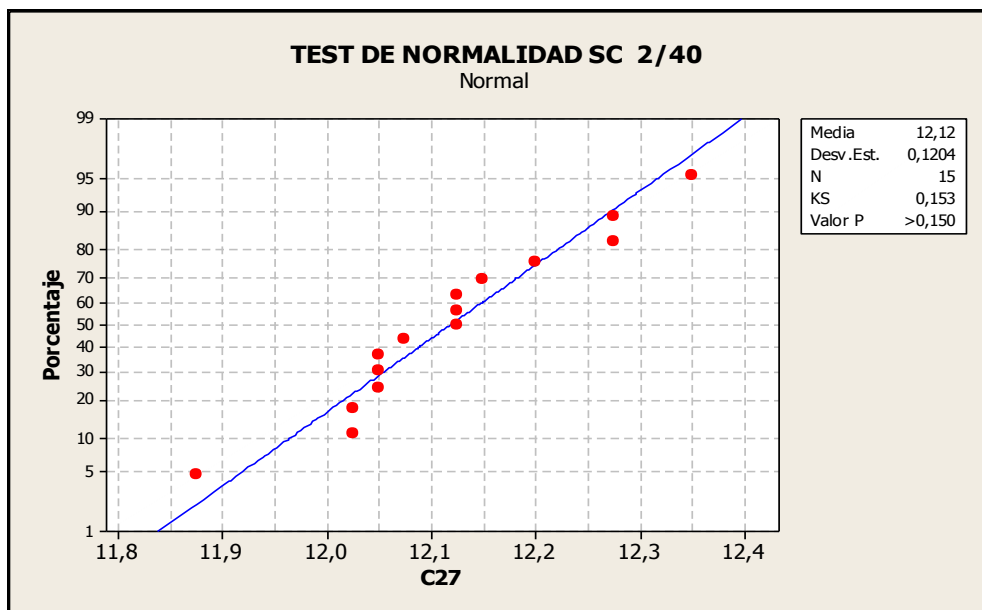
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.26 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



## Anexo 26. Test de normalidad máquina Finisor artículo 2/40.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

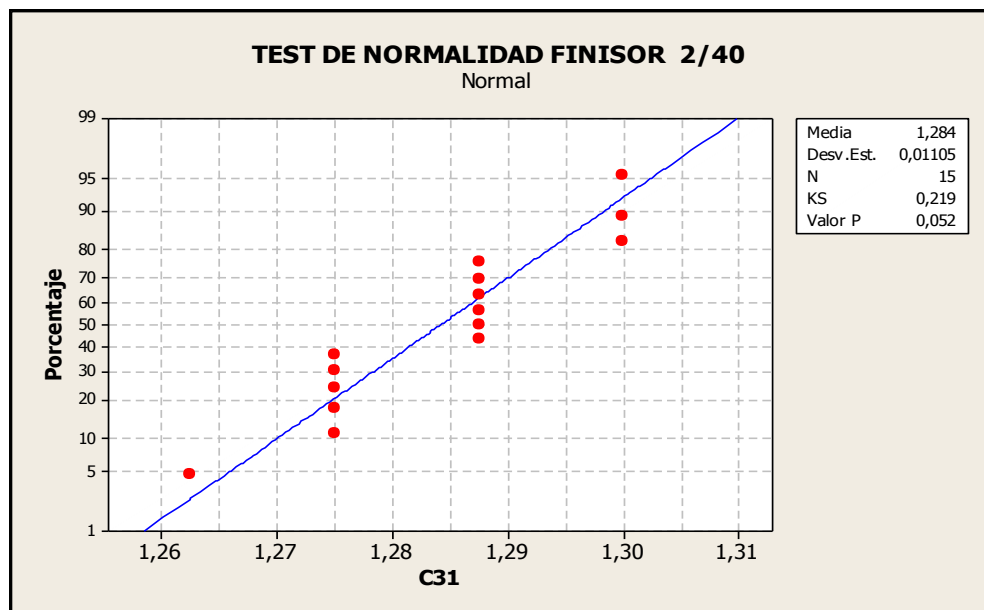
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.28 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.



## Anexo 27. Test de normalidad máquina Hila 7 artículo 2/40.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

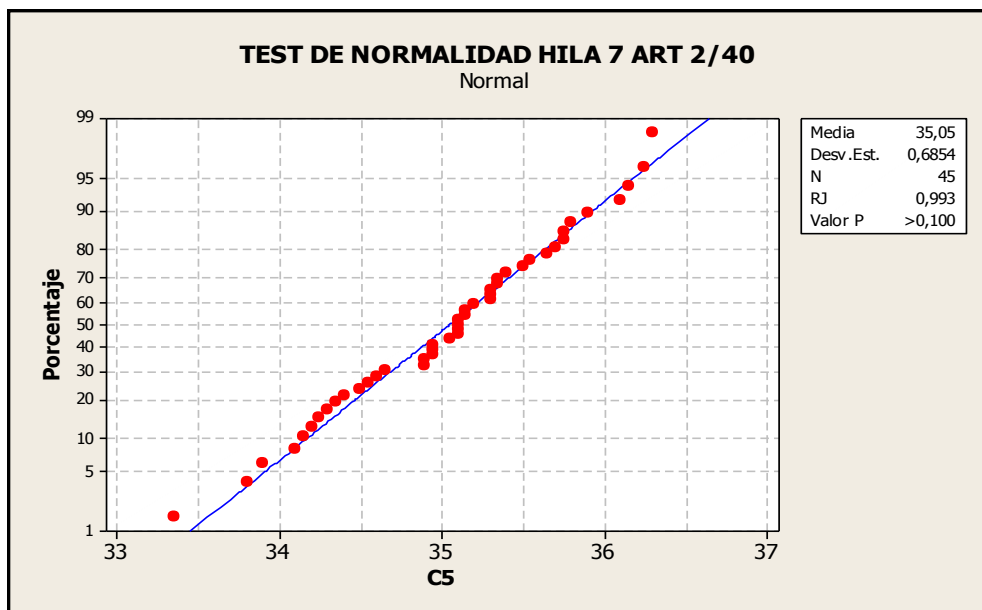
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

De la figura 3.32 se observa que el Valor p es igual a 0,100

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.





## Anexo 28. Test de normalidad máquina Hila 3 artículo Roma.

Para probar la normalidad de los datos, se puede utilizar el método de Kolmogorov-Smirnov y la gráfica de probabilidad normal.

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

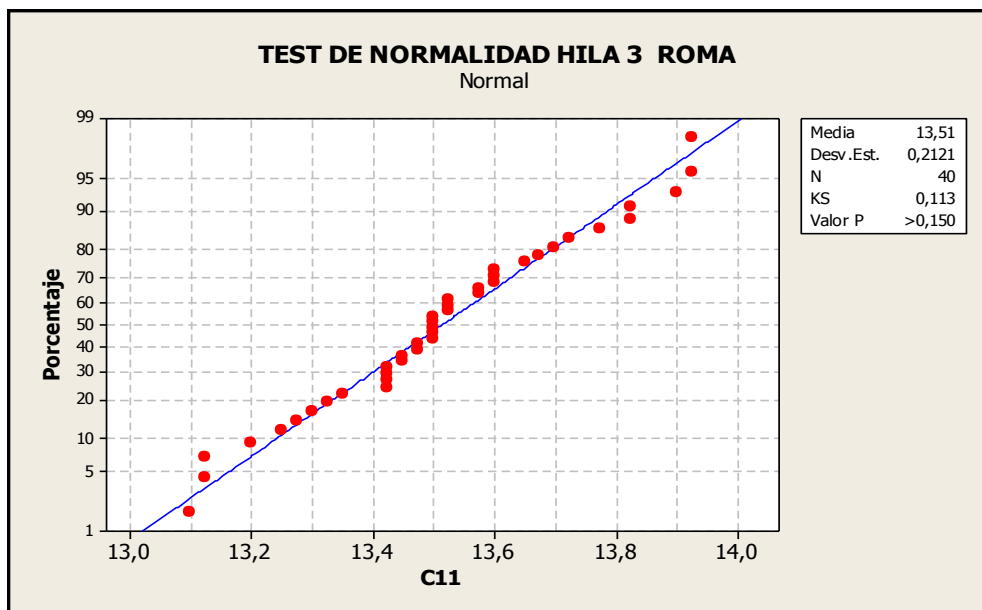
$H_1$ : los datos no siguen una distribución normal.

Con el 95% de confianza  $\alpha = 0,05$

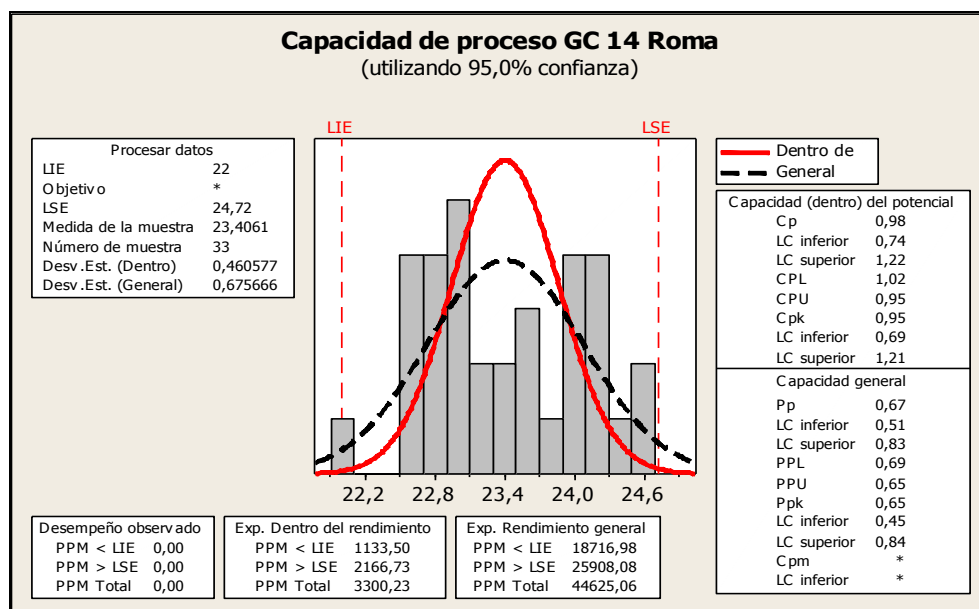
De la figura 3.34 se observa que el Valor p es igual a 0,150

$$\text{Valor } p > \alpha$$

Por tanto se acepta  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal.

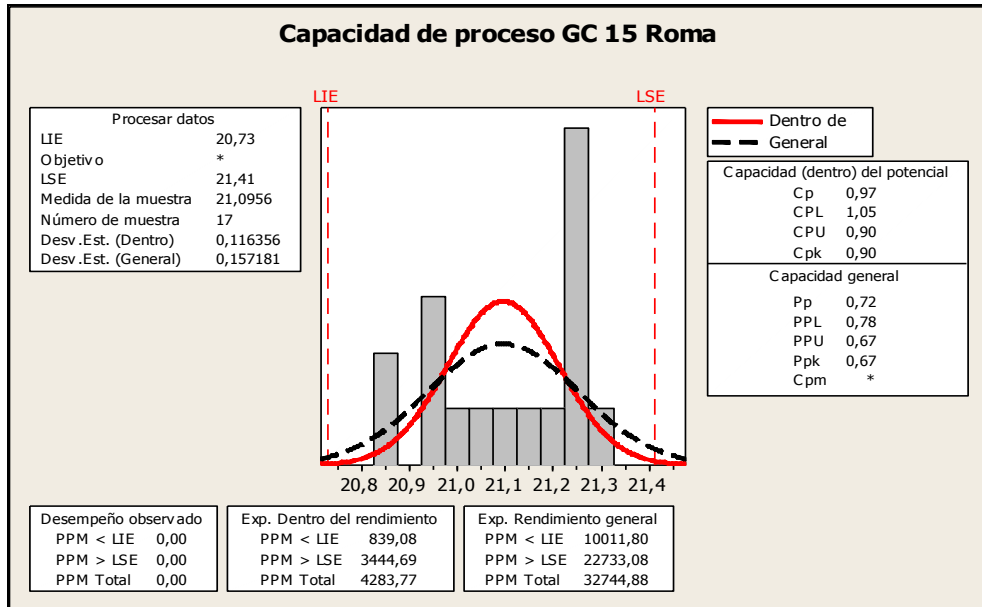


## Anexo 29. Capacidad de proceso GC 14 Roma



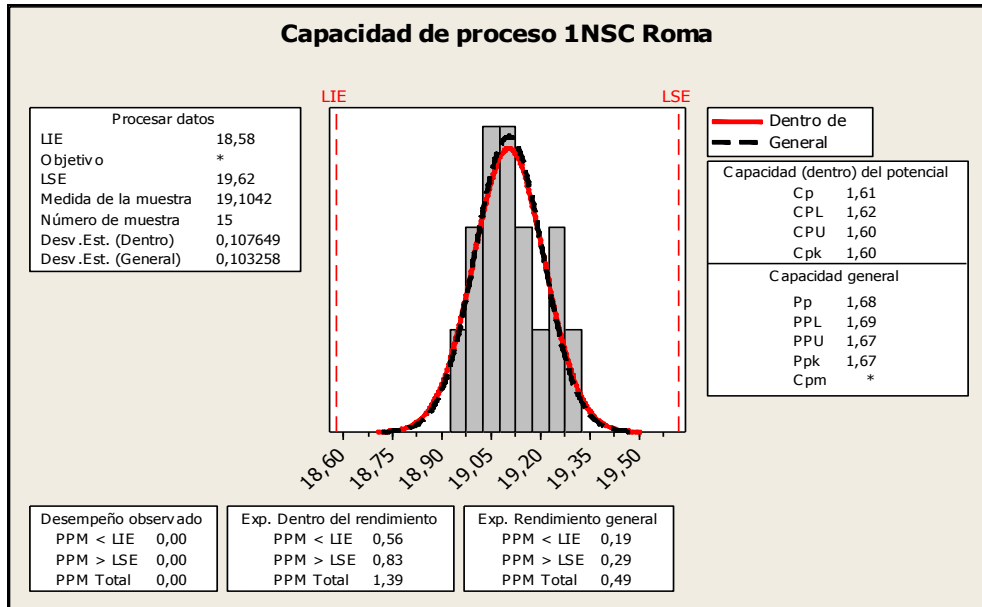
Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	0,98	Proceso no es capaz a pesar de estar bajo control
$C_{pk}$	0,95	Proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, se debe reducir la variación.
$PPM < LIE$	1133,50	Número esperado de partes por millón cuyo peso es menor LIE
$PPM > LSE$	2166,73	Número esperado de partes por millón cuyo peso es mayor LSE

### Anexo 30. Capacidad de proceso GC 15 Roma.



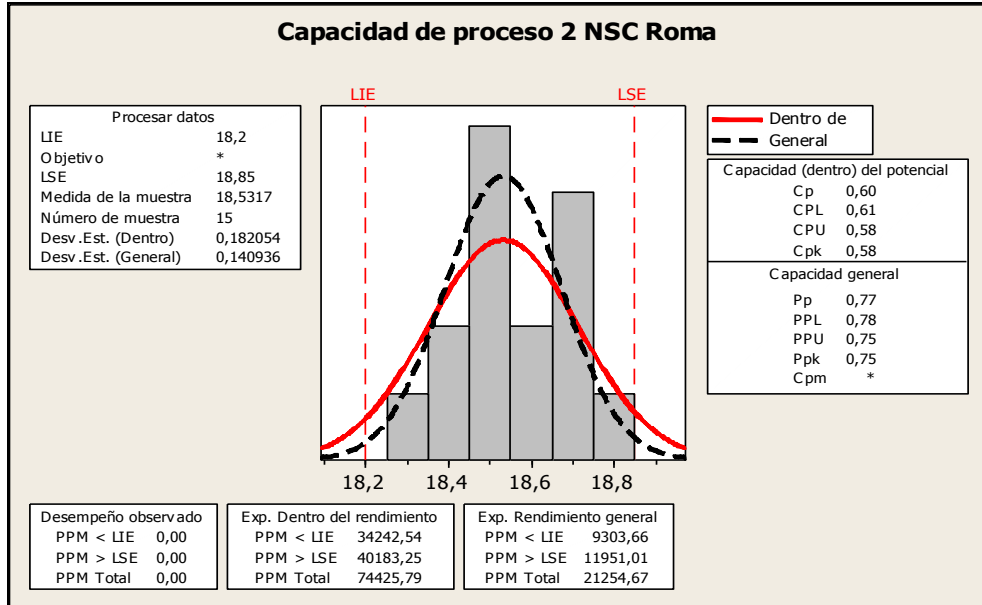
Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	0,97	Proceso no es capaz a pesar de estar bajo control
$C_{pk}$	0,90	Proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, se debe reducir la variación.
$PPM < LIE$	839,08	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE
$PPM > LSE$	3444,69	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE

## Anexo 31. Capacidad de proceso 1 NSC Roma.



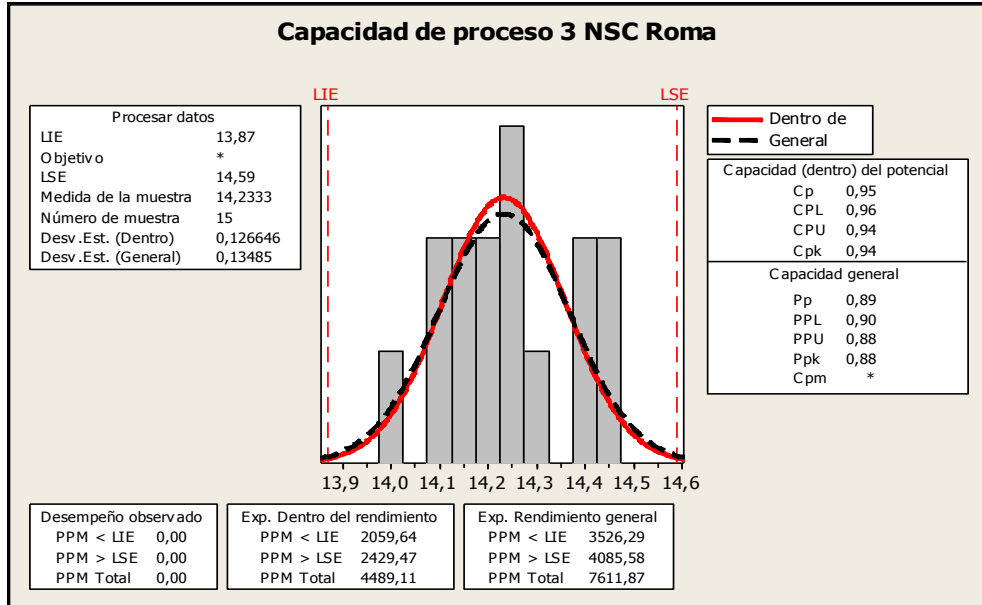
Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	1,61	Proceso es capaz
$C_{pk}$	1,60	Podemos decir que el proceso es capaz de producir cuando al menos 99,73 % de las mechas dentro de las especificaciones.
$PPM < LIE$	0,56	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE, prácticamente cero
$PPM > LSE$	0,83	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE, prácticamente cero.

## Anexo 31. Capacidad de proceso 2 NSC Roma.



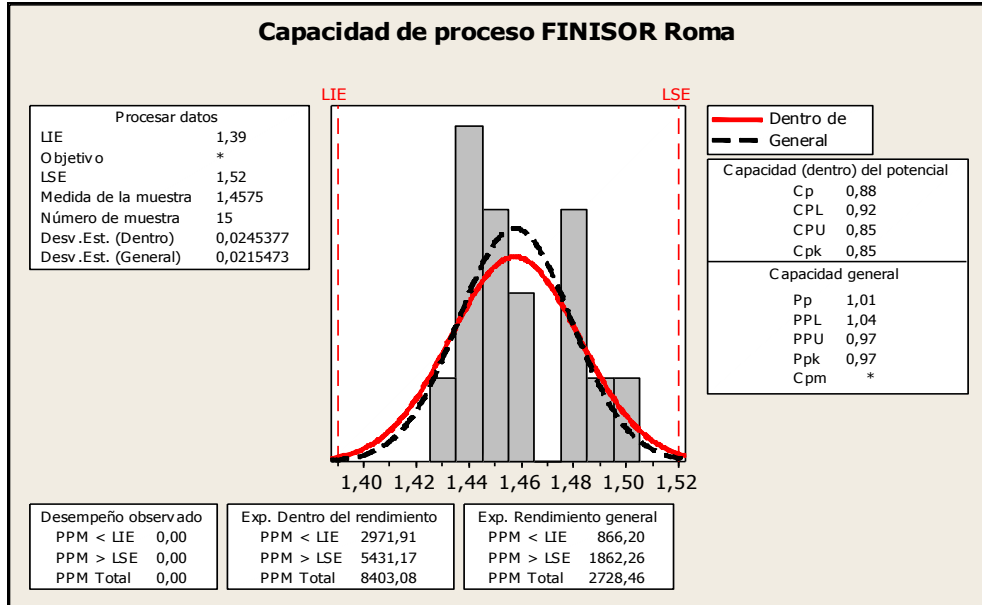
Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	0,60	Proceso no es capaz a pesar de estar bajo control
$C_{pk}$	0,58	Proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, se debe reducir la variación.
$PPM < LIE$	34242,54	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE
$PPM > LSE$	40183,25	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE

### Anexo 32. Capacidad de proceso 3 NSC Roma.



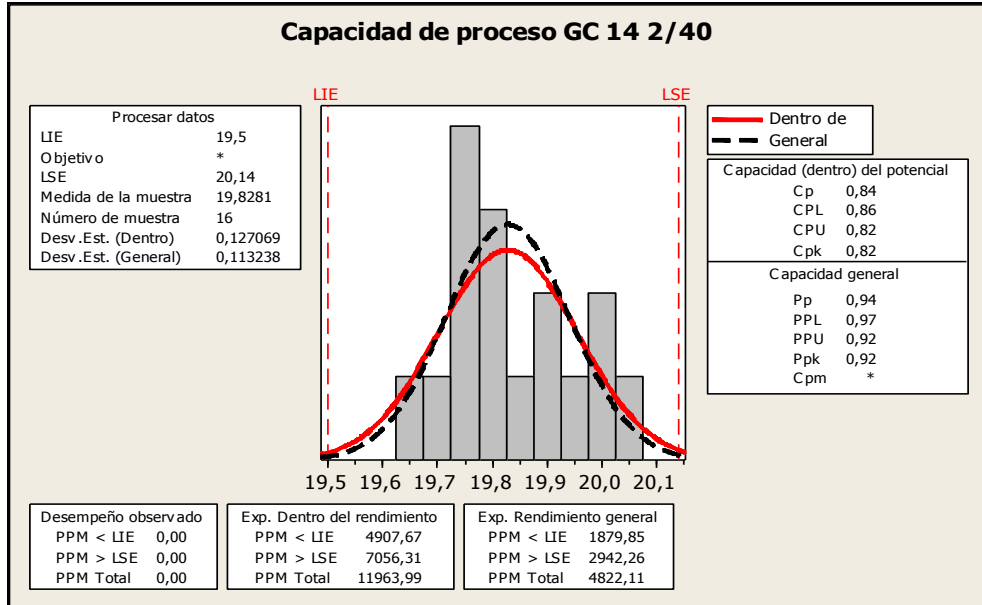
Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	0,95	Proceso no es capaz a pesar de estar bajo control
$C_{pk}$	0,94	Proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, se debe reducir la variación.
$PPM < LIE$	2059,64	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE
$PPM > LSE$	2429,47	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE

### Anexo 33. Capacidad de proceso Finisor Roma.



Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	0,88	Proceso no es capaz a pesar de estar bajo control
$C_{pk}$	0,85	Proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, se debe reducir la variación.
$PPM < LIE$	2971,91	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE
$PPM > LSE$	5431,17	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE

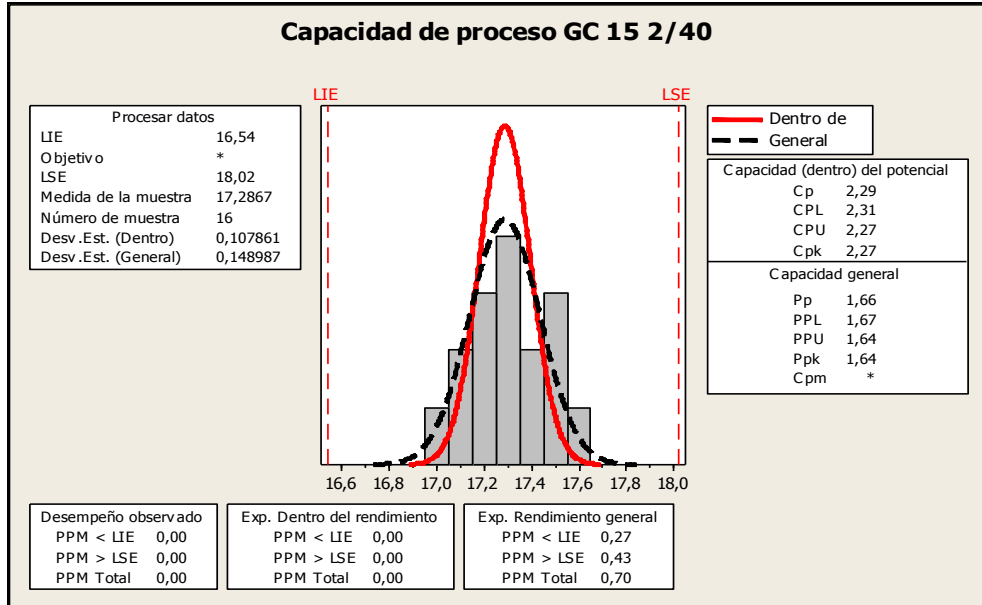
### Anexo 34. Capacidad de proceso GC 14 2/40.



Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	0,84	Proceso no es capaz a pesar de estar bajo control
$C_{pk}$	0,82	Proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, se debe reducir la variación.
$PPM < LIE$	4907,67	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE
$PPM > LSE$	7056,31	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE

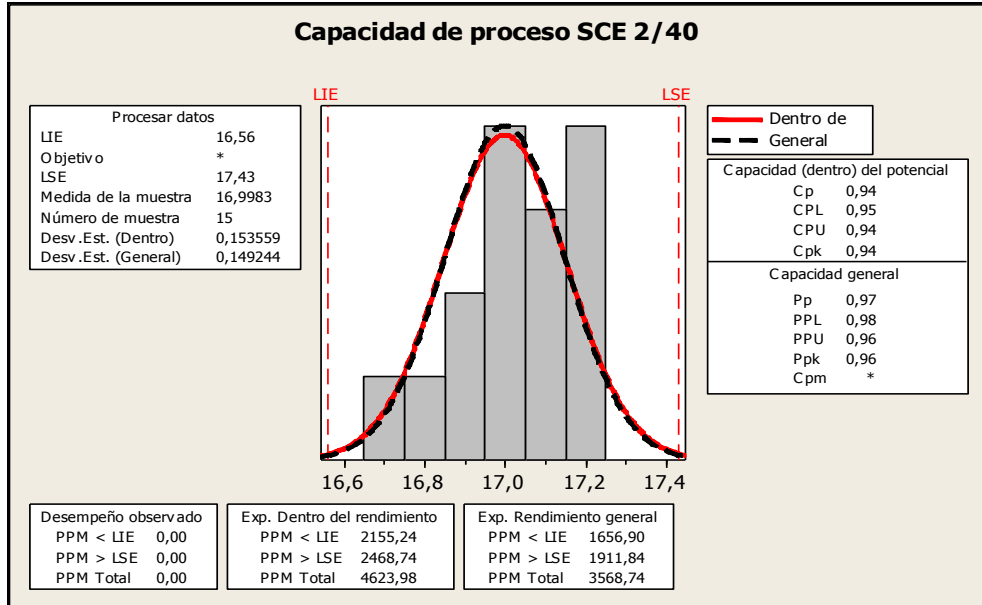


### Anexo 35. Capacidad de proceso GC 15 2/40.



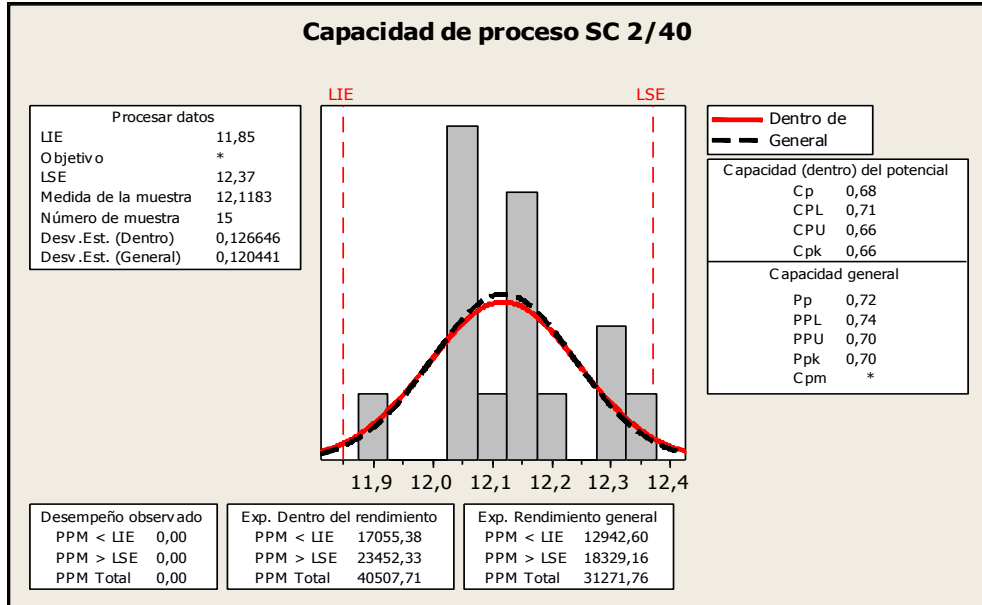
Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	2,29	Proceso es capaz
$C_{pk}$	2,27	Podemos decir que el proceso es capaz de producir cuando al menos 99,99 % de las mechas dentro de las especificaciones.
$PPM < LIE$	0	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE, es decir cero
$PPM > LSE$	0	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE, es decir cero.

### Anexo 36. Capacidad de proceso SCE 2/40.



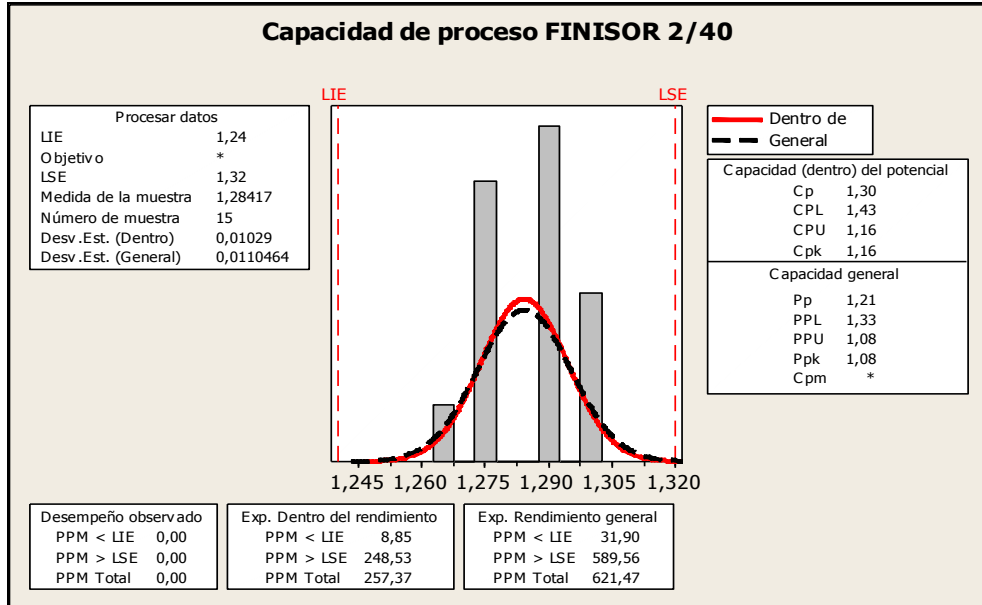
Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	0,94	Proceso no es capaz a pesar de estar bajo control
$C_{pk}$	0,94	Proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, se debe reducir la variación.
$PPM < LIE$	2155,24	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE
$PPM > LSE$	2468,74	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE

### Anexo 37. Capacidad de proceso SC 2/40.



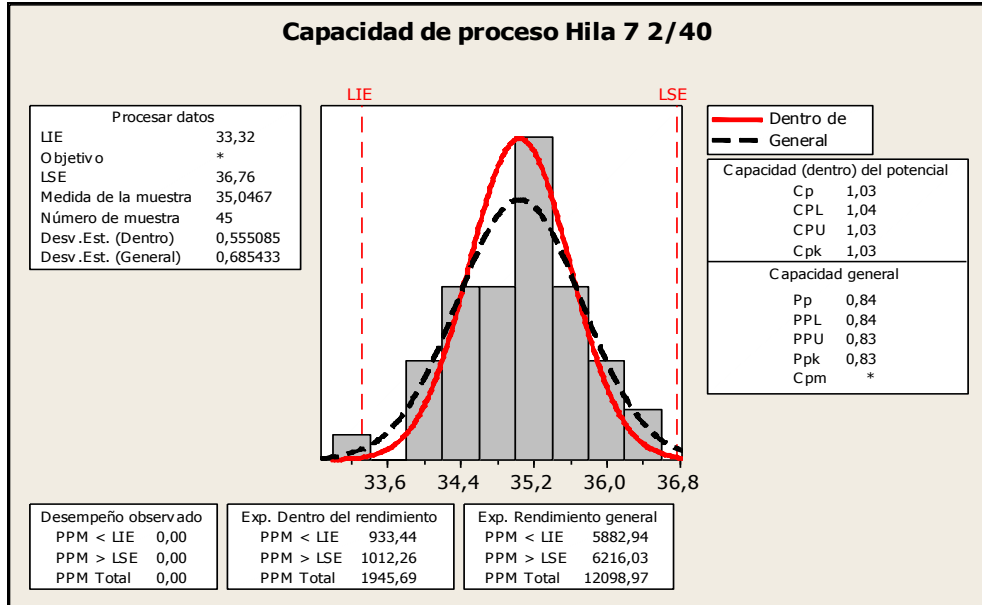
Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	0,68	Proceso no es capaz a pesar de estar bajo control
$C_{pk}$	0,66	Proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, se debe reducir la variación.
$PPM < LIE$	17055,38	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE
$PPM > LSE$	23452,33	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE

### Anexo 38. Capacidad de proceso Finisor 2/40.



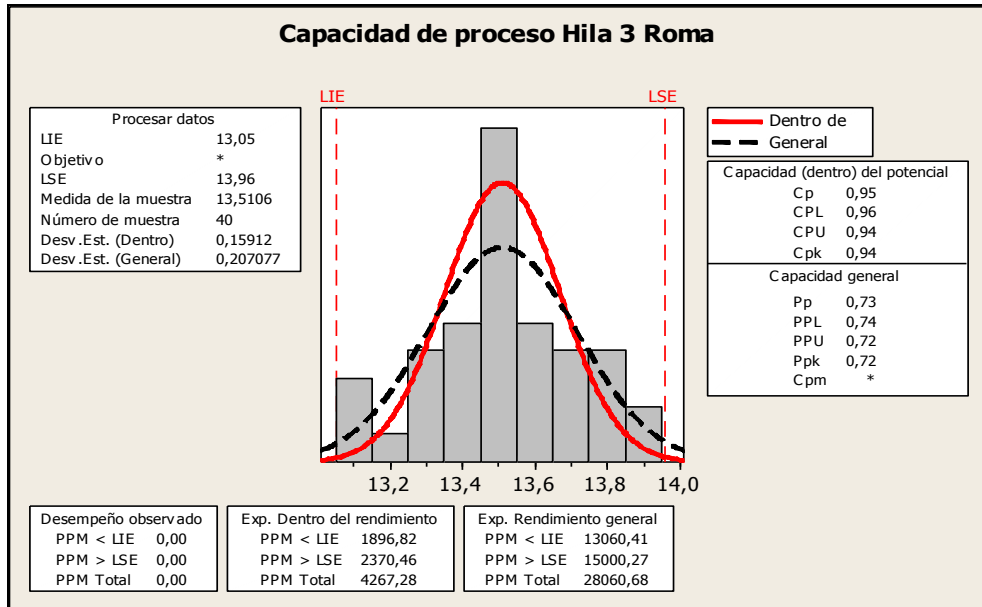
Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	1,30	Proceso es capaz
$C_{pk}$	1,16	Podemos decir que el proceso es capaz de producir cuando al menos 99,73 % de las mechas dentro de las especificaciones.
$PPM < LIE$	8,85	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es menor LIE.
$PPM > LSE$	248,53	Número esperado de partes por millón cuyo peso de mecha es mayor LSE.

### Anexo 39. Capacidad de proceso Hila 7 2/40.



Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	1,03	Proceso es capaz pero requiere un estricto seguimiento
$C_{pk}$	1,03	Podemos decir que el proceso es capaz de producir cuando al menos 99,73 % de los hilos esta dentro de las especificaciones.
$PPM < LIE$	933,44	Número esperado de partes por millón cuyo Nm es menor al LIE.
$PPM > LSE$	1012,26	Número esperado de partes por millón cuyo Nm es mayor al LSE.

## Anexo 40. Capacidad de proceso Hila 3 Roma.



Parámetro	valor	Conclusión
$C_p$	0,95	Proceso no es capaz a pesar de estar bajo control
$C_{pk}$	0,94	Proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones, se debe reducir la variación.
$PPM < LIE$	1896,82	Número esperado de partes por millón cuyo Nm es menor al LIE
$PPM > LSE$	2370,28	Número esperado de partes por millón cuyo Nm es mayor al LSE