UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Propuesta de mejora para el proceso de abastecimiento
interno y produccion en una empresa que confecciona
prendas de vestir**

Tesis

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Iturrizaga Vergara, Jefrey (0000-0002-9197-9343)

ASESOR DE TESIS

Miguel Shinno (0000-0002-1732-8788)

Lima, diciembre de 2015

A mi madre

Agradecimientos

Dedico esta tesis a todos aquellos que no creyeron en mí, a aquellos que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios, a aquellos que nunca esperaban que lograra terminar la carrera, a todos aquellos que apostaban a que me rendiría a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograría, a todos ellos les dedico esta tesis.

A mi querida madre por sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para el futuro de la familia y por creer en mi capacidad, aunque hayamos pasado momentos difíciles siempre ha estado brindandome su comprensión, cariño y amor. Sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyandome y lograron que este sueño se haga realidad.

Resumen

El presente trabajo nace con la necesidad de mejorar el proceso de abastecimiento interno y producción en una empresa que confecciona prendas de vestir, aplicando como herramienta de mejora la metodología six sigma. El trabajo se inicia con una breve descripción de la organización, los productos que ofrece y las operaciones en la que está involucrado. Luego se ejecuta el ciclo DMAIC; Definir, Medir, Analizar, Mejorar (Improve, en inglés) y Controlar.

En la fase de definición; identificamos las necesidades del cliente y los requerimientos críticos del producto, tales como el tiempo de abastecimiento de insumos, porcentaje elevado de mermas y mala calidad de productos, para ello se utiliza la metodología kano. En la fase de medición se identifica las variables más relevantes del proceso de confección de prendas de vestir (herramientas de calidad como el estudio Gage R&R, gráficos de control, análisis de la capacidad del proceso y el nivel Six Sigma). En la fase de análisis; se identifican las causas raíces que originan la problemática y para ello nos apoyaremos en el diseño de experimentos que contribuye a mejorar los factores más importantes del proceso. En la fase de control se busca mantener los resultados obtenidos en la parte de mejora. Para ello calculamos nuevamente la capacidad de proceso y el nivel six sigma.

Finalmente la evaluación económica; nos ofrece los beneficios económicos alcanzados luego de ejecutarse la fase de mejora. Por otro lado para verificar el impacto ambiental del proyecto nos apoyamos en la matriz de Leopold la cual beneficia a los involucrados en el proyecto. Es importante tener en cuenta que al aplicar la metodología six sigma se debe invertir más tiempo en la fase de definición. Las consecuencias de no tener claro la primera etapa traen consigo un proyecto redundante o que se tenga que realizar nuevos experimentos para corregir los experimentos ya realizados.

Palabras clave: Propuesta de mejora, proceso de abastecimiento interno, producción, prendas de vestir

Abstract

The present work was born with the need to improve the process of internal supply and production in a company that makes garments, applying the six sigma methodology as an improvement tool. The work begins with a brief description of the organization, the products it offers and the operations in which it is involved. Then the DMAIC cycle is executed; Define, Measure, Analyze, Improve and Control.

In the definition phase; we identify the needs of the client and the critical requirements of the product, such as the time of supply of inputs, high percentage of waste and poor quality of products, for this the kano methodology is used. In the measurement phase, the most relevant variables of the procession of garment making are identified (quality tools such as the Gage R & R study, control charts, process capacity analysis and the Six Sigma level). In the analysis phase; the root causes that originate the problem are identified and for this we will rely on the design of experiments that contribute to improve the most important factors of the process. In the control phase; which is the last of the methodology, it is sought to maintain the results obtained in the improvement part. For this we calculate again the process capacity and the six sigma level.

Finally the economic evaluation; It offers us the economic benefits achieved after the improvement phase is executed. On the other hand, in order to verify the environmental impact that the project proposes, we rely on the Leopold matrix, benefiting the company, collaborators, customer suppliers and competitors.

It is important to keep in mind that when applying the Six Sigma methodology, more time must be spent in the definition phase. The consequences of not being clear about the first stage involve a redundant project or that new experiments have to be carried out to correct the experiments already carried out.

Keywords: Improvement proposal, internal supply process, production of clothing

Índice de Contenido

Índice de Contenido	iv
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras.....	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I : MARCO TEÓRICO	3
1.1 La industria Textil en el Perú.....	3
1.2 Empresas Textileras – Modelo Maquila	6
1.3 Terminología Referente a las Herramientas Estadísticas	9
1.3.1 Modelo Kano.....	9
1.3.2 Diagrama SIPOC	12
1.3.3 Diagrama Pareto	14
1.3.4 Análisis AMFE.....	15
1.3.5 Estudio Gage R&R	16
1.3.6 Tabla ANOVA	17
1.3.7 Estadístico Kappa	18
1.3.8 Gráficas de Control por Variables	20
1.3.9 Gráficas de Control por Atributos	20
1.3.10 Capacidad de Procesos.....	21
1.3.11 Análisis de Causa – Efecto.....	24
1.3.12 Diseño de Experimentos	24
1.3.13 Pruebas de Normalidad	25
1.4 El Six Sigma.....	26
1.4.1 Definir	30
1.4.2 Medir.....	30
1.4.3 Analizar.....	30
1.4.4 Mejorar (Improve)	30
1.4.5 Controlar	30
1.4.6 Nivel Six Sigma.....	30
1.5 Costos de Calidad	30
1.5.1 Costos de Prevención.....	31

1.5.2 Costos de Evaluación.....	31
1.5.3 Costos de Fallas Internas	31
1.5.4 Costos de Fallas Externas	32
1.6 Análisis Cualitativo de la Mejora - Matriz de leopold	32
CAPÍTULO II. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL	35
2.1 Sector industrial actual	35
2.1.1 Situación actual del sector	35
2.1.2 Práctica empresarial textil en le última década	39
2.1.3 Principales problemas que enfrenta el sector textil	40
2.2 Empresa	41
2.2.1 Descripción de la empresa	41
2.2.2 Rubro de la empresa	42
2.2.3 Cadena de abastecimiento de la empresa.....	43
2.2.4 Ventas y Producción	50
2.3 Proceso.....	51
2.3.1 Descripción del proceso	51
2.3.2 Actual grafica DOP DAP	56
2.4 Problemas actuales y potenciales	61
2.4.1 Problema 1 - Tiempo de abastecimiento interno de insumos elevado	61
2.4.2 Problema 2 - Porcentaje elevado de mermas	63
2.4.3 Problema 3 - Mala calidad de productos	64
2.5 Análisis Causa - Raíz	65
2.5.1 Diagrama Ishikawa	65
2.6 Formulación de Hipótesis	70
CAPÍTULO III : EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION	71
3.1 Diseño de la Investigación.....	71
3.2 Desarrollo de la fase de Definición	72
3.2.1 Mapa de respuestas	72
3.2.2 Prueba estadística de los requerimientos clasificados	75
3.2.3 Requerimientos según los resultados de las encuestas	76
3.2.4 Diagrama SIPOC de la Organización	77
3.2.5 Mapa de Procesos de la Organización	78
3.3. Desarrollo de la fase de Medición.....	80
3.3.1 Determinación del proceso a mejorar	80

3.3.2 Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE)	81
3.3.3 Key Performance Indicator (KPI)	84
3.4 Desarrollo De La Fase De Análisis	100
3.4.1 Identificación de causas raíces o fuentes de variación	100
3.4.2 El Diseño de experimentos	100
3.4.3 Metodología a emplear para el diseño de experimentos.....	101
3.4.4 Los Experimentos y tablas	101
3.4.5 Análisis de resultados de los experimentos	102
3.5 Desarrollo De La Fase De Mejora o Implementación.....	105
3.5.1 Optimización de la respuesta	106
3.5.2 Planes de acción	106
3.6 Desarrollo De La Fase De Control.....	107
3.6.1 Gráfico de control para el mantenimiento de las máquinas	108
3.6.2 Gráfico de control de la manipulación de las máquinas.	108
3.6.3 Capacidad de proceso después de la mejora.	110
CAPITULO IV. VALIDACIÓN DEL MODELO	112
4.1 Modelación del Proceso de Producción	112
4.2 Validación de modelo	116
4.3 Comparación de datos.....	138
4.4 Impacto económico	141
CAPITULO V. IMPACTO DE LA PROPUESTA DE MEJORA	145
5.1 Restricciones de la Propuesta de mejora	145
5.2 Matriz de Leopold	146
5.3 Metodología y Herramientas de Análisis e implementación	151
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	153
Conclusiones	153
Recomendaciones	154
BIBLIOGRAFÍA	155

Índice de Tablas

Tabla 1: Consultas para análisis funcional y disfuncional	12
Tabla 2: Análisis Modal de Fallas y Efectos	16
Tabla 3: Fórmulas e Interpretación del Estadístico de Kappa (K).....	19
Tabla 4: Total Exportaciones Sector Textil-Confecciones	36
(Estadística de acuerdo a fecha de embarque).....	36
Tabla 5: Total Exportaciones Enero-Julio 2011 – 2012	38
Tabla 6: Exportaciones del Sector (Millones de USD FOB)	43
Tabla 7: Clientes y Proveedores de la Empresa	45
60	
Tabla 8: Impacto económico por mal abastecimiento	62
Tabla 9: Comparación mermas reales vs política	63
Tabla 10: Impacto económico por exceso de mermas	64
Tabla 11: Comparación productos defectuosos reales vs política	65
Tabla 12: Distribución de los Resultados obtenidos para los requerimientos 1 a 7	73
Tabla 13: Resultados concentrados para los requerimientos. Clasificación de su importancia promedio así como de su clasificación “Mejor que” y “Peor que”	74
Tabla 14: Fórmula del estadístico de Fong y Valores obtenidos para Q	75
Tabla 15: Clasificación de los requerimientos en base a los resultados	76
Tabla 16: Combinaciones necesarias de atributos para diferentes tipos de productos en base a los resultados obtenidos	77
Tabla 17: Mapa de Procesos de Best Cotton.....	78
Tabla 18: Análisis Pareto	81
Tabla 19: Variables que afectan las características de calidad.....	84
Tabla 20: Técnica de Grupo Nominal.....	85
Tabla 21: Estudio Gage R&R aplicado a la falta de mantenimiento de las máquinas ...	85
Tabla 22: Reporte Estadístico de Estudio Gage R&R para el Mantenimiento de Máquinas	87
Tabla 23: Evaluación de Operadores y Experto para la clasificación de Máquinas Operativas	90

Tabla 24: Reporte Estadístico de Estudio Gage R&R para para la clasificación de Máquinas Operativas.....	92
Tabla 25: Estadístico Kappa para falta de repuestos	93
Tabla 26: Estudio Gage R&R aplicado a la falta de repuestos.....	94
Tabla 27: Interpretación de la Capacidad del Proceso	98
Tabla 28: Nivel Sigma del Proceso.....	100
Tabla 29: Características del producto patrón	101
Tabla 30: Características del producto patrón	101
Tabla 31: Tabla de experimentos.....	102
Tabla 32: Análisis del análisis Anova para el diseño factorial completo	102
Tabla 33: Nivel Sigma del Proceso Mejorado.....	111
Tabla 34: Proceso a seguir para la aplicación del mant. Productivo total (TPM)	116
Tabla 35: KPI 1 – Cumplimiento del TPM para las máquinas de corte	117
Tabla 36: KPI 2 - Eficiencia de las máquinas de corte	117
Tabla 37: Comparativo del muestreo de eficiencias de máquinas de corte (Actual vs Propuesto).....	117
Tabla 38: KPI 5 - % de mermas por corte de tela (actual vs propuesto)	121
Tabla 39: Porcentaje de Mermas por corte – Actual	121
Tabla 40: Porcentaje de Mermas por corte - Propuesto	122
Tabla 41: KPI 7 – Número de paradas imprevistas en el proceso de corte y KPI 8 – Tiempo muerto en al proceso de corte	123
Tabla 42: Comparativo del KPI 7 Y KPI 8 (Actual vs propuesto).....	123
Tabla 43: KPI 9 – Cumplimiento de del TPM para máquinas de costura y KPI 10 – Eficiencia de las máquinas de costura.....	125
125	
Tabla 44: Comparativo del muestreo de eficiencias de máquinas de costura	125
Tabla 45: KPI 13 – Número de paradas imprevistas en el proceso de costura y KPI 14 – Tiempo muerto en al proceso de costura.....	129
Tabla 46: Comparativo del KPI 13 Y KPI 14 (Actual vs propuesto)	130
Tabla 47: KPI 15 – Cumplimiento de del TPM para máquinas de acabado y KPI 16 – Eficiencia de las máquinas de acabado	131
Tabla 48: Comparativo del muestreo de eficiencias de máquinas de acabado	131
Tabla 49: KPI 19 – Número de paradas imprevistas en el proceso de acabado y KPI 20 – Tiempo muerto en al proceso de acabado	135

Tabla 50: Comparativo del KPI 19 Y KPI 20 (Actual vs propuesto)	135
Tabla 51: KPI 21 - % de productos defectuosos (actual vs propuesto)	136
Tabla 52: KPI 22 – Nivel Sigma para el proceso de producción de polos (Actual vs Mejorado)	138
Tabla 53: Variación de eficiencia por proceso de confección.....	139
Tabla 54: Variación de la capacidad de proceso por área	139
Tabla 55: Variación del número de paradas imprevistas por área de producción	139
Tabla 56: Variación del tiempo muerto por área de producción	140
Tabla 57: Variación del % de mermas por proceso de corte.....	140
Tabla 58: Variación de % de polos defectuosos.....	140
Tabla 59: Variación de eficiencia por proceso de confección.....	141
Tabla 60: Impacto económico por tiempos muertos.....	142
Tabla 61: Impacto económico por % de mermas elevados	142
Tabla 62: Impacto económico por polos defectuosos.....	143
Tabla 63: Monto total recuperado según propuesta.....	143
Tabla 64: Costos de inversión del proyecto	144
Tabla 65: Flujo neto del proyecto	144
Tabla 66: Matriz de Leopold	150
Tabla 67: Metodologías y Herramientas de Análisis e Implementación	151

Índice de Figuras

Figura 1. Modelo Kano	9
Figura 2. Proceso SIPOC	14
Figura 3. Diagrama de Pareto	15
Figura 4. Gráfica de Control Media y Variabilidad	20
Figura 5. Gráfica de la Capacidad de Proceso	23
Figura 6. Diagrama de Causa Efecto	24
Figura 7. Nivel Six Sigma	29
Figura 8. Variación% Mensual Del IVF	37
(Estadística de acuerdo a fecha de ingreso al sistema)	38
Figura 9. Variación % Inversión En Maquinarias Del Sector Textil-Confección (2000 – 2011).....	39
Figura 10. Logotipo de la empresa Best Cotton	42
Figura 11. Exportaciones del Sector (Millones de USD FOB)	43
Figura 12. 5 Fuerzas competitivas de Porter	48
Figura 13. Productos de Best Cotton	49
Figura 14. Distribución de Marcas por Demanda.....	50
Figura 15. Venta anual Best Cotton 2013 (En miles de soles)	50
Figura 16. Comportamiento de la demanda de polos 2013 (En Miles de Unid.)	51
Figura 17. Producción de Polos anual Best Cotton 2013 (En miles de Unid.)	51
Figura 18. Plano de Primer Piso	52
Figura 19. Plano del Segundo Piso	53
Figura 20. Plano del Tercer Piso.....	54
Figura 21. Plano del Cuarto Piso	55
Figura 22. Plano del Quinto Piso	56
Figura 23. Diagrama de Operaciones del Proceso de Abastecimiento de insumos.....	57
Figura 24. Diagrama de operaciones del proceso de producción de prendas de vestir .	58
Figura 25. Diagrama de Análisis de Proceso de abastecimiento de insumos.....	59
Figura 26. Diagrama de Análisis de Proceso de producción de prendas de vestir	60
Figura 27. Diagrama de comparación de tiempo de abastecimiento real y política de la empresa en el 2013 (días)	61

Figura 28. Comparación de rollos de tela entregados a tiempo y con retraso en el 2013 (%).....	62
Figura 29. Comparación tela desperdiciada real vs política de la empresa en el 2013..	64
Figura 30. Diagrama de comparación de polos defectuosos real y política actual en el 2013 (miles de unidad).....	65
Figura 31. Diagrama Ishikawa para el Problema 1	67
Figura 32. Diagrama Ishikawa para el Problema 2.....	68
Figura 33. Diagrama Ishikawa para el Problema 3.....	69
Figura 34. Fórmulas para la clasificación en “mejor que” y “peor que” y valores obtenidos para cada requerimiento	74
Figura 35. Clasificación de los requerimientos de los clientes	76
Figura 36. Diagrama de Pareto	80
Figura 37. Fórmula para el cálculo del Número Prioritario de Riesgo (RPN).....	82
Figura 38. Análisis Modal de Fallas y Efectos.....	83
Figura 39. Reporte gráfico del estudio Gage R&R para mantenimiento de máquina	88
Figura 40. Gráfico del estudio Gage R&R para mantenimiento de máquina.....	88
Figura 41. Acuerdo entre Operadores.....	91
Figura 42. Muestra de concordancia de operadores evaluados	93
Figura 43. Gráfica de control de la falta de mantenimiento de las máquinas	95
Figura 44. Gráfica de control aplicada a la inadecuada manipulación de máquinas	96
Figura 45. Prueba de Normalidad	97
Figura 46. Gráfico de control aplicado a la inadecuada manipulación de máquinas.....	98
Figura 47. Prueba de Normalidad de los Residuales	99
Figura 48. Gráfico de Capacidad de procesos aplicado a la inadecuada manipulación de máquinas.....	99
Figura 49. Diagrama de cubo que muestra los valores de las diferentes combinaciones para los valores bajos y altos de los factores	104
Figura 50. Diagrama de la normalidad de los residuales	104
Figura 51. Prueba de Normalidad de los Residuales	105
Figura 52. Gráfico de control del mantenimiento de las maquinas	108
Figura 53. Gráfico de control para la manipulación de las máquinas.....	109
Figura 54. Capacidad de proceso de la eficiencia de las maquinas	110
Figura 55. Capacidad de proceso para la manipulación de máquinas	110
Figura 56. Diagrama de flujo actual de la empresa Best Cotton	113

Figura 57. Diagrama de flujo propuesta de la empresa Best Cotton	115
Figura 58. KPI 3 - Capacidad de proceso para proceso de corte (actual vs propuesto)	118
Figura 59. KPI 4 - Prueba de normalidad para las máquinas de corte (actual vs propuesto)	119
Figura 60. Gráficas de control para eficiencia de máquinas de corte (actual vs propuesto)	120
Figura 61. KPI 6 - Gráficas de control para el % de mermas por corte de tela (actual vs propuesto)	122
Figura 62. KPI 11 - Prueba de normalidad para las máquinas de costura (actual vs propuesto)	126
Figura 63. KPI 12 - Capacidad de proceso para proceso de costura (actual vs propuesto)	127
Figura 64. Gráficas de control para eficiencia de máquinas de costura (actual vs propuesto)	128
Figura 65. KPI 17 - Prueba de normalidad para las máquinas de acabado (actual vs propuesto)	132
Figura 66. KPI 18 - Capacidad de proceso para proceso de corte (actual vs propuesto)	133
Figura 67. Gráficas de control para eficiencia de máquinas de acabado (actual vs propuesto)	134
Figura 68. Gráficas de control para la producción de polos (Actual vs Propuesto)	137
Figura 69. Piezas de la maquina de coser.....	170
Figura 70. Piezas de una maquina bastera.....	170
Figura 71. Maquina bastera	171
Figura 72. Maquina bastera	172
Figura 73. Atracadora	173
Figura 74. Maquina bastera	174
Figura 75. Pieza de maquina recubridora.....	175
Figura 76. Partes principales de una maquina recubridora	176
Figura 77. Piezas de Máquina bastera.....	177
Figura 78. Organización del mantenimiento	182
Figura 79. Planeamiento del mantenimiento	183
Figura 81. Habilidad del personal de mantenimiento	185
Figura 82. Abastecimiento del mantenimiento.....	186

Figura 83. Administración del mantenimiento	187
Figura 84. Areas críticas del mantenimiento.....	188
Figura 85. Ejecución de actividades de mantenimiento.....	201

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se efectúa en la línea de producción de una empresa dedicada a la confección y comercialización de polos y prendas de vestir en la ciudad de Lima. En el presente proyecto de investigación se propondrá la implementación de la mejora continua (DMAIC) el cual buscará determinar indicadores. Estos KPI's permitirán controlar los problemas encontrados y prevenirlos para de esta manera mejorar los indicadores, es decir, demostrar que la calidad de las prendas de vestir está directamente relacionado con la correcta aplicación de la metodología.

Actualmente, las empresas buscan la satisfacción total de sus clientes cumpliendo sus requisitos de calidad y tiempos de respuesta. Para esto, es necesaria en primera instancia la eliminación de actividades que no agreguen valor y reducir la variabilidad del proceso para eliminar los defectos.

El presente trabajo de investigación contiene 6 capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el primer capítulo se presenta el marco conceptual donde se desarrolla los diferentes conceptos teóricos referentes a temas de calidad, mejora de procesos, la metodología Lean Six Sigma y sus herramientas estadísticas.

En el segundo capítulo se presenta una breve descripción de la empresa, el sector al cual pertenece, los recursos que utiliza, el producto y el proceso productivo.

En el tercer capítulo se pretende dar a entender las actividades que realizaremos en cada uno de los 5 pasos (DMAIC).

En el cuarto capítulo validaremos el modelo propuesto y evaluaremos los impactos económicos que esta tiene.

En el quinto capítulo se evalúa el impacto de la propuesta de mejora que tendrá tanto para el cliente final como para la empresa.

Finalmente, en el sexto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llega de acuerdo a la investigación realizada.

CAPITULO I : MARCO TEÓRICO

1.1 La industria Textil en el Perú

Las primeras señales del nacimiento de la industria peruana se dieron durante el primer gobierno de Castilla; careció de un fundamento estructural debido a que tuvo inicio de una manera ligera y mediana en el comercio de bienes y consumos básicos. En su visión primaria, nuestra industria, no tenía como horizonte la producción de bienes de capital menos aún de producir otras industrias, cómo es el caso de México, Brasil o los países de Europa.

Influenciado por los países vecinos como Argentina y Brasil; se contrataban gestores europeos que administrasen y llevasen a cabo dichos negocios. Los más astutos, hacendados nacionales y sobrevivientes de las guerras de independencia incursionaron en la industria de la seda con la importación de las máquinas a vapor, cómo es el caso de José de Sarratea¹.

Existían también “inversionistas ángeles” cómo los definimos ahora, capitalistas que apostaban por una razón más allá del comercio inmediato, como es el caso de Pedro Gonzáles Cándamo, que gracias a su destacada influencia también en los negocios de aquella época; importaba maquinaria desde Patterson (New Yersey, EE.UU.) para producir miles de yardas de algodón al año. La primera pieza de algodón limeña, envuelta en papel limeño y atada con una cinta de seda limeña fue entregada por la fábrica “Los Tres Amigos” al presidente Castilla (Oct. 1848) fabrica qué Gonzales Cándamo financió.

Años después de la Guerra del Pacífico y de la inmigración oportuna de empresas europeas, esta influencia de gestiones copiadas de modelos administrativos europeos, marcó también el urbanismo de la época aristocrática; se iba forjando de a pocos la élite que promoviera una industria más autónoma y nacional; se formaban a finales del siglo XIX grupos pequeños de inversión. De tal forma que en 1896 se creó la Sociedad

¹ Manuel de Sarratea, (Buenos Aires, 11 de agosto de 1774 - Limoges, Francia, 21 de septiembre de 1849), fue un diplomático, político y militar argentino.

Nacional de Industrias, que tuvo entre sus directivos a Gio Batta Isola, uno de nuestros pioneros textiles.

A partir del año 1911 Don Fermín Tangüis propagó desde Pisco (Ica, Perú) a otros valles como los de la hacienda Zárate; una semilla resistente al Cotton Wilt, (hongo que devastaba el algodón); y a esta semilla la denominó “Especial”, que más tarde se llamara Tangüis, haciendo honor al mérito constante y generosidad del investigador e innovador tecnológico de origen puertorriqueño. En 1918 este algodón ya se exportaba y su fibra era cotizada con premios en la Bolsa Algodonera de Liverpool – Inglaterra.

Entre tanto Don Emilio Hilbck; luego de un exhaustivo estudio comparativo, resolvió que la variedad PIMA² (por el genetista Thomas H. Kearney), era la más conveniente para las condiciones ecológicas de la zona semitropical y desértica de Piura. Es por ello, que en 1922 viaja a Estados Unidos y trae la variedad Pima del Este de Arizona. Luego trabajó arduamente en el mejoramiento continuo de esta variedad.

En el Perú; La ciudad de Lima albergaba el emporio fabril a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX : Santa Catalina (1888), San Jacinto (1897), propiedad Gio Batta Isola y Giacomo Gerbolini quienes trajeron además expertos desde Italia que formaron la primera Escuela de Químicos en el Arte del Tinte. La Victoria (1898), propiedad de la familia Pardo. Con maquinaria muy moderna, en 1929 se fusionó con la fábrica Vitarte y formaron las “Compañías Unidas Vitarte y Victoria SA”. El Progreso (1900), propiedad de los inmigrantes alemanes y pioneros textiles Tomás Schofield y John Bremmer. La Bellota (1900), El Inca (1903), propiedad de “Inca Cotton Mill”. La Unión (1914) El Pacífico (1915), que hacía tejidos de lana y de seda artificial (rayón). Los Andes (1926). La curtiembre Olivari, por su lado, fue un buen ejemplo de la industria del cuero y moda de su época; entre otras.

Todas ellas que se mantenían a fuerza de sus colaboradores y fuerza productiva incansable que trabaja más de doce horas ; no existían límites de edad laboral, ni beneficios sociales , ni normas técnicas , ni mucho menos ambientales. Muchas fábricas han desaparecido en tanto otras permanecen registradas en el tiempo y lejos de ser catalogadas por su valor

² Gossypium barbadense, también conocida por el nombre de sus dos variedades más famosas como algodón de Pima y algodón Tangüis, es una planta tropical perenne, con flores amarillas y semillas negras. Perteneció al grupo de Algodones de Fibra Extra Larga, al que también corresponden los de Menufi y Giza 68 de Egipto, y Sak de Sudán.

histórico, son menospreciadas, pues no existe en el Perú, ley que proteja; por decirlo así, el patrimonio histórico de la industrialización que tiene en sus almacenes clausurados miles de piezas, máquinas y registros de producción de indudable valor cultural y tecnológico.

El Comité Textil fue el primero que se creó en la Sociedad Nacional de Industria (SNI), el 28 de setiembre de 1945 y agrupa a las empresas textiles. La primera sesión del Consejo Directivo fue integrada por Santiago Gerbolini (Fábrica Pacifico) quien además integró la Comisión para la creación del SENATI; modelo de servicio de capacitación técnica industrial, que tomo como referentes antecesores a SENAI (en Brasil) y SENA (en Colombia)³.

Un año después con el fin de promover y estimular el estudio, la investigación y la difusión de los conocimientos y experiencias técnicas relacionadas con las actividades de la industria textil, el 10 de Noviembre 1962, se funda la Asociación Peruana de Técnicos Textiles (APTT).

Cuya iniciativa a pesar de muchas dificultades ha trascendido modesta y silenciosamente en la historia moderna de la industria textil de nuestro país, conjuntamente con empresas nacionales y extranjeras dedicadas a la industria química textil y el Comité Textil de SNI, fuimos pioneros en nuestro país de dictar conferencias, charlas y conversatorios técnicos para las plantas de hilatura, tintura y acabados, estas empresas patrocinadoras se registran como nuestros primeros Socios Honorarios: CIBA, SOCOLANA (BAYER- QUIMICAS UNIDAD), GEIGY, SANDOZ, HOECHST, CITECO, FRANCOLOR, DUPONT QUIMICA PERUANIL, RICHARD O. CUSTER, entre otros; de este modo también tenemos a muchos socios fundadores y asociados cuyos méritos logrados para el desarrollo no sólo de la industria textil, sino para la industria en general no han sido aún registrados y mencionados históricamente de manera significativa.

El 15 de noviembre de 1996, se develó la placa del Parque Pioneros Textiles, el pequeño parque triangular que está frente a nuestro local institucional. Fue un esfuerzo en conjunto

³ TEC Empresarial. 2011, Vol. 5 Issue 1, p41-48. ANÁLISIS de CREACIÓN de VALOR ECONÓMICO para EMPRESAS del SECTOR TEXTIL.

con el Comité Textil SNI, la APTT y el Municipio de San Isidro, para brindar homenaje a algunos forjadores de la industria textil en nuestro país⁴.

En la última década el desarrollo de la industria textil se ha desarrollado de forma positiva la será detallada en el Capítulo 2 (situación actual del sector industrial)

1.2 Empresas Textileras – Modelo Maquila

Antes de mencionar el origen de la industria de la maquila en el Perú es importante tener en cuenta la definición de la misma y como se llegó a darle el nombre que actualmente usa. Maquila significa “la porción de lo molido que corresponde al molinero” y también proviene del árabe maquilad que significa “cosa a medida”. La palabra mencionada comenzó a ser usado por el siglo XVIII como verbo y en el siglo XX usaron la palabra “maquiladora”⁵.

En la Edad Media (Siglo XVIII) era usada esa palabra para designar las porciones de granos, harina o aceite que se le pagaba al molinero por moler los productos mencionados. Maquiladora se comienza a usar en el siglo XX como una forma de producción industrial empleado en la producción de otros bienes, pero por ese hecho no cambia la propiedad sino en el instante en que se convierte en una especie de servicio a la empresa. Desde ese momento la acción de realizar la producción de un bien o servicio por agentes terceros, se le llama maquilar.

Se usó mucho por el empresario para aprovecharse de las míseras condiciones laborales existentes, en principio no tienen que ser de explotados, porque así se originó, pagándose salarios inferiores a los reales. La maquiladora es la zona de procesamiento para la exportación siendo una planta manufacturera de propiedad local o extranjera.

En América latina aparece entre los años 1960 y 1970, bajo la influencia de Estados Unidos, para contener el alto índice de migración. Para los 90, con el gran impulso a la liberalización del comercio internacional y la absoluta globalización de la economía, el fenómeno ya se había expandido por todo el mundo, siendo el capital invertido no sólo

⁴ GCG: Revista de Globalización, Competitividad & Gobernabilidad. 2010, Vol. 4 Issue 1, p102-118. Reconstruyendo la confianza en las empresas mediante la responsabilidad social corporativa: Una ilustración en las cadenas de suministros del sector textil.

⁵ Bendiski, I., Gordinez, V. Mendoza, M. La industria maquiladora. Revista Trayectoria. Año 4, N.º 7. 2002.

estadounidense sino también europeo y asiático. El objetivo de las empresas era la de reducir al máximo sus costos de producción en especial la mano de obra pagando muchas veces 1.5 dólares por hora mientras que en EE UU 17.2 dólares es decir 11 veces más⁶.

Maquila es un modelo empresarial de exportación, por el que una empresa se compromete a producir un artículo para un tercero, quien comercializa el producto generalmente con su marca propia, se utiliza insumos y tecnología importados solo utilizan la mano de obra local y lo exportan. Los insumos intermedios empleados en la producción de otros bienes no cambian de propietario regresando a su lugar de origen.

Toda esta reestructuración empresarial se produce en medio de no pocos conflictos sociales en los países del Norte, pues cientos de fábricas cierran y dejan desocupados a miles de trabajadores. Por ejemplo, en la década del 90 más de 900.000 empleos se perdieron en Estados Unidos en la rama textil y 200.000 en el sector electrónico. El proceso continúa aceleradamente, y hoy día las grandes transnacionales buscan maquilar prácticamente todo en el Sur, incluso ya no sólo bienes industriales sino también partes de los negocios de servicios. De ahí que, para sorpresa de nosotros, latinoamericanos, se vea un crecimiento exponencial de los llamados call centers en nuestros países: super explotación de la mano de obra local calificada que domina el idioma inglés, siempre jóvenes. En definitiva: otra maquila más⁷.

Los países industrializados para mejorar su competitividad internacional aprovechan los salarios bajos de los países menos desarrollados y en muchos de los casos la mano de obra es femenina. El fondo de estas maquiladoras es que no transfieren tecnología avanzada a los países donde funcionan, pues se dedican a ensamblar insumos importados desde otros países para reexportarlos, gozando de exenciones tributarias ya que se ubican en zonas especiales de exportación en donde se benefician de numerosas ventajas que le ofrecen los países receptores, las maquilas no promueven el desarrollo de las regiones en las que se instalan porque precisamente aprovechan las condiciones de subdesarrollo de

⁶ RIE: Revista de Investigación Educativa. ene2013, Vol. 31 Issue 1, p93-115. ANÁLISIS DE LAS ACTITUDES, DE LOS JÓVENES TRABAJADORES DEL SECTOR TEXTIL HACIA LA DISCAPACIDAD: DIFERENCIAS POR RAZÓN DE GÉNERO.

⁷ DYNA - Ingeniería e Industria. oct/nov2011, Vol. 86 Issue 5, p515-522. DISEÑO DE UN SISTEMA DE PICKING PRODUCTO A OPERARIO.

la región que ofrece mano de obra barata como por ejemplo los Tratados de Libre Comercio entre otros⁸.

Características de la producción en la maquila

- Baja inversión per cápita
- Bajos salarios, existiendo en muchos casos el sistema remunerativo al destajo.
- Inadecuadas condiciones sociales y laborales.
- Supresión de sindicatos.
- Largas jornadas laborales, en promedio 10 horas diarias, en muchos casos con horas extras obligatorias.
- Estructura de la fuerza laboral constituida en su mayoría por mujeres y menores de 18 años.
- La empresa tiene su propio sistema de regulación de conflictos.
- Alta rotación de personal.

En el Perú el impacto de la industria maquila no fue del todo positiva dado que la flexibilidad de leyes laborales permitió despidos masivos de mineros impedidos de formar sindicatos, los empresarios se han negado a atender los reclamos de los trabajadores. Los empresarios nacionales de la maquila, invierten generalmente en infraestructura y administración de los parques industriales; mientras que la empresa extranjera que se sirve de esta, invierte en tecnología y administración de la fabricación de sus productos dentro de estos parques industriales.

En nuestro país se encuentra operando la llamada Zona Franca⁹, ubicada en Tacna; (ZOFRATACNA), además de tres Centros de Exportación, Transformación, Industria, Comercialización y Servicios (CETICOS), ubicados en Paita, Ilo y Mollendo. Y desde el 2006 la Zona Económica Especial de Puno (ZEEDEPUNO) creado con la finalidad de contribuir al desarrollo económico de Puno. Todas estas zonas y centros brindan el

⁸ Fernández, R. El espejismo de las maquilas (2003).

⁹ Romero, J. La industria maquiladora y el sector confección venezolano. Trabajo de ascenso. FCES (2001). Universidad del Zulia. Venezuela.

servicio de maquila. Definitivamente la industria se volvió más común en el Perú de manera que las zonas francas se diversificaron en casi todos los departamentos del país¹⁰.

1.3 Terminología Referente a las Herramientas Estadísticas

En el siguiente punto indicaremos las herramientas estadísticas que se relacionan con la aplicación de la metodología Six Sigma como propuesta de mejora.

1.3.1 Modelo Kano

El modelo de Kano¹¹ de satisfacción al cliente se ocupa de la relación de las expectativas de los clientes así como de su satisfacción. Utiliza dos dimensiones para evaluar la calidad (véase gráfica 1):

Para cada atributo de la empresa en estudio se define la relación entre la satisfacción y el desempeño, permitiendo clasificar los atributos en diferentes categorías.

Figura 1. Modelo Kano

Fuente: Elaboración Propia

- El grado de desempeño de la organización respecto al atributo.
- El grado de satisfacción del cliente que lo utiliza.

¹⁰ Wolf, M., Berna, L., Martínez, C. Dinámica 2003 en la maquila de Centroamérica. Economía. FUNDAS-PAD. Plataforma Sindical Común Centro América PSCC. 2003.

¹¹ Total Quality Management & Business Excellence. (2010), Vol. 21 Issue 11, p1189-1214. 26p. 4 Diagrams, 5 Charts, 1 Graph. C-Kano model: a novel approach for discovering attractive quality elements.

El modelo kano distingue seis categorías de las cualidades de la calidad, de las cuales las tres primeras tienen influencia sobre la satisfacción del cliente:

- Factores Básicos
- Factores del Desempeño
- Factores de Entusiasmo

Factores Básicos

Los factores básicos hacen referencia a los requerimientos mínimos que de no ser cumplidos generarían insatisfacción en el cliente, pero no satisfacción en el cliente si se cumplen los requerimientos mínimos. El cliente mira estos como requisitos y toma éstos por descontados. A continuación presentamos algunos ejemplos:

- Papel higiénico en el baño de un restaurant.
- Un carro con aire acondicionado.
- Unas sábanas limpias en un hotel.

Como se puede ver estos ejemplos demuestran que de no cumplirse generarían una gran inconformidad con el servicio y/o producto, pero de cumplirse sólo cubrirían mínimas expectativas.

Factores del Desempeño

Estos factores son los que causan satisfacción, si el desempeño es alto y causan el descontento si el desempeño es bajo. Están conectados directamente con las necesidades explícitas de los clientes. Adicionalmente Kano menciona 3 cualidades adicionales:

- Cualidades indiferentes
- Cualidades cuestionables
- Cualidades inversas

Factores de Entusiasmo

Son los factores que aumentan la satisfacción de cliente si son entregados pero no causan el descontento si no se entregan. Estos factores sorprenden al cliente y generan placer.

Usando estos factores una compañía puede realmente distinguirse de sus competidores de una manera positiva. Esta herramienta proporciona ventajas como:

- Nos permite ver como como no se puede ser básico con el cliente y cumplir solo con sus necesidades básicas y lineales.
- Permite la creación constante de atributos y su evaluación por el cliente aun antes de implementarlos para saber el impacto que puedan generar la satisfacción.
- Para las prioridades de desarrollo de los productos.
- Los criterios de los productos que tienen la mayor influencia en la satisfacción del cliente puede ser identificado.
- Proporciona una dirección valiosa en una situación de compensación.

A continuación se mostrará cómo se utiliza la siguiente herramienta. Esta herramienta para que el cliente, a través de sus respuestas, decida en qué grupo debemos clasificar cada una.

- Primero se pregunta al usuario cómo se siente si el producto incorpora la característica y después se pregunta lo contrario: que opina si el producto no incorpora la característica.
- Después se clasifica la característica en función de su respuesta con la tabla 1:

Para poner en marcha una experiencia de este tipo, lo primero que se debe saber es reunir un equipo de personas y diseñar el cuestionario. Hay que realizar una lista de todas las características que se van a someter a la opinión de los clientes. Se debe identificar todo aquello que pueda ser de interés para el consumidor.

Tabla 1: Consultas para análisis funcional y disfuncional

CARACTERÍSTICA X			
FUNCIONAL	¿Cómo te sientes si el producto incorpora esta característica?	ME GUSTA	
		DEBERÍA INCORPORARLA	
		NORMAL	
		PUEDO TOLERARLO	
		NO ME GUSTA	
DIS-FUNCIONAL	¿Cómo te sientes si el producto no incorpora esta característica?	ME GUSTA	
		DEBERÍA INCORPORARLA	
		NORMAL	
		PUEDO TOLERARLO	
		NO ME GUSTA	

Fuente: Elaboración Propia

Para este caso herramientas como la de causa – efecto y brainstorming son herramientas idóneas para realizar esta etapa (herramientas que serán profundizadas en los siguientes puntos). Se debe seleccionar una muestra significativa y representativa del mercado objetivo. No todas las personas tienen los mismos gustos, y lo que para unos es un requisito básico, para otros puede ser algo indiferente.

1.3.2 Diagrama SIPOC

Si se practica la metodología Lean Six Sigma, entonces se familiariza con el SIPOC¹² (proveedores – entradas – proceso – outputs- consumers). En general, se utiliza para asignar un determinado sistema o proceso, desde la identificación de los proveedores de los datos o las materias primas para documentar el flujo de proceso de paso a paso para identificar los consumidores de un sistema en particular o proceso.

Proveedor (supplier): Persona que aporta recursos al proceso.

Recursos (inputs): Todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales e incluso, personas.

Proceso (process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.

¹² Industrial Engineer: IE. (2013), Vol. 45 Issue 6, p36-40. 5p. 1 Color Photograph, 2 Diagrams. Lean Six Sigma for traditionalists.

Producto (output): El resultado de un proceso sea interno o externo.

Cliente (customer): la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente.

Como el primer objetivo es el de definir “como está” desde punto de vista alto, se debe incluir un equipo multifuncional en el desarrollo del SIPOC (véase figura 1)

Primero

Se debe analizar el proceso y definir las actividades de los puntos iniciales y finales del proceso además de entenderlo.

Segundo

Lo recomendable es trabajar de atrás hacia adelante, definir la lista de clientes, luego identificar la criticidad de calidad para cada cliente. Finalmente se identifica las actividades de salida.

Tercero

Una vez definidas las C y la O del SIPOC, mediante la lluvia de ideas se deben idear entre 5 a 7 pasos de la P del SIPOC (que resultan de las salidas). Estos procesos típicamente comienzan con un verbo.

Cuarto

Una vez definidos los procesos de la salida, ahora debemos identificar los procesos de las entradas críticas que afectan la calidad del proceso.

Quinto

Se debe realizar un listado de todos los proveedores que proveen entradas al proceso.

El diagrama SIPOC también es información principal para la definición detallada y la mejora de un proceso.

Figura 2. Proceso SIPOC

Fuente: Elaboración propia

1.3.3 Diagrama Pareto

El Diagrama de Pareto consiste en una gráfica de barras ordenadas de mayor a menor, donde cada barra representa el peso que tiene cada uno de los factores que se analizan. Dicho diagrama maneja un principio en la cual indica que el 80% de los problemas están producidos por un 20% de las causas, a raíz de ello el segundo nombre con el cual se le asocia es la gráfica de 80 – 20.

El objetivo del diagrama de Pareto¹³ (Véase gráfica 3) es presentar información de manera que facilite la rápida visualización de los factores con mayor peso, para reducir su influencia en primer lugar¹⁴.

¹³ Fermín Gómez Fraile, José Francisco Vilar Barrio, Miguel Tejero Monzón. (2010) Seis Sigma. Madrid, España: Fundación Confometal.

¹⁴ Escalante Vázquez, Edgardo J. (2003) Seis-Sigma: metodología y técnicas. México: Limusa.

Figura 3. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

1.3.4 Análisis AMFE

El análisis de modal de fallos y efectos (AMFE¹⁵) es un procedimiento de análisis de fallos potenciales en un sistema de clasificación determinado por la gravedad o por el efecto de los fallos en el sistema. Su propósito es:

- Reconocer y evaluar las fallas potenciales de un producto o proceso, y los efectos de dichas fallas.
- Identificar acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran fallas potenciales.
- Documentar todo el proceso

Es utilizado habitualmente en empresas manufactureras y de servicio en varias fases del ciclo de vida del producto y/o servicio. Las causas de los fallos pueden ser cualquier error

¹⁵ Montgomery, Douglas. (2005) Control estadístico de la calidad. México, D.F: Limusa Wiley.

o defecto en los procesos de diseño, especialmente aquellos que afecten a los clientes finales, y pueden ser potenciales o reales.

Las características de AMFE son: minimizar la probabilidad de una falla o minimizar el efecto de la falla; se efectúa previamente al inicio de la producción (proceso); es un proceso interactivo sin fin, y es una manera de documentar el diseño del proceso (véase tabla 2).

Tabla 2: Análisis Modal de Fallas y Efectos

CAUSA	MODO DE FALLO	EFECTO DEL FALLO	G	CAUSAS DEL FALLO	PUNTUACIÓN			PROPUESTAS DE MEJORA
					O	D	NPR	
Ofrecer variedad de talleres y recursos a los usuarios para el desarrollo de sus capacidades	No disponemos de los recursos económicos y materiales suficientes.	Insatisfacción de los usuarios	6	No se ofrece la variedad necesaria para la satisfacción	9	7	387	1 Distribuir de distinta forma los recursos. 2 Fomentar la aparición de nuevos talleres.
		No poder ampliar las plazas a otros usuarios	7	No se da a conocer lo suficiente la organización	7	8	392	1 Buscar alternativas de otros espacios para el desarrollo de los talleres.
		No aportar las ayudas suficientes para el correcto desarrollo	8	Los usuarios no disponen del espacio adecuado ni una gama mas amplia para desarrollar las capacidades	9	10	720	1 Repartir folletos de información por la zona. 2 Buscar más financiación externa.

Fuente: Elaboración Propia

1.3.5 Estudio Gage R&R

Es una herramienta estadística que mide la cantidad de variación en el sistema de la medida que se presenta del dispositivo de la medida y de la gente que toman la medida. Los errores en los sistemas de medición pueden clasificarse en dos categorías: errores de exactitud y errores de precisión. La exactitud describe la diferencia entre el valor registrado y el real. La precisión describe la variación que se observa al medir el mismo elemento de forma repetida y usando el mismo método de medición. Podemos encontrarnos con sistemas de medición que se vean afectados sólo por alguno de estos tipos de errores y otros que sufran de falta de exactitud y de precisión:

Podemos descomponer la exactitud de un sistema de medida en tres componentes:

- **Linealidad:** Indica cómo varía el nivel de exactitud obtenido en la medición en función del tamaño del objeto medido. Da una idea de cómo el tamaño del elemento a medir afecta a la exactitud del sistema de medida.

- **Exactitud:** Es la diferencia entre la medición media observada y un “valor maestro”. Da una idea de lo “centrado” o “ajustado” que está el sistema de medida.
- **Estabilidad:** Es la variación total que se obtendría al medir el mismo elemento repetidas veces usando un mismo aparato de medición. Nos da una idea de cómo de exacto o estable es el sistema con el paso del tiempo.

Análogamente, podemos descomponer la precisión o medida de la variación en dos partes:

- **Repetibilidad:** Es la variación observada cuando el mismo operario mide el mismo elemento de forma repetida usando el mismo aparato. Da una idea de la variación debida a dicho aparato de medida.
- **Reproductibilidad:** Es la variación observada cuando distintos operarios miden el mismo elemento usando el mismo aparato. Nos da una idea de la variación debida al operario.

Entre las fórmulas más utilizadas en una prueba Gage R&R, se tiene:

$$\text{Número de categorías distintas} = \frac{\text{Variación de las piezas} * 1.414}{R\&R}$$

$$\% \text{variación del estudio} = \frac{\text{variación de los componentes del estudio} * 100}{\text{variación total del estudio}}$$

$$\%R\&R = \frac{R\&R * 100}{\text{Variación total}}$$

Fuente: www.uoc.edu/in3/emath/docs/SPC_2.pdf

1.3.6 Tabla ANOVA¹⁶

El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos.

¹⁶ Manuel Córdova Zamora. (2001). Estadística descriptiva e inferencial. Lima-Perú: Edit. Libros Mosherira.

El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar. Típicamente, el análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones.

Existen tres tipos de modelos:

- El modelo de efectos fijos asume que el experimentador ha considerado para el factor todos los posibles valores que éste puede tomar.
- Los modelos de efectos aleatorios asumen que en un factor se ha considerado tan sólo una muestra de los posibles valores que éste puede tomar.
- Los modelos mixtos describen situaciones donde están presentes ambos tipos de factores: fijos y aleatorios.

1.3.7 Estadístico Kappa

Para estudiar los análisis de relación de atributos, el estadístico más indicado para el proceso de mejora es el Kappa (K)¹⁷. Futrell¹⁸ define este estadístico como ‘la proporción de acuerdo entre los evaluadores, una vez que se han removido los acuerdos previos por la probabilidad’. Si el acuerdo entre los evaluadores no es bueno, entonces el error tipo alfa (artículos buenos son rechazados) y el error tipo beta (artículos malos son aceptados) deben ser considerados al manejar las muestras. El estadístico Kappa presenta las siguientes características.

- Información del Atributo (de carácter cualitativo) cumple – no cumple
- El tratamiento de los errores tiene una clasificación igual; es decir que las consecuencias de clasificar una muestra como apta cuando no lo es igual que clasificar una muestra como no apta cuando lo es.
- Las decisiones son independientes unas de otras.
- Las clasificaciones son exhaustivas y exclusivas

¹⁷ Di Eugenio B., Glass M.; (2009) Di Eugenio B., Glass M. (2009) The kappa Statistic: A second Look, Computational Linguistics 2004

¹⁸ Futrell, D.; (1995) When the Quality is a Matter of Taste, use Reliability indexes; Quality Progress, May, pp. 81-86

- Una clasificación se puede utilizar más frecuente que otra.

Martinez Berber¹⁹, hizo notar que el estadístico que utiliza Futrell en sus estudios es para evaluar sistemas en escala nominal, de tipo binario. Dichas pruebas se realizan haciendo uso de comparaciones pareadas vs evaluadores; mientras que para el caso de sistemas en escala ordinal, propone el empleo de un método basado en la correlación interclases.

Además este estadístico sólo define la diferencia del criterio de evaluación de los evaluadores; sin embargo, no indica que tan buena es la medición comparada con el valor de referencia. Es por ello que para el estadístico puede ser utilizado es relevante crear matrices de comparación entre los evaluadores, puesto que para cada matriz vamos a hacer un cálculo de estadístico Kappa;

$$K = \frac{Pr(a) - Pr(e)}{1 - Pr(e)}$$

Po = La suma de las proporciones observadas en la diagonal

Pe = La suma de las proporciones esperadas en la diagonal

La siguiente tabla (tabla 3), muestra el significado en intervalos de los valores que pudiera tener Kappa durante la evaluación.

Tabla 3: Fórmulas e Interpretación del Estadístico de Kappa (K)

Valor del estadístico de Kappa	Interpretación del estadístico
< 0.2	Pobre
0.21 – 0.4	Débil
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Buena
0.81 – 1	Muy buena

Fuente: Elaboración Propia

¹⁹ Martinez B.D.R.(2009) Evaluando la Repetibilidad y Reproducibilidad de sistemas de Medición para características de calidad replicables, Definidas por atributos múltiples en escala nominal

1.3.8 Gráficas de Control por Variables

La medición de una característica de calidad en una escala numérica le llamamos variable ejemplo como ancho o el largo. Para el proyecto de investigación nos apoyaremos en las gráficas de control. Las cartas de control (véase gráfica 3) como también se les llama (Shewhart²⁰) X y R se usan para mapear tanto la media como la variabilidad de los datos. (Gutierrez²¹ P.H., De la Vara 2009).

Figura 4. Gráfica de Control Media y Variabilidad

Fuente: Elaboración Propia

1.3.9 Gráficas de Control por Atributos

Muchas características de la calidad no pueden representarse convenientemente con valores numéricos. En tales casos, cada artículo inspeccionado por lo general se clasifica conforme o disconforme respecto de las especificaciones para las características de la calidad. Es común usar la terminología “funcional” o “no funcional” para identificar estas dos clasificaciones del producto. A las características de calidad de este tipo se le llama atributos. Algunos ejemplos de las características de la calidad que son atributos son la ocurrencia de agujas para máquinas de coser industriales averiadas por semana y la

²⁰ Shewhart, Walter A. (1939) Statistic Method from the Viewpoint of Quality Control. Washington, The Graduate School, The department of Agriculture. Pp 155 p.

²¹ Gutierrez P. H., De la Vara S. R.; (2009) Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma; México: Mc Graw – Hill, 2da. Edición.

proporción de repuestos para maquinaria de hilandería no funcionales en una corrida de producción. Existen tres tipos de gráficas de control para atributos.

La primera de ellas se relaciona con la fracción disconforme o de productos defectuosos y se llama la gráfica de control para la fracción disconforme, o gráfica P. en algunas situaciones es más conveniente trabajar con el número de defectos o disconformidades observadas que usar la fracción disconforme. El artículo es aceptable aunque presente cierto número de defectos.

El segundo tipo de gráfica de control que se estudia, llamada la gráfica de control de disconformidades, o gráfica C está diseñada para tratar este caso. La gráfica C estudia el comportamiento de un proceso considerando el número de defectos encontrados al inspeccionar una unidad de producción.

Por último, se presenta la gráfica de control para disconformidad por unidad, o gráfica U, que es útil en situaciones en las que el número promedio de disconformidades por unidad es una base más conveniente para controlar el proceso²².

1.3.10 Capacidad de Procesos

Una necesidad muy frecuente en los procesos consiste en evaluar la variabilidad y tendencia central de una característica de calidad, para así compararla con sus especificaciones de diseño. La capacidad de proceso es el grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas deseadas.

Cuando la capacidad de un proceso es alta, se dice que el proceso es capaz, cuando se mantiene estable a lo largo del tiempo, se dice que el proceso está bajo control, cuando no ocurre esto se dice que el proceso no es adecuado para el trabajo o requiere de inmediatas modificaciones

El principal requerimiento para iniciar con un estudio de aptitud del proceso consiste en que éste se encuentre estadísticamente estable. Además se precisa que:

- Las mediciones individuales del proceso se comporten siguiendo una distribución normal.

²² Montgomery, Douglas. (2005) Control estadístico de la calidad. México, D.F: Limusa Wiley.

- Las especificaciones de ingeniería representen con exactitud los requerimientos de los clientes.

Cuando se han identificado desviaciones en el comportamiento estadístico de las mediciones de alguna característica de calidad, la evaluación de la capacidad del proceso inicia después de que en las gráficas de control las causas especiales han sido identificadas, analizadas y corregidas, por ende, las gráficas actuales de control muestran un proceso dentro de control estadístico.

Los índices de capacidad se pueden clasificar según su posición y alcance temporal en:

- Respecto a su posición
 - Índices centrados con respecto a los límites
 - Índices descentrados con respecto a los límites
 - Solo con límite superior
 - Solo con límite inferior
- Respecto a su alcance temporal
 - A corto plazo: Capacidad potencial
 - A largo plazo: Capacidad global

Teniendo en cuenta el proyecto de investigación optaremos por usar el corto plazo, es decir, ver su capacidad potencial.

Índice Cp

Para considerar que un producto sea de calidad, las mediciones de sus características deben ser iguales a su valor ideal, sin embargo al conocer que la variabilidad es una característica ínsita de todo proceso estas mediciones deben al menos estar dentro de cierta especificación inferior y/o superior. La medida de la capacidad potencial del proceso para cumplir con tales especificaciones de calidad nos la proporciona el índice de capacidad del proceso (Cp).

El Cp compara el ancho de las especificaciones (tolerancia) con la amplitud de la variación (dispersión natural) del proceso. Si la variación del proceso es mayor que la amplitud de las especificaciones, entonces el Cp es menor que 1, lo que sería evidencia

de que no se está cumpliendo con las especificaciones. Sí el C_p es mayor que 1 es una evidencia de que el proceso es potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones.

El C_p se utiliza para conocer y tomar decisiones sobre el proceso dependiendo de su valor, es el tipo de proceso y la decisión que debe de tomarse (véase gráfica 4).

Cuando se determina que el proceso no es apto para producir las unidades dentro de las especificaciones establecidas deben adoptarse diversas medidas, dentro de las que se encuentran:

- Mejorar el proceso
- Cambiar el proceso por uno mejor
- Cambiar la especificación (No recomendado)
- Rediseñar el producto
- Inspeccionar al 100% (Ineficiente)
- Obtener una desviación o permiso de aceptación (Temporal)
- Tercerizar la elaboración de la parte (En caso de ser posible)
- Dejar de hacer el producto (No recomendado)

Figura 5. Gráfica de la Capacidad de Proceso

Fuente: Elaboración Propia

1.3.11 Análisis de Causa – Efecto

Los diagrama de causa y efecto (CE) son dibujos que constan de líneas y símbolos que representan determinada relación entre un efecto y sus causas. Su creador fue el doctor Kaoru Ishikawa en 1943 y también se le conoce como el diagrama de Ishikawa. Los diagramas de CE sirven para determinar qué efecto es “es negativo” y así emprender las acciones necesarias para corregir las causas, o bien, para detectar un efecto “positivo” y saber cuáles son sus causas (véase grafica 5). Casi siempre por cada efecto hay muchas causas que contribuyen a producirlo²³.

Figura 6. Diagrama de Causa Efecto

Fuente: Elaboración Propia

1.3.12 Diseño de Experimentos

El DOE (Design OF Experiments) se puede definir como un conjunto de técnicas estadísticas usadas para planear experimentos y analizar sus resultados, de manera ordenada y eficiente. Existen tres principios básicos a ser considerados en todo diseño y análisis de un experimento:

- El orden de los experimentos debe ser aleatorio. Aleatorizar el orden de las pruebas neutraliza fuentes de variación que pueden estar presentes durante el experimento.

²³ Besterfield, Dale H. (1995) Control de calidad. México: Prentice-Hall.

- Es recomendable replicar cada experimento. La razón es obtener un estimado del error, tanto para ver que tan bien el diseño representa el proceso, como para poder comparar los factores y determinar si con activos o no.
- Ocasionalmente puede existir variables presentes en un experimento, cuyo efecto no se desea probar y que incluso pueden afectar o encubrir la influencia de las variables con las que se desea experimentar.

Existen varios casos especiales del diseño factorial general que resultan importantes por que se usan ampliamente en el trabajo de investigación, y por qué constituyen la base para otros diseños de gran valor práctico, el caso más importante es el diseño factorial de 2^k , en el cual se tiene k factores con dos niveles cada uno. El diseño resulta muy útil cuando tenemos varios factores por investigar ya que representa un número de menor corridas con las cuales se pueden estudiar k factores en un diseño factorial completo. Debido a que solo hay dos niveles por cada factor, se debe suponer que la respuesta obtenida es aproximadamente lineal en el intervalo de los niveles elegidos de los factores.

1.3.13 Pruebas de Normalidad

Es muy importante saber que cuando se va utilizar una herramienta estadística en donde se utilizan variables continuas o cuantitativas, se debe saber si la información obtenida en el proceso tiene un comportamiento mediante una distribución normal. Para ello la estadística posee algunas pruebas, entre ellas encontramos la prueba de Ji-cuadrado , Kolmogorov-Smirnov Lilliefors, Shapiro y Wilks o la prueba de Anderson Darling; pero una manera muy sencilla de realizar la prueba de normalidad es construyendo un Histograma de Frecuencia.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov

En estadística, la prueba de Kolmogorov-Smirnov²⁴ (también prueba K-S) es una prueba no paramétrica que se utiliza para determinar la bondad de ajuste de dos distribuciones de probabilidad entre sí. Conviene tener en cuenta que la prueba Kolmogorov-Smirnov es más sensible a los valores cercanos a la mediana que a los extremos de la distribución.

²⁴ Montgomery, Douglas. (2005) Control estadístico de la calidad. México, D.F: Limusa Wiley.

Anderson-Darling

La prueba de Anderson-Darling²⁵ es una prueba estadística que permite determinar si una muestra de datos se extrae de una distribución de probabilidad. En su forma básica, la prueba asume que no existen parámetros a estimar en la distribución que se está probando, en cuyo caso la prueba y su conjunto de valores críticos siguen una distribución libre. Sin embargo, la prueba se utiliza con mayor frecuencia en contextos en los que se está probando una familia de distribuciones, en cuyo caso deben ser estimados los parámetros de esa familia y debe tenerse estos en cuenta a la hora de ajustar la prueba estadística y sus valores críticos. Cuando se aplica para probar si una distribución normal describe adecuadamente un conjunto de datos, es una de las herramientas estadísticas más potentes para la detección de la mayoría de las desviaciones de la normalidad.

1.4 El Six Sigma

La definición y el ámbito de la estrategia empresarial están en constante revisión. Pero un denominador común en muchos de los debates actuales sobre la estrategia y la competitividad empresarial es la cuestión de la calidad, porque una cosa está clara: la calidad de los productos y servicios de una empresa determina su éxito o su fracaso²⁶. Hoy en día lanzar continuamente proyectos de mejora de procesos y productos se ha convertido en una necesidad para las empresas, tanto en sectores industriales como de servicios, a fin de reducir los costes operativos y aumentar la satisfacción de sus clientes. El Seis Sigma se está convirtiendo rápidamente en la estrategia para lograr mejoras significativas en calidad, parcelación del mercado, márgenes de ganancia y reducción de costos²⁷.

La gestión de la calidad basada en la metodología seis sigma es una estrategia de mejora continua de los procesos; su objetivo es localizar y eliminar las causas raíces de los errores, defectos y retrasos en dichos procesos, centrándose en los aspectos críticos de satisfacción para el cliente²⁸. Se trata de una metodología sistemática y cuantitativa, basada en herramientas y pensamiento estadísticos, orientada a mejorar los resultados de

²⁵ Montgomery, Douglas. (2005) Control estadístico de la calidad. México, D.F: Limusa Wiley.

²⁶ Celis, Olga Lucía Mantilla; García, José Manuel Sánchez. Estudios Gerenciales 28.124 (Jul-Sep 2012): 23-43. (2012) Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma

²⁷ TATA, R.; JONES, G. (2011) Six Sigma as a management principle.

²⁸ BECERRIL, O.(2006) Consultor remarca importancia de metodología para general calidad en Pymes

los procesos en tres áreas: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos²⁹.

Pande (2004)³⁰ señala que el Six Sigma es una metodología que combina los mejores principios y técnicas de calidad con los más recientes avances en el pensamiento empresarial. Incorpora los aportes de muchos de los pioneros de la calidad como Demming, Juran, Ishikawa y otros, para lograr un desempeño de negocio sin errores (cero defectos). Sigma es una letra del alfabeto griego (σ) utilizada en estadística para representar la variabilidad de un proceso. Esta metodología mide las variaciones en los procesos internos de una organización, utilizando niveles sigma, los que a su vez permiten determinar el rendimiento general de toda la organización³¹.

El programa de desarrollo de los proyectos Seis Sigma se centran en usar una metodología de solución de problemas llamada DMAMC (o DMAIC). El significado de cada una de estas letras es³²:

- **Definir**: definición del problema, requerimientos de los clientes, objetivos, métricas y meta.
- **Medir**: medición de defectos y documentación del proceso.
- **Analizar**: análisis de datos de proceso y encuentro de factores vitales que afectan la respuesta deseada del proceso y/o proyecto.
- **Mejorar (Improve)**: implemento de mejoras de proceso y eliminación de las causas de los defectos y problemas.
- **Controlar**: control del desempeño del proceso y aseguramiento de que los defectos y problemas no ocurrirán de nuevo.

¿Qué es Six Sigma?

En primer lugar, es importante darse cuenta de lo que Six Sigma no es. Six Sigma no es ciertamente un sistema de certificación de calidad muy similar a ISO9000 o ISO14000. Hasta la fecha, ninguna organización puede presumir de ser “certificado Six Sigma”, y

²⁹ Revista Telos. (2012), Vol. 14 Issue 2, p269-274.

³⁰ Peter P. Pande (2000) The six sigma way. México: Mc Graw Hill.

³¹ Global Conference on Business & Finance Proceedings. (2012), Vol. 7 Issue 2, p1374-1378.

³² Producción Más Limpia. (2009), Vol. 4 Issue 2, p90-102.

no hay organismo de certificación o registro las empresas que son "Six Sigma conforme" reconocida internacionalmente. Hoy en día todavía es común escuchar de alguna empresa volviéndose a Six Sigma "para mejorar el resultado final", lo que refleja un concepto más equivocado que Six Sigma es una garantía a los cambios beneficiosos de ganancias y pérdidas de imagen que podría ser, siempre que Six Sigma se ha aplicado a los planes de negocio que funcionan: lo que mejora la eficiencia humana centralita telefónica, sin duda, por favor, los que todavía utilizar dicho producto, o hacer cámaras de aficionados que son más fáciles de usar, sin duda, lograr la satisfacción del cliente, pero sería una compañía que se centra en el diseño y fabricación de tablero manual o cámaras de apuntar y disparar las películas basadas sobreviven en el mundo moderno? Un corolario es que Six Sigma es una tecnología ciega, es decir, que difícilmente puede ser un barómetro de la conveniencia o actualidad de una tecnología o un facilitador de mejora de la tecnología y avance. Six Sigma es necesario ni suficiente para convertir un negocio en torno a', a pesar de que tiene la capacidad de contribuir a la mejora del negocio³³.

Esto trae a la mente una tabla de uso frecuente por Six Sigma consultores de 'conmoción y pavor' efectos destinados para los no iniciados: la frase 99% no es lo suficientemente bueno; El mensaje de la exposición es obvia: no habrá sufrimiento bruto, incluso con 99% o con un nivel tres sigma de rendimiento, y sólo seis sigma, que se traduce en 99.99966% bueno, pueden provocar escenarios humanamente tolerable. Muchas preguntas se pueden hacer sobre la naturaleza y la fiabilidad de la base datos de los que se derivan las conclusiones, por no hablar de la adecuación de las funciones de distribución de probabilidades asumidas, la validez de la extrapolación, la naturaleza no Bernoulli de eventos, los diferentes grados de criticidad de los resultados defectuosos, etc.

Aunque la cifra de 99,99966% tiene sentido (véase gráfica 6), es DMAIC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Control, la estructura establecida de Seis Sigma) la única manera de lograr que? (Por ejemplo, la precisión de la entrega de correo electrónico sería órdenes de magnitud más altos que la de correo electrónico mediante entrega en mano, pero eso no es más que el resultado de la aplicación de la tecnología, no Six Sigma, y sería temerario además de tratar el correo electrónico y correo postal como dos sistemas libres).³⁴

³³ Goh, T. (2011) Six Sigma in industry.

³⁴ Jurado Pedro José Martínez; Fuentes, José Moyano. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa 17.1 (Jan-Apr 2011): 137-157, 182. Lean production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica

En cualquier caso, para el razonamiento racional, la tabla de comparación en sí es innecesaria e insuficiente para representar la importancia de Six Sigma, de hecho su uso supone una forma de chantaje intelectual: "Six Sigma, o de lo contrario". Uno se pregunta, en efecto, cómo la sociedad humana y el bienestar podrían haber existido, con una gran calidad de vida para muchos, durante siglos antes de la llegada de Six Sigma³⁵.

La base de Six Sigma se encuentra básicamente en el pensamiento estadístico, en el que se le dará cierta elaboración en una sección posterior de este artículo. Independientemente de si el público objetivo está formado por Six Sigma 'conversos', es útil estar al tanto de lo que es involucrarse en Six Sigma. No existe una definición única de Six Sigma, pero es posible esbozar algunos aspectos positivos de seis Sigma.

El proceso Six Sigma se ha desarrollado como sistema para la resolución de problemas el método DMAIC (Definir el problema o el defecto, Medir y recopilar datos, Analizar datos, Mejorar y Controlar)³⁶.

Figura 7. Nivel Six Sigma

Fuente: Elaboración Propia

³⁵ ABOELMAGED GAMAL, Mohamed, (2010) Six Sigma Quality.

³⁶ Gitlow, Howard S. (2005) Six sigma for green belts and champions: foundations, DMAIC

1.4.1 Definir

Es la primera etapa del DMAIC, definir es identificar de qué se trata el proceso y que debe lograr el proceso. Para ello el equipo revela y registra los requerimientos y expectativas de los clientes, además determina el alcance del proyecto.

1.4.2 Medir

Cuantificar el rendimiento actual del proceso es el segundo paso, el desarrollo de esta etapa es recolectar los datos y se identifican la fuente de los mismos. El equipo mide variables claves proceso, para cual valida sus sistemas de medición.

1.4.3 Analizar

Entender la relación entre los resultados del proceso y sus variables. En esta etapa se lleva acabo el análisis de la información obtenida para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora, de acuerdo a la importancia del cliente.

1.4.4 Mejorar (Improve)

Diseñar, validar e implementar las soluciones que atacarán el problema raíz y lleve los resultados a las expectativas de los clientes.

1.4.5 Controlar

Verificar, implementar y asegurar la permanencia de los resultados es el objetivo de esta fase.

1.4.6 Nivel Six Sigma

Los niveles de mejora del Six Sigma, es el valor de la cantidad de sigmas, correspondiente a la variación del proceso, que “entran” dentro de la mitad de las especificaciones³⁷.

1.5 Costos de Calidad

Los costos de la calidad son un medio para detectar oportunidades para llevar a cabo mejoras en la calidad. Mediante un análisis de Pareto se define y se da prioridad, este análisis permite al programa de mejora de la calidad en concentrarse en los procesos

³⁷ Debates IESA. ene-mar2013, Vol. 18 Issue 1, p12-12. 3/4p. MÁS ALLÁ DE SEIS SIGMA.

vitales. Intentando una clasificación uniforme de los costos de la calidad, se ha podido clasificar dos tipos de costo de calidad.³⁸

- Los costos involucrados en fabricar productos de calidad.
- Los costos generados por no hacer las cosas correctamente llamados “costos de no calidad”.

1.5.1 Costos de Prevención

Aquellos en los que se incurren buscando que la producción de productos se encuentre entre las especificaciones. Representan el costo de todas las actividades llevadas a cabo para evitar los defectos. A manera de ejemplo para nuestro caso se puede mencionar³⁹:

- Revisión del diseño de la imagen y textos.
- Revisión de las especificaciones del producto.
- Entrenamiento y capacitación para la operación con calidad.

1.5.2 Costos de Evaluación

Son aquellos costos incurridos en la búsqueda y detección de imperfecciones en los productos que por alguna razón no se apegaron a las especificaciones. Como ejemplo podemos mencionar:

- Inspección de los pliegos impresos en proceso.
- Control del proceso e inspección del producto terminado.

1.5.3 Costos de Fallas Internas

Una vez que se han detectado las fallas internas y antes de ser enviado a los clientes es necesario eliminar las imperfecciones encontrados en los productos, esto incluye costos en materiales, mano de obra, etc. A manera de ejemplo se puede mencionar:

- Supervisión y control de operaciones de reproceso

³⁸ Ciencia y Sociedad. 2011, Vol. 36 Issue 2, p276-310. 35p. Productions Systems improvements with Lean Manufacturing.

³⁹ Palabra Clave. jun2011, Vol. 14 Issue 1, p11-30. Medición de los aportes de la gestión estratégica de comunicación interna a los objetivos de la organización.

- Costos adicionales de manejo de documentación e inventarios.
- Tiempos de parada de producción.

1.5.4 Costos de Fallas Externas

Son aquellos costos incurridos después de que el producto ha sido entregado al cliente, se detectan productos que no cumplían con las especificaciones. A manera de ejemplo se puede mencionar:

- Reembarque y costos de reparación
- Cumplimiento de garantías ofrecidas
- Aspectos relacionados con la posibilidad de la pérdida de una futura venta.

1.6 Análisis Cualitativo de la Mejora - Matriz de Leopold

Fue desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de los Estados Unidos para evaluar inicialmente los impactos asociados con proyectos mineros (Leopold et al. 1971). Posteriormente su uso se fue extendiendo a los proyectos de construcción de obras. El método se basa en el desarrollo de una matriz al objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto.

Esta matriz puede ser considerada como una lista de control bidimensional. En una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades, propuestas, elementos de impacto, etc.), mientras que en otra dimensión se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

El método de Leopold está basado en una matriz de 100 acciones que pueden causar impacto al ambiente representadas por columnas y 88 características y condiciones ambientales representadas por filas. Como resultado, los impactos a ser analizados suman 8,800. Dada la extensión de la matriz se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto.

El procedimiento de elaboración e identificación es el siguiente (Caura, 1988.; Gómez, 1988):

1. Se elabora un cuadro (fila), donde aparecen las acciones del proyecto.
2. Se elabora otro cuadro (columna), donde se ubican los factores ambientales.
3. Construir la matriz con las acciones (columnas) y condiciones ambientales (filas).
4. Para la identificación se confrontan ambos cuadros se revisan las filas de las variables ambientales y se seleccionan aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto.
5. Evaluar la magnitud e importancia en cada celda.
6. Adicionar una fila (al fondo) y una columna (a la extrema derecha) de celdas para cálculos (Evaluaciones).
 - Trazar la diagonal de cada celda e ingresar la suma algebraica de los valores precedentemente ingresados.
 - En la intersección de la fila con la columna en el extremo al fondo y a la derecha se ingresarán las sumas finales.
 - Los resultados indican cuales son las actividades más perjudiciales o beneficiosas para el ambiente y cuáles son las variables ambientales más afectadas, tanto positiva como negativamente.
7. Para la identificación de efectos de segundo, tercer grado se pueden construir matrices sucesivas, una de cuyas entradas son los efectos primarios y la otra los factores ambientales.
8. Identificados los efectos se describen en términos de magnitud e importancia.
9. Acompañar la matriz con un texto adicional.

Consiste en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellas filas y columnas con las mayores calificaciones y aquellas celdas aisladas con números mayores. Ciertas celdas pueden señalizarse, si se intuye que una condición extrema puede ocurrir, aunque su probabilidad sea baja.

Méritos y desventajas del Método de Leopold

Méritos:

- Obliga a considerar los posibles impactos de proyectos sobre diferentes factores ambientales.
- Incorpora la consideración de magnitud e importancia de un impacto ambiental.

- Permite la comparación de alternativas, desarrollando una matriz para cada opción.
- Sirve como resumen de la información contenida en el informe de impacto ambiental.

Desventajas

- El proceso de evaluación es subjetivo. No contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto.
- No considera la interacción entre diferentes factores ambientales.
- No distingue entre efectos a corto y largo plazo, aunque pueden realizarse dos matrices según dos escalas de tiempo.
- Los efectos no son exclusivos o finales, existe la posibilidad de considerar un efecto dos o más veces.

CAPÍTULO II. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO ACTUAL

2.1 Sector industrial actual

En este capítulo se realizará una descripción profunda del sector al cual pertenece la empresa en investigación como su situación actual, la evolución que ha presentado en las últimas décadas y los problemas que afronta dicho sector.

2.1.1 Situación actual del sector

El sector industrial textil y confecciones (al cual pertenece la empresa que es investigada) es por excelencia una de las actividades industriales que se mueve al ritmo de la situación económica mundial y nacional. Si se presenta un escenario de crisis financiera o económica, los pedidos de exportación sienten los efectos nocivos de ello y, por el contrario, es el primero en recuperarse si se presenta un período de bonanza e inmediatamente marcar indicadores positivos.

Por ejemplo la crisis financiera mundial del 2008/2009 que afectó especialmente el mercado de los Estados Unidos (EE.UU.), causó serios estragos al sector textil peruano. Años después, y cuando se pensaba en una recuperación paulatina a nivel mundial y antes de que empiece a mostrar indicadores de un crecimiento sostenido, se presenta nuevamente un panorama poco favorable, debido a los serios problemas que atraviesa esta vez el Viejo Continente, a lo que se suma una muy lenta recuperación del mercado estadounidense que sigue tambaleándose a pesar de los esfuerzos por su recuperación. Como es de entender, al estar el Perú inserto en el contexto económico mundial, esta crisis también arrastra al mercado doméstico nacional.

En el Perú, especialmente en la Industria Textil, ello se refleja en los indicadores de la exportación. Estos arrojan señales de alerta al evidenciarse caídas pronunciadas en los principales mercados de destino, como es el caso de los EE.UU., que en el periodo enero /julio 2012 cayó 19% en valor y 21% en volumen (cuadro 1), respecto al mismo periodo del año anterior. Sin embargo, en otros países de destino como Venezuela no se ha reflejado el impacto global. Sin embargo, dados los recientes hallazgos de la SUNAT en

ciertas exportaciones fraudulentas a ese país, es posible que la cifra final sea ajustada a la baja.⁴⁰

Tabla 4: Total Exportaciones Sector Textil-Confecciones

(Estadística de acuerdo a fecha de embarque)

	MILLONES DE FOB US\$				TONELADAS METRICAS			
	ENE-JUL				ENE-JUL			
PAÍS DESTINO	2011	2012	Var.% 12'/11	Part. % 12'	2011	2012	Var.% 12'/11	Part. % 12'
VENEZUELA	132.5	361.0	172.39	30.8	5,255.7	8,858.7	68.55	14.9
EE UU	445.6	359.1	-19.41	30.6	11,651.8	9,191.2	-21.12	15.4
BRASIL	52.0	53.6	3.02	4.6	3,441.8	3,182.2	-7.54	5.3
COLOMBIA	56.0	49.5	-11.50	4.2	5,567.5	4,649.4	-16.49	7.8
ECUADOR	42.7	48.4	13.33	4.1	6,595.7	6,899.0	4.60	11.6
CHILE	43.6	42.5	-2.61	3.6	7,273.5	7,553.0	3.84	12.7
ITALIA	40.3	32.6	-19.11	2.8	2,333.1	1,709.9	-26.71	2.9
BOLIVIA	19.2	26.8	39.79	2.3	3,245.8	3,710.1	14.30	6.2
ARGENTINA	27.3	24.3	-11.02	2.1	1,016.3	937.0	-7.81	1.6
ALEMANIA	22.2	19.0	-14.53	1.6	740.7	592.9	-19.95	1.0
10 PRIMEROS	881.5	1,016	15.36	86.7	47,121.9	47,283.5	0.34	79.3
RESTO	157.2	156.3	-0.61	13.3	13,382.7	12,324.4	-7.91	20.7
TOTAL	1,038.7	1,173.1	12.94	100.00	60,504.5	59,607.9	-1.48	100.0

Fuente: ADUANAS

Definitivamente es preciso señalar que la situación hubiera sido peor de no haber sido porque los empresarios textiles en los meses posteriores a la crisis financiera internacional, especialmente durante los primeros meses del 2009 - ante la caída traumática en las ventas a los EE.UU. -, se abocaron a desarrollar nuevos mercados, especialmente en Latinoamérica. Esto ha permitido que a la fecha, en conjunto, se haya convertido en el principal destino de nuestras exportaciones. Sin esta acción, es muy probable que a la fecha el valor exportado hubiera retrocedido a niveles anteriores a los del 2008, fecha en que se superó por primera vez la barrera de los US\$ 2,000 millones.

⁴⁰ Sociedad Nacional de Industrias

De hecho nada de esto se hubiera podido lograr tampoco de no haber tenido mercados alternativos, gracias a los diversos Tratados de Libre Comercio (TLC) que han venido negociándose en los últimos años. En especial porque en la gran mayoría de estos acuerdos se valoró la visión de desarrollo a nivel de la cadena, a través de la aplicación de normas de origen en las que los hilados y tejidos deben ser fabricados en el Perú o en los países con el que se suscribió el acuerdo.

Otro indicador a considerar, donde confluye no sólo la exportación sino además la producción para el consumo interno, es la variación mensual del índice de volumen físico de la producción que elabora el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). Este, para junio del 2012, muestra resultados negativos en todas las ramas del sector. Es así que la producción de hilados y tejidos de fibras textiles cayó en 8.5%; tejidos de punto y ganchillo en 24.9% (este el que más nos preocupa ya que viene cayendo desde junio del 2011); y prendas de vestir se contrajo 12.3%. La única al alza fue la rama vinculada a la pesca (cuerdas, cordeles y redes) con un crecimiento del 4.5% (gráfico 7).

Figura 8. Variación% Mensual Del IVF
(Índice de Volumen Físico) Manufacturero

Fuente: INEI

Otro aspecto que merece examinarse en el sector, es que en tanto las exportaciones y la producción caen, las importaciones crecen sostenidamente. Así, para el periodo enero/julio 2012, éstas aumentaron 33% en valor y 31% en volumen (cuadro 2). De

mantenerse el ritmo actual, se proyecta que para finales del 2012, por primera vez el sector textil - confección tendrá una balanza comercial negativa⁴¹.

Es de destacar que en lo que va del año 2012, el precio promedio de importación fue de CIF 5.31 US\$/Kg. en tanto el precio promedio de exportación para el mismo periodo fue de FOB 19.68 US\$/Kg. Si bien esto puede estar influenciado por las mayores importaciones de textiles básicos, sin duda es una demostración que algo anda mal en el valor importado, y ello está relacionado con mercancías textiles y prendas de vestir que ingresan subvaluadas y a precios dumping (cuadro 2).

Tabla 5: Total Exportaciones Enero-Julio 2011 – 2012

(Estadística de acuerdo a fecha de ingreso al sistema)

PRODUCTO AÑO	2011	2012	Var. (%) '12 / '11	2011	2012	Var. (%) '12 / '11
	PESO NETO KG.			CIF US \$		
TEXTIL BASICO	123,935.580	162,582.260	31.2	502,602.456	639,642.205	27.3
PRENDAS DEL CAP.61 (PUNTO)	9.026.220	11.565.861	28.1	122,688.700	170,761.074	39.2
PRENDAS DEL CAP.62 (PLANOS)	8,456.134	10.887.664	28.8	125,490.053	177,054.459	41.1
OTRAS CONFECCIONES	8,724.124	10.973.873	25.8	34,816.571	53,852.297	54.7
TOTAL IMPORTACIONES	150,142.057	196,009.658	30.5	785,597,779	1,041,310.036	32.6

Fuente: ADUANAS

Sin embargo, este sector se caracteriza por ser muy dinámico en cuanto a sus inversiones. Es así que entre los años 2000 y 2011 éstas han venido creciendo sostenidamente bordeando los US\$ 1,500 millones (gráfico 8). Hablamos de maquinaria y equipos de las más avanzadas tecnologías, lo que nos mantiene a la vanguardia mundial y es que, en condiciones normales, nuestras empresas se ubican entre las más competitivas del Mundo. Si a este monto le adicionamos la inversión necesaria para que estas máquinas y equipos funcionen adecuadamente, el total invertido en ese periodo podría bordear los US\$ 2,000 millones.

⁴¹ Sociedad nacional de industrias

Figura 9. Variación % Inversión En Maquinarias Del Sector Textil-Confección (2000 – 2011)

Fuente: INEI

2.1.2 Práctica empresarial textil en le última década

La práctica empresarial cambió desde que nuestro país decidió abrirse al mundo. El problema fue que, a diferencia de otros países, la apertura en el Perú fue abrupta, lo que obligó a las empresas a adaptarse rápidamente, invertir en nuevas tecnologías e implementar sistemas modernos de gestión. Sólo sobrevivieron las más eficientes. De una economía cerrada pasamos a un mercado abierto donde se tenía que competir con empresas diversas, más grandes y de diversos mercados. Inclusive se tuvo que lidiar con malos importadores que aprovechándose de la debilidad institucional de Aduanas, se valían – incluso hasta hoy- de malas artes para lograr una cuota de mercado.

A la fecha, el grueso de las exportaciones son prendas de vestir destinadas a las prestigiosas marcas del mundo, hilados muy finos y tejidos acabados con un alto valor agregado. Asimismo, cada vez es mayor la participación de otras fibras, además del algodón, como, por ejemplo, los pelos finos de alpaca y de vicuña, y el uso de fibras manufacturadas como las acrílicas y el poliéster, las que además se mezclan para producir textiles también de gran valor en el mercado internacional.

El atender segmentos de mercado de alto valor o exclusivos ha permitido que varias empresas se animen a integrarse más en el desarrollo de la cadena de valor. Eso se ha plasmado en la creación de marcas y conceptos de moda, así como la aparición de tiendas exclusivas de propiedad de importantes empresas nacionales. El hecho de que a pesar de

la competencia desleal y de las crisis financieras nuestras empresas textiles sigan vigentes revela que muy difícilmente se las podrá desplazar del mercado por la alta competitividad alcanzada (con mayor razón en igualdad de condiciones). Ésta se puede observar al ver cómo nuestras exportaciones compiten de igual a igual en los mercados más competitivos del mundo y con los mismos países que internamente nos hacen competencia desleal.

Otro aspecto que ha ganado mucho terreno en la práctica del sector es el uso intensivo de las Tecnologías de la Información y, cada vez más, las redes sociales. Eso permite que explotemos los Tratados de Libre Comercio suscritos con nuestros principales socios comerciales de una forma más eficiente.

2.1.3 Principales problemas que enfrenta el sector textil

Un grave problema es la competencia desleal de las importaciones asiáticas, ya sea en forma de subvaluación o de precios dumping en hilados, tejidos y confecciones, lo que nos obliga a distraer tiempo y recursos para atender esos problemas y defendernos. Otro tema es el peligro de volver a un sistema laboral rígido, lo cual podría restarnos competitividad y perder mercado.

Por ejemplo, el Ministerio de Trabajo ha cambiado de criterio y desconoce el registro de algunos contratos temporales del sector que antes eran registrados sin inconvenientes, ya sea que se trate de exportadores directos o indirectos. Asimismo, por una mala regulación, se ha parcializado y politizado el mecanismo de arbitraje potestativo. Hay fallos que otorgan beneficios laborales que están lejos de las posibilidades de las empresas, lo que evidentemente podría afectar la continuidad de algunas.

También es un problema el tipo de cambio. En la medida que el sol se aprecia frente al dólar perdemos competitividad, tanto en el mercado externo como en el interno, debido a que las ventas en ambos casos están expresadas en dólares y las obligaciones con el Estado y nuestros trabajadores son en moneda local. Ello además, otorga un “handicap” a los importadores pues un dólar barato mejora artificialmente su competitividad, especialmente de aquellos que subvalúan.

Por otro lado, si bien la vestimenta y el abrigo son necesidades básicas de la población, también pueden ser prescindibles en periodos de dificultades económicas. Se puede cancelar temporalmente la compra de ropa pero no se puede cancelar la necesidad de

alimentarse y curarse. Y, por el contrario, esa también es la razón por la que cuando mejora la economía, el sector textil-confección es el primero en dar señales de recuperación.

2.2 Empresa

Luego de haber brindado toda la información respecto al sector al que pertenece la empresa y cuál ha sido su evolución en la última década se procederá a realizar una descripción de la empresa, seguido de un análisis interno (misión y visión), las políticas, clientes y productos que ofrece la empresa y finalmente un análisis a las proyecciones de la empresa en cuanto a ventas en el 2014. Una vez realizado lo descrito estudiaremos los procesos de Best Cotton.

2.2.1 Descripción de la empresa

El presente proyecto de investigación se realizará en la empresa textil BEST COTTON (figura 1) que inició actividades en septiembre del 2009, se encuentra ubicada en la ciudad de Lima. La empresa se dedica a la confección de polos para exportación y tiene el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes, brindándoles un buen servicio en las confecciones de prendas de vestir acordes a las nuevas tendencias de la moda, todos los pedidos se realizan según las especificaciones de los clientes, es decir, trabajan por órdenes específicas de producción.

Esta empresa se ubica en la ciudad de Lima en el distrito de La Victoria, Calle Horacio Cachay Díaz #375, altura de la cuadra 12 de la avenida Canadá. La empresa consta de dos edificios, el primero es utilizado para el proceso productivo (confección de polos) y que tiene 7 pisos de los cuales 5 son utilizados para la empresa, mientras que el segundo edificio es dedicado para actividades administrativas y comedor. El local es totalmente alquilado por lo que parte de ingresos es destinado a los gastos que se incurren en la confección de sus productos (véase gráfica 9).

Figura 10. Logotipo de la empresa Best Cotton

Fuente: La empresa

La empresa en estudio tiene el código CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) 1810 el cual se le atribuye a aquellas empresas que se dedican a la fabricación de prendas de vestir, excepto prendas de piel (el cual se profundizará en punto 2.2.3). Ciertamente este mercado corresponde al sector textil y rubro de confecciones y cuenta con un total de 5,894 empresas⁴² y teniendo en cuenta que el sector D correspondiente a industrias manufactureras concentra un total de 41,744 empresas⁴³ en el mercado peruano.

2.2.2 Rubro de la empresa

Los textiles y las confecciones son productos altamente transados internacionalmente. La participación de los textiles y de las confecciones en lo que respecta al total del comercio global llega aproximadamente al 3 y 3.4 % respectivamente. Este sector se encuentra conformado por dos grandes rubros .

- Textil – CIIU 17: Hilados, tejidos y confecciones distintas a prendas de vestir. Capítulos 50 – 60 y 63 del arancel de aduanas.
- Prendas de vestir – CIIU 1810: Prendas de vestir excepto las de cuero. Capítulos 61 y 62 del arancel de aduanas.

El sector textil y confecciones finalizó el año 2002 alcanzando un ligero incremento de 1,64%, la cual se comenzó a percibir a partir de la segunda mitad del año. En el 2001, las exportaciones alcanzaron aproximadamente \$ 680 millones, en la cual el rubro de confecciones se convirtió en el rubro de mayor peso al acaparar el 78% de las exportaciones globales, demostrando incluso una mejora (cuadro 3 y grafica 10). Por otro

⁴² Reporte infocorp, realizado el 22 de mayo del 2012, a nivel de industrial

⁴³ Reporte Infocorp, realizado el 22 de mayo del 2012, a nivel de sector

lado el rubro de textiles presentó caídas en el 2001. Sin embargo, a pesar de las caídas e incrementos el sector presentó grandes incrementos durante los últimos 10 años.

Tabla 6: Exportaciones del Sector (Millones de USD FOB)

RUBRO	2000	2001	2002	VARIACION 2001-02	% CONTRIBUCION 2002
CONFECCIONES	505.05	506.82	531.66	4.90%	78.02%
TEXTIL	196.85	163.66	149.80	-8.47%	21.98%
TOTAL GENERAL	701.90	670.48	681.46	1.64%	100.00%

Figura 11. Exportaciones del Sector (Millones de USD FOB)

Fuente: PROMPEX

Hay que tener en cuenta que el modelo empresarial que tiene la empresa Best Cotton es la de maquila ya que se compromete a producir un artículo para un tercero, quien es el que comercializa el producto generalmente con su marca propia (descrito en el Capítulo 1). En el caso de la maquila para la exportación las empresas utilizan insumos y tecnología generalmente importada.

2.2.3 Cadena de abastecimiento de la empresa

Prosiguiendo con la descripción de la empresa se realizará un análisis a la actual cadena de abastecimiento de la empresa (análisis a nivel de organización) para poder dar un resultado preliminar.

2.2.3.1 Análisis interno de la empresa

En este punto veremos el manejo organizacional de la empresa tales como la visión, misión y sus respectivas políticas así como el proceso interno de la empresa.

Misión:

“La empresa a investigar tiene como misión exportar polos de vestir para damas y caballeros a mercados tanto americanos como europeos además de garantizar tanto confiabilidad como la eficiencia en la elaboración de nuestros productos para satisfacer las necesidades y exigencia de nuestros clientes.”

Fuente: La empresa

Visión:

“La visión de Best Cotton es posicionarse en el mercado de confecciones textiles y ser líderes como proveedor de polos confeccionados, por otro lado cumplir con los requisitos exigidos por las normas de calidad en cuanto a creación, comercialización y distribución de prendas de polos para damas y caballeros.”

Fuente: La empresa

Políticas

- Que la seguridad de las personas e instalaciones es responsabilidad de todos los que prestan servicios en la empresa sin excepción, independientemente del nivel jerárquico, somos responsables del cumplimiento de esta política y de la implementación de los planes y acciones que de ella se originen.
- Que el conocimiento, aplicación y cumplimiento de las políticas y normas en seguridad y salud en el trabajo son obligatorias para todos los trabajadores de la empresa; su incumplimiento podría dar lugar a la aplicación del régimen disciplinario correspondiente recogido en el reglamento interno de seguridad y salud laboral.
- Que el cumplimiento por parte de los trabajadores de las políticas y normas en materia de salud y seguridad, serán tomados en cuenta por la empresa en sus decisiones de promoción y reconocimiento al personal, así como en la suscripción y renovación de contratos de servicios con terceros.

- Que la empresa asegure por los medios oportunos la consulta y participación de todos los trabajadores en todas las materias relacionadas con la seguridad y salud de los mismos.
- Que la empresa establezca mecanismos de control y evaluación del sistema de gestión de la seguridad y salud a fin de establecer las mejoras pertinentes que se vaya requiriendo.
- Prioriza la mejora de las condiciones de trabajo así como el desarrollo de los recursos humanos estableciendo una formación y adiestramiento interno y continuo, y canales de información y comunicación que facilitan el intercambio de conocimientos y la participación y aportación de su personal en todos los ámbitos de la empresa.

2.2.3.2 Clientes y proveedores de la empresa

Los agentes participantes en el proceso de confección de polos están divididos tanto en los que influyen directamente en el Proceso (clientes y proveedores internos) y aquellos que lo hacen de forma indirecta (clientes y proveedores externos) En la tabla 4 indicamos los participantes de este proceso:

Tabla 7: Clientes y Proveedores de la Empresa

CLIENTES INTERNOS	El área de almacén que recepciona la materia prima	Es la primera área que participa en este proceso de confección de polos donde se almacena la materia prima.
	El área de corte que recepciona la MP para corte	En esta área se recepciona la MP que viene en rollos aquí se desenrolla (tendido) y además se corta la tela con máquinas y siguiendo el formato de los moldes.
	El área de costura que recepciona la tela cortada	Las piezas son enviadas del área de corte. En esta área se procede a unir las piezas (máquinas de coser industriales).
	El área de acabado que recepciona la prenda unida	Las piezas unidas formando la prenda es enviada a esta área donde se procederá a retirar las fallas o hilachas durante el proceso. Se hará Control de Calidad.
	El área de productos terminados	Las prendas correctamente confeccionadas se van agrupando, etiquetando, hateado, embolsado y empaquetado para su respectivo envío.
	La movilidad	La movilidad se encarga de llevarla mercadería hasta el destino requerido.
PROVEEDORES INTERNOS	El área de desarrollo de producto	En esta área se procede a generar diseños que sean del agrado de nuestros clientes

	El área de diseño	En esta área se procede plasmar los requerimientos de nuestros clientes como generar las plantillas que será usada en el área de corte.
	El área de logística	Los responsables de abastecer a toda la empresa los insumos que se requieran.
	El área de corte	Provee tela cortada
	El área de costura	Provee prenda semi-terminada
	El área de acabado	Provee prenda terminada
	El área de PT	Provee la mercadería
CLIENTES EXTERNOS	Las aduanas	Entidad encargada de recepcionar la mercadería verificarla. Su objetivo es registrar el tráfico internacional de mercancías que se importan y exportan desde un país concreto y cobrar los impuestos que establezcan las aduanas.
	Clientes finales	El destino final de la mercadería y quienes lo solicitaron.
	Entidades comerciales	Algunos de los saldos son comprados por agentes nacionales y revendidos
	Recicladores	Parte de los residuos de la empresa son clasificados y vendidos apoyando así al medio ambiente
	Compradores de merma	La merma que no se puede procesar en la empresa simplemente es vendida
PROVEEDORES EXTERNOS	Proveedores de Útiles de Oficina	Todas las áreas requieren de útiles de oficina aquellos se buscan en el centro de lima cada cierto tiempo (midiendo el stock)
	Imprentas	En el centro de lima se encuentran sus proveedores de imprenta para las boletas, facturas, ordenes venta o compra, guías de remisión, etc.
	Centro Comercial Wilson	El área de sistemas encuentra su solución en estos lugares donde los precios se aminoran.
	Lavanderías	Parte del proceso son los tonos respectivos de las prendas (polos) para ello este proceso se terceriza las lavanderías varían de acuerdo a su disponibilidad.
	Grifos	Las movildades tienen un lugar donde se abastecen de combustible.
	Emporio Comercial Gamarra	Muchos de los insumos para las prendas se encuentran aquí, ejemplo de ellos son los botones, pretinas, brillantes y demás detalles existentes.
	Proveedores de implementos de Seguridad	Toda empresa debe contar con todos los implementos de seguridad para contar con la aprobación de INDECI.

	Maestros de obras	Parte del mantenimiento del local es el pintado y acabado de la infraestructura del local por ello contaremos con carpinteros, albañiles y pintores cada cierto periodo
	Compañía seguridad	Toda empresa debe contar con seguridad en la planta por ello se cuenta con los servicios de la empresa (PREGUNTAR EL NOMBRE) que nos provee personal dedicado a ese campo
	Proveedores de muebles industriales y oficina	Para una ergonomía adecuada se debe de contar con sillas con medidas estándar por ello cada cierto tiempo se cuenta con empresas que se encargan de hacerlo

Fuente: Elaboración Propia

2.2.3.3. Cadena de valor de la empresa

La cadena de valor, es un modelo teórico que permite describir el desarrollo de las actividades de una organización empresarial generando valor al cliente final.

Fuente: Elaboración propia

Como podemos en la figura 2 hay campos en las cuales la empresa no presenta información por el simple hecho de que no es prioridad para el mercado al cual se dedican. Sin duda será un aspecto a tomar en cuenta al proponer las mejoras en este trabajo.

2.2.3.4 5 Fuerzas competitivas de Porter

A continuación se presenta un análisis de las 5 Fuerzas de Porter donde analizaremos los competidores, proveedores, sustitutos, amenazas potenciales de la empresa Best Cotton.

Figura 12. 5 Fuerzas competitivas de Porter

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la figura 3 las Fuerzas de Porter, donde vemos más información se encuentra en los Proveedores debido a la gran cantidad de insumos que se requieren para producir las prendas. Otro alcance que podemos indicar el campo de competidores y consumidores los cuales están bien definidos debido a que la empresa tiene un precio único que seduce a los clientes y los convierte en su favorito.

2.2.3.5 Productos de la empresa

Teniendo en cuenta el modelo empresarial que la empresa sigue, los clientes y los productos van de la mano. Esto se debe que la empresa, trabaja bajo pedido con las marcas más importantes del medio tales como Armani Exchange, Massimodutti, Calvin Klein, Cavalera, Toulon, Theory, Green Lamb, etc (figura 4) las cuales serán enviadas por avión o barco al extranjero para su respectiva venta final.

Figura 13. Productos de Best Cotton

Fuente: Elaboración Propia

Los productos que ofrece Best Cotton en realidad son solo polos actualmente bajo las diferentes presentaciones como: Basics, Fashion y Ultra Fashion, T-Shirts, Polo Box, Shirts, Tanks, Henleys.

Cabe mencionar que la producción de la empresa se da por pedido, es decir que cada marca tiene una temporada debido mercado en que incursiona; sin embargo, si acumulamos la información de todo el año 2013 podemos saber quién es el principal cliente de la empresa Best Cotton.

En la gráfica 11 podemos ver cuál es la distribución en aporte a la demanda de la empresa. La marca Armani es la de mayor porcentaje.

Figura 14. Distribución de Marcas por Demanda

Fuente: Elaboración Propia

2.2.4 Ventas y Producción

La ventas de polos en la empresa se da por periodos (temporadas), es decir, que los clientes no realizan pedidos durante todo el año sino por periodos cortos que si son repetitivos en todos los años como lo vemos en las gráficas 12, 13 y 14. Por otro lado la producción se genera teniendo en cuenta el porcentaje de error lo que a la empresa a producir más de los demandado para poder cumplir con los requerimientos de los clientes en el mundo. Definitivamente el margen es alto lo que genera pérdidas (tema que será explicado a profundidad en el punto 2.4).

Figura 15. Venta anual Best Cotton 2013 (En miles de soles)

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Comportamiento de la demanda de polos 2013 (En Miles de Unid.)

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Producción de Polos anual Best Cotton 2013 (En miles de Unid.)

Fuente: Elaboración propia

2.3 Proceso

2.3.1 Descripción del proceso

Como se mencionó al principio la empresa se ubica en un edificio alquilado que consta de 7 pisos y el centro administrativo. Las operaciones se llevan a cabo en 5 de los 7 pisos, donde el sexto piso es dedicado para almacén de objetos o máquinas en desuso mientras

que el séptimo piso es utilizado por los dueños. La segunda planta es netamente para procesos administrativos.

Primer piso

En este piso se realizan las actividades de logística, en otros términos el primer piso se le llama *almacén de materia prima* pues ahí se encuentran todos los insumos para el proceso.

Figura 18. Plano de Primer Piso

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la figura 5 el diagrama de recorrido nos indica que el proceso se inicia con la recepción de materia prima a partir del requerimiento del proceso, la materia prima principal de los polos son los rollos de tela. Estos rollos se encuentran en el primer piso y son distribuidos al segundo piso donde se encuentra el área de corte. Como podemos ver existe bastante desorden en el almacén, por ejemplo cajas puestas en distintos lugares que obstaculizan el flujo del proceso, la presencia de maquinarias en desuso, la falta de personal dificulta el proceso a nuestro criterio.

Segundo Piso

En el segundo piso se encuentra el **área de corte** donde se hará el respectivo tendido y corte de la tela. Durante el proceso se generan mermas que deberían ser rehusadas para un segundo objetivo. El término del proceso se da cuando cada una de las partes cortadas seguidas de un molde (proporcionadas por el área de diseño) es enviada al tercer piso donde se realizará en ensamble respectivo.

Figura 19. Plano del Segundo Piso

Fuente: Elaboración propia

Actualmente el proceso se encuentra lleno de cruce que demora el proceso producción así como el flujo de los materiales. Además como podemos ver en la figura 6 existen zonas vacías que pueden ser aprovechadas. Las medidas de seguridad en la empresa no son las óptimas de manera que este tema será uno a tener en cuenta para las mejoras.

Tercer Piso

En el tercer piso se encuentra el **área de costura** donde se realiza el ensamble de cada una de las partes cortadas en el segundo piso las partes son cosidas haciendo uso de máquinas industriales (figura 7). El proceso culmina cuando el polo prácticamente es terminado en su etapa inicial, luego pasara al área de acabado.

Figura 20. Plano del Tercer Piso

Fuente: Elaboración Propia

En el diagrama de recorrido nos indica que hay elementos que son de importancia y que se pueden aprovechar como lo es el caso de los vestidores, además de las maquinarias que están sin utilizar.

Cuarto piso

Uno de las actividades más importantes en este proceso es el control de calidad y si bien la empresa no cuenta con un sistema de corrección lo hacen mediante personal que es previamente capacitado. En la figura 8 podremos ver cuál es el proceso que siguen las prendas luego de ser unidas. Pero podemos comentar el hecho que nuevamente hay y podemos comprobarlo que el flujo de los materiales es preponderante para el proceso de reducción del cuello de botella.

Figura 21. Plano del Cuarto Piso

Fuente: Elaboración propia

En el área de **acabado** por así decirlo dado que nos encargamos de darle un mejor acabado como retirar las hilachas, errores de costura, retirar hilos excedidos, entre otros. Luego los polos casi terminados son derivados al quinto piso donde está el área de empaquetado.

Quinto piso

En el quinto piso se encuentra el área de empaquetado o **Productos terminados** (PT) donde llegan los productos terminados y luego son sometidos a un nuevo control de calidad o inspección previo a su planchado, etiquetado, embolsado y empaquetado. Estos procesos también son de suma importancia para los clientes externos que en este caso son los clientes del extranjero quienes tienen una alta exigencia.

Figura 22. Plano del Quinto Piso

Fuente: Elaboración propia

Para este caso nos enfocaremos en reorganizar el orden del proceso para reducir tiempos muertos tal como lo vemos en la figura 9.

2.3.2 Actual grafica DOP DAP

Para este punto resumiremos lo descrito anteriormente en dos diagramas que describen el proceso tanto de abastecimiento como de producción.

En caso del diagrama operaciones del proceso (DOP) nos indica que en los procesos de abastecimiento y producción hay muchas operaciones y una muy baja cantidad de inspecciones lo que no garantiza un excelente producto (figura 10 y 11)

Figura 23. Diagrama de Operaciones del Proceso de Abastecimiento de insumos

Fuente: Elaboración Propia

Figura 24. Diagrama de operaciones del proceso de producción de prendas de vestir

En caso del diagrama de análisis del proceso (DAP) nos indica que en los procesos de abastecimiento y producción hay muchas operaciones (actividades) y una muy baja cantidad de inspecciones lo que no garantiza un excelente producto (figura 12 y 13)

Figura 25. Diagrama de Análisis de Proceso de abastecimiento de insumos

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Diagrama de Análisis de Proceso de producción de prendas de vestir

2.4 Problemas actuales y potenciales

Durante el proyecto de investigación se ha descubierto problemas que le están generando pérdidas las cuales pueden bien utilizados en otros objetivos que beneficien a la empresa.

2.4.1 Problema 1 - Tiempo de abastecimiento interno de insumos elevado

Teniendo en cuenta el modelo empresarial de la empresa, se ha detectado que uno de los principales problemas en la confección de polos es el tiempo de abastecimiento de los insumos. Este problema genera un retraso significativo en el proceso obligando a la empresa a utilizar más recursos de los estimados para terminar la orden de trabajo en el tiempo establecido, de lo contrario, se infringiría el trato pagando una penalización.

Figura 27. Diagrama de comparación de tiempo de abastecimiento real y política de la empresa en el 2013 (días)

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la gráfica 15 el tiempo de abastecimiento real ha excedido durante todo el año la política de la empresa generando pérdidas significativas. Para ser más preciso un 34% del total de telas compradas durante el año 2013 presentaron retraso debido a falla del proveedor en su abastecimiento, es decir que se espera más tiempo de lo establecido para poder iniciar el proceso de confección. En la gráfica 16 veremos que la cantidad de rollos de tela que fueron enviados a teñir y fueron abastecidos con suma tardanza.

Figura 28. Comparación de rollos de tela entregados a tiempo y con retraso en el 2013 (%)

Fuente: Elaboración propia

El retraso en el abastecimiento genera definitivamente pérdidas económicas las cuales se resume en un total de S/. 0,13 por cada unidad por concepto de penalización por haber perdido un embarque (avión o barco). Esta cifra unitaria se multiplica con el total de producción para tener el costo de oportunidad pérdida (tabla 5).

Tabla 8: Impacto económico por mal abastecimiento

	Total producción (unid.)	Total demanda (unid.)	Costo de oportunidad (S/. / Unid.)	Pérdida por mal abastecimiento (S/.)
Enero	46,823	42,566	0.13	5,534
Febrero	45,730	41,198	0.13	5,356
Marzo	77,014	69,696	0.13	9,060
Abril	103,617	93,265	0.13	12,124
Mayo	161,336	144,050	0.13	18,727
Junio	61,287	54,672	0.13	7,107
Julio	73,923	66,121	0.13	8,596
Agosto	94,297	84,194	0.13	10,945
Septiembre	80,625	73,295	0.13	9,528
Octubre	77,949	69,972	0.13	9,096
Noviembre	97,516	87,537	0.13	11,380
Diciembre	21,884	19,698	0.13	2,561
Total	942,002	846,264		110,014

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 se puede observar que el monto total asciende a S/. 110,014 nuevos soles que como se mencionó al inicio podrían ser destinados a otro tipo de actividades.

2.4.2 Problema 2 - Porcentaje elevado de mermas

Por otra parte, se ha logrado identificar que existen mermas originadas en los procesos productivos como se observa en la tabla 6 la cantidad de tela desperdiciada sobrepasa la política de la empresa que es del 2% de la tela comprada durante el último año. En estos últimos meses se observa que el porcentaje de mermas concentran el 4%, como se observa en la gráfica 17, asimismo, se mostrarán las mermas que se generan en el proceso de confección de prendas de vestir. (Incluyen las mermas de todo el proceso tanto del área de corte como del área de acabados).

Tabla 9: Comparación mermas reales vs política

	Tela desperdiciada real (en Kg)	Política 2% (en Kg)
Enero	271	175
Febrero	275	134
Marzo	836	398
Abril	1,030	389
Mayo	2,192	860
Junio	202	144
Julio	349	240
Agosto	414	267
Septiembre	867	385
Octubre	606	319
Noviembre	440	326
Diciembre	150	70

Fuente: Elaboración propia

Las pérdidas en este campo se concentran en el costo por kilo de tela que se está desperdiciando, el costo es de S/. 15 nuevos soles por Kg de tela.

Figura 29. Comparación tela desperdiciada real vs política de la empresa en el 2013

Fuente: Elaboración propia

Este monto es multiplicado por el número de rollos de tela con su respectivo peso (20 kg por rollo de tela) y dará el costo de oportunidad (tabla 7) por no utilizar este recurso de forma eficiente.

Tabla 10: Impacto económico por exceso de mermas

	Kg procesados	Kg defectuosos reales	Política 2%	Diferencia (Kg.)	Costo de Oportunidad (S/. / Kg.)	Pérdida por mal manipuleo de materia prima (S/.)
Enero	8,740	271	175	96	15	4,064
Febrero	6,700	275	134	141	15	4,121
Marzo	19,900	836	398	438	15	12,537
Abril	19,440	1,030	389	642	15	15,455
Mayo	42,980	2,192	860	1,332	15	32,880
Junio	7,220	202	144	58	15	3,032
Julio	12,020	349	240	108	15	5,229
Agosto	13,340	414	267	147	15	6,203
Septiembre	19,260	867	385	482	15	13,001
Octubre	15,960	606	319	287	15	9,097
Noviembre	16,300	440	326	114	15	6,602
Diciembre	3,480	150	70	80	15	2,245
Total	185,340	7,631	3,707	3,924		114,464

Elaboración propia

2.4.3 Problema 3 - Mala calidad de productos

Se ha logrado identificar que existen productos defectuosos originados en el proceso productivo de confección de polos como se observa en la tabla 5, en la cual la cantidad de prendas defectuosas sobrepasa la política de la empresa que es del 8 % prendas

confeccionadas en el año 2012. En estos últimos meses se observa que el porcentaje de productos pasan el 8%, como se observa en la gráfica 18.

Tabla 11: Comparación productos defectuosos reales vs política

	Productos defectuosos (unids)	Política de 8%	Var (unid)	Var (%)
Enero	4,682	3,746	936	25%
Febrero	5,030	3,658	1,372	38%
Marzo	8,086	6,161	1,925	31%
Abril	11,502	8,289	3,212	39%
Mayo	19,360	12,907	6,453	50%
Junio	7,416	4,903	2,513	51%
Julio	8,723	5,914	2,809	48%
Agosto	11,316	7,544	3,772	50%
Septiembre	8,062	6,450	1,612	25%
Octubre	8,886	6,236	2,650	43%
Noviembre	11,117	7,801	3,316	43%
Diciembre	2,429	1,751	678	39%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 30. Diagrama de comparación de polos defectuosos real y política actual en el 2013 (miles de unidad)

Fuente: Elaboración propia

2.5 Análisis Causa - Raíz

2.5.1 Diagrama Ishikawa

Mediante la presente herramienta nos apoyaremos para encontrar las causas a estos problemas:

Problema 1: Tiempo de abastecimiento de insumos

A continuación se detallan el origen, las causas y el efecto del tiempo de abastecimiento de insumos en la empresa Best Cotton que nace en logística (compras).

Origen: Logística (compras).

Efecto: Tiempo de abastecimiento de insumos.

Causas:

- Los métodos de trabajos que usan en la empresa son muy obsoletos para el volumen de ventas que se está generando en la actualidad, esto se debe a la falta de capacitación al personal además no hay un presupuesto asignado para las capacitaciones y no existe procesos de producción estandarizados.
- En cuanto a proveedores, en la empresa no hay procesos de producción estandarizados por falta de personal especializado para el levantamiento de los datos de los procesos. Esto se ve reflejado en la demora del tiempo de abastecimiento de insumos ya que el personal a cargo no realiza de forma adecuada su trabajo.
- La falta de compromiso de la alta dirección con el factor humano hace que el personal no sea capacitado y no se sienta motivado con su trabajo.
- En cuanto al medio ambiente la empresa no cuenta con condiciones de trabajo adecuado, equipos y materiales obsoletos, materiales no ergonómicos y una estructura organizacional mal definida.

En la figura 14 se detalla el diagrama causa-efecto del problema 1.

Figura 31. Diagrama Ishikawa para el Problema 1

Fuente: Elaboración propia.

Problema 2: Porcentaje elevado de mermas.

A continuación se detallan el origen, las causas y el efecto del porcentaje elevado de mermas en la empresa Best Cotton que nace en producción.

Origen: Producción.

Efecto: porcentaje elevado de mermas.

Causas:

- La falta de mantenimiento preventivo y predictivo de las maquinas hacen que el porcentaje de mermas de los productos sea cada vez mayor.
- La empresa no cuenta con un programa de producción definido esto se ve reflejado en la sobre carga de trabajo al personal por cumplir a tiempo con la entrega de pedido al acelerar su trabajo hace que no planifiquen bien el uso de materia prima.

- La falta de compromiso de la alta dirección con el factor humano hace que el personal no sea capacitado y no se sienta motivado con su trabajo. Lo cual genera continuo rotación de personal.

En la figura 15 se detalla el diagrama causa-efecto del problema 2.

Figura 32. Diagrama Ishikawa para el Problema 2

Fuente: Elaboración propia.

Problema 3: Mala calidad de productos

A continuación se detallan el origen, las causas y el efecto mala calidad de productos Best Cotton que nace Área administrativa.

Origen: Área administrativa.

Efecto: mala calidad de productos.

Causas:

- La falta de control de calidad en cada proceso hace que el producto final no sea conforme a las especificaciones del cliente, esto es generado desde que ingresa materia prima hasta producto final.

- La empresa cuenta con maquinaria obsoleta lo que influye en la calidad del producto. Así mismo no realiza mantenimiento preventivo y predictivo de las mismas.
- La falta de compromiso de la alta dirección con el personal hace que los trabajadores no se sientan motivados la rotación continua y falta de capacitación hacen que la mano de obra sea deficiente influenciando directamente en la calidad de los productos.
- El método de trabajo que utiliza la empresa es obsoleto ya que realizan su trabajo como mejor lo saben hacer no existen procesos de producción estandarizados y no tienen un programa de producción definido.
- En cuanto al medio ambiente la empresa no cuenta con condiciones de trabajo adecuado, equipos y materiales obsoletos, materiales no ergonómicos y mal definida la estructura organizacional.

En la figura 16 se detalla el diagrama causa-efecto del problema 3

Figura 33. Diagrama Ishikawa para el Problema 3

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber analizado la empresa y su proceso productivo se puede ver que no cuentan con un sistema de trabajo predeterminado que pueda adoptar la empresa para evitar los

problemas que actualmente padecen. En el siguiente capítulo se procederá con la implementación de la filosofía propuesta que era el LEAN SIX SIGMA y el cual nos ayudará reducir los impactos económicos mencionados.

2.6 Formulación de Hipótesis

Teniendo en cuenta lo mencionado en el punto anterior observamos que tanto el tiempo de abastecimiento como el elevado porcentaje de mermas genera una mala calidad en los productos, estos son percibidos por el cliente final y eso se debe a la falta de un sistema de trabajo y mantenimiento. En el presente proyecto de investigación se propondrá la implementación de la mejora continua (DMAIC) el cual buscará determinar indicadores. Estos KPI's permitirán controlar los problemas encontrados y prevenirlos para de esta manera mejorar los indicadores, es decir, demostrar que la calidad de las prendas de vestir está directamente relacionado con la correcta aplicación de la metodología.

CAPÍTULO III : EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

3.1 Diseño de la Investigación

En el diseño de la investigación se pretende dar a entender las actividades que realizaremos en cada uno de los 5 pasos (DMAIC).

El primer paso del Six Sigma es la de DEFINICIÓN en la cual iniciaremos realizando un mapa de respuestas (Método Kano) en la cual se pretende hallar los requerimientos más importantes en la confección de polos. Dichos requerimientos deben ser evaluados para el cual se les aplicará una prueba de confiabilidad (Estadístico Fong) que permitirá evaluar lo significativo de la clasificación realizada. Con la prueba realizada ubicaremos los requerimientos en cuadrantes que determinaran que tan atractivo es el requerimiento. Finalmente el SIPOC y Mapa de Procesos nos ayudará a identificar los elementos más relevantes dentro del proceso a mejorar.

El segundo paso es MEDICIÓN en el cual se procederá con la determinación del proceso a mejorar para ello nos apoyaremos en la herramienta de causa efecto (Diagrama Ishicawa Capítulo 2) y Análisis de Modal de Fallas y Efectos (AMFE). Una vez identificadas las fallas a mejorar se procederá a determinar los KPI's que participaran en el proceso de mejora.

En el tercer paso de ANALISIS haremos uso de la herramienta de diseño de experimentos el cual es un método científico estadístico que será aplicado al proceso de confección de polos. En el diseño de experimentos se realizará una serie de pruebas en las cuales se induce a cambios en las variables de entrada del proceso, de manera que sea posible observar e identificar las causas de las variaciones en la variable de salida. El objetivo que se busca lograr con el diseño de experimento es mejorar el rendimiento y reducir la variabilidad del proceso.

En el cuarto paso que corresponde a la IMPLEMENTACIÓN se determinará el plan de acción (capacitación del personal, elaboración de las instrucción de trabajo, calibración de los equipos y la implementación de la gestión de mantenimiento).

Finalmente en el quinto paso el cual corresponde al CONTROL donde se verificará la mejora realizada y que sean sostenidas en el tiempo. Se encarga de investigar el estado de proceso una vez más con gráficas de control con el fin de determinar la calidad de la mejora. En este caso es reducir el porcentaje de polos rechazados por mala calidad y mantener el rango requerido.

3.2 Desarrollo de la fase de Definición

3.2.1 Mapa de respuestas

Se hará uso del método de Kano para hallar lo requerimientos más importantes en la confección de polos en la empresa Best Cotton. Para ello empezaremos realizando una encuesta a 34 clientes de la empresa con un formulario de 14 preguntas llamado mapa de respuestas. En este punto se detalla las respuestas de cada una de las preguntas del cuestionario realizado; el objetivo de ello es observar la dispersión de las respuestas. Para ello se llevó a cabo una encuesta al cliente (ver anexo 1: Método kano), en donde se le presentó una pregunta funcional y otra disfuncional, el encuestado seleccionaba un valor en una escala de importancia de 5 valores, donde el valor de 5 implica totalmente satisfacción y el valor de 1 la insatisfacción.

En la tabla 9 se muestra los resultados concentrados para los requerimientos, basados en el incremento de la satisfacción o el decremento de la misma debido a la inclusión o no de una de las características del producto.

Como se puede apreciar para el primer requerimiento, “diseños acorde al pedido”, 15 clientes eligieron el valor de 1 para la pregunta funcional y el valor de 4 para el pregunta disfuncional, mencionados clientes son clasificados como “A” (atractivo) según el cuadro de clasificación (ver tabla 9), por otro lado 18 clientes dieron un valor de 1 para la pregunta funcional y un valor de 5 para la pregunta disfuncional, por lo que reciben la clasificación “U” (unidimensional) nuevamente según el cuadro de clasificación y un solo cliente dio un valor de 2 y 4, para la pregunta funcional y disfuncional respectivamente y según el cuadro de clasificación le corresponde “I” (indiferente).

Esto nos conlleva a pensar que para la mayoría (53% de los encuestados) piensan que un polo con un diseño acorde les causaría una gran satisfacción y que un diseño no acorde con su pedido les generaría una gran insatisfacción, el 44% de los encuestados piensa que

un diseño acorde al pedido es un requerimiento atractivo que causaría gran satisfacción si se le presenta. De manera similar se realiza un análisis de las respuestas para los requerimientos restantes y se agrupan en la tabla 10.

Tabla 12: Distribución de los Resultados obtenidos para los requerimientos 1 a 7

Req. Nro.		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1	D	A	A	A	U
	2	Inv.	I	I	I	O
	3	Inv.	I	I	I	O
	4	Inv.	I	I	I	O
	5	Inv.	Inv.	Inv.	Inv.	D
Requerimiento						
Req. 1 : Diseño Acorde al Pedido						

Req. Nro. 2		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1				10	24
	2					
	3					
	4					
	5					
Req. 2 : Calidad del Material						

Req. Nro. 3		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1				8	21
	2				2	3
	3					
	4					
	5					
Req. 3 : Calidad del Polo						

Req. Nro. 4		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1			1	8	3
	2			1		14
	3			1		6
	4					
	5					
Req. 4 : Tonalidad de Colores						

Req. Nro. 5		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1				8	5
	2			3		12
	3					
	4					
	5					
Req. 5 : Formato del Producto						

Req. Nro. 6		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1			1	16	11
	2		1			5
	3					
	4					
	5					
Req. 6 : Cantidad Entregada						

Req. Nro. 7		Requerimientos Disfuncionales				
		1	2	3	4	5
Requerimientos Funcionales	1				9	22
	2					3
	3					
	4					
	5					
Req. 7 : Tiempo de Entrega del polo						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Resultados concentrados para los requerimientos. Clasificación de su importancia promedio así como de su clasificación “Mejor que” y “Peor que”

Número y contenido abreviado de la pregunta	A	O	U	I	Inv	D	Mejor	Peor	C1	C2
1. Diseño acorde al pedido	15	0	18	1	0	0	97%	3%	0,97	0,03
2. Calidad del material	10	0	24	0	0	0	100%	0%	1,00	0,00
3. Calidad del polo	8	3	21	2	0	0	85%	15%	0,85	0,15
4. Tonalidad de colores	9	20	3	2	2	0	35%	65%	0,35	0,65
5. Formato del producto	8	12	5	3	6	0	46%	54%	0,46	0,54
6. Cantidad entregada	17	5	11	1	0	0	82%	18%	0,82	0,18
7. Tiempo de entrega del polo	9	3	22	0	0	0	91%	9%	0,91	0,09

Fuente: Elaboración Propia

Figura 34. Fórmulas para la clasificación en “mejor que” y “peor que” y valores obtenidos para cada requerimiento

Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se puede apreciar las consecuencias que pudiera tener incluir una característica o no al producto, esas repercusiones pueden ser:

Positivas: La valoración de ofrecer un requerimiento que dé al usuario, la sensación de una característica que no haya experimentado con otro tipo de producto.

Negativas: valoración de estar peor se relaciona con un requerimiento de tipo unidimensional u obligatorio, lo que da una sensación de no contar con una característica de producto que sea diferencial a un producto similar.

3.2.2 Prueba estadística de los requerimientos clasificados

Para demostrar la confiabilidad de las respuestas obtenidas en el cuestionario se realiza una prueba estadística, que permita evaluar lo significativo de la clasificación realizada. El estadístico de Fong, consiste en calcular la diferencia absoluta de las frecuencias de mayor grado de las alternativas (A, O, U, I, Inv, y D) y compararlo con el estadístico Q. Si la diferencia absoluta es mayor al estadístico Q, se puede llegar a la conclusión de que existe una diferencia significativa entre las dos clasificaciones más frecuentes de cada pregunta.

$$Q = \sqrt{(a + b) * ((2 * n - a - b) / (2 * n))}$$

Donde:

a,b: Las frecuencias de las dos observaciones más frecuentes.

n: Número total de respuestas

Tabla 14: Fórmula del estadístico de Fong y Valores obtenidos para Q

Requerimientos	Q	ABS (a-b)
1. Diseño acorde al pedido	4,12	3
2. Calidad del material	4,12	14
3. Calidad del polo	4,08	13
4. Tonalidad de colores	4,08	11
5. Formato del producto	3,7	4
6. Cantidad entregada	4,06	6
7. Tiempo de entrega del polo	4,11	13

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 11 en el requerimiento uno (1), la diferencia absoluta es menor que el estadístico, por lo que se puede concluir que NO existe una diferencia significativa entre las dos clasificaciones de mayor frecuencia de cada pregunta, al contrario sucede con el resto de requerimientos; donde el estadístico es menor a la diferencia absoluta, por lo que se llega a concluir que SI hay una diferencia significativa entre las dos clasificaciones más frecuentes de cada pregunta, es por ello, que podemos asumir que los resultados obtenidos son viables y confiables.

3.2.3 Requerimientos según los resultados de las encuestas

Los Valores de C1 y C2, son llevados a la figura 18, donde se puede apreciar una concentración de requerimientos en el segundo cuadrante (atractivos) y dos (2) requerimientos en el cuarto cuadrante (obligatorios), con ello se elabora la tabla 12.

Figura 35. Clasificación de los requerimientos de los clientes

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Clasificación de los requerimientos en base a los resultados

Número y contenido abreviado de la pregunta
1. Diseño acorde al pedido
2. Calidad del material
3. Calidad del polo
4. Tonalidad de colores
5. Formato del producto
6. Cantidad entregada
7. Tiempo de entrega del polo

Fuente: Elaboración Propia

Al finalizar el análisis de los resultados de la encuesta, pasa a la clasificación de cada uno de los requerimientos en donde 5 se catalogaron como atractivos, 2 como obligatorios y

ninguno como unidimensional e indiferente. Obtenidas la distribución de los requerimientos se pasa elaborar la tabla 13, la cual consiste en una clasificación por tipo de producto, en base al agrupamiento de las diferentes combinaciones de las características del producto.

Tabla 16: Combinaciones necesarias de atributos para diferentes tipos de productos en base a los resultados obtenidos

Tipo de producto	Atributos requeridos en la clasificación de Kano
Producto Esperado	4. Tonalidad de los colores
	5. Formato del producto
Producto Ampliado	4. Tonalidad de los colores
	5. Formato del producto +
	6. Cantidad entregada
	3. Calidad de impresión
	7. Tiempos de entrega
	1. Diseño acorde al pedido
	2. Calidad del material

Fuente: Elaboración Propia

3.2.4 Diagrama SIPOC de la Organización

El diagrama SIPOC de la organización nos ayuda a identificar los elementos más relevantes dentro del proceso a mejorar (ver el anexo 2: Diagrama SIPOC de la organización).

Suppliers: Se encuentra los proveedores que abastecen a la organización de las principales materias primas que se requieren para la elaboración de un polo.

Inputs: Se listan las principales materias primas y máquinas necesarias para el proceso productivo del polo.

Process: Se detalla brevemente los pasos a seguir para la confección del polo.

Outputs: Se encuentra el resultado del proceso, que es el polo.

Customers: Se ubican los distribuidores y clientes que reciben y dan uso al producto ya sea en prendas de vestir, envases, etc.

3.2.5 Mapa de Procesos de la Organización

Nos apoyaremos en los siguientes cuadros y teniendo en cuenta lo mencionado en el capítulo 2⁴⁴:

Tabla 17: Mapa de Procesos de Best Cotton

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se procede a explicar cada una de los procesos en los siguientes cuadros:

COMPRAS	
Procesos que interactúan (Proveedor/Cliente)	Gestión Financiera (P)
	Planificación de Producción (P)
	Almacenamiento (C.)
Elementos de Entrada	Lista de Necesidades de Compra
	Ppto. Establecido
Elementos de Salida	Plan de Compras
Controles	Descripción del Puesto
	Requisitos de los Proveedores
	Especificación de la Materia Prima
	Plazos de Tiempo de Recepción
Subprocesos	Contacto con los Proveedores
	Recepción y verificación de la materia prima
Indicadores	% de pedidos cumplidos a tiempo
	% de materia prima según especificaciones
Responsables del Proceso	Gerente de Logística

⁴⁴ Camacho Ricardo, Definición de proceso, 2008 (<http://blog.pucp.edu.pe/ricardocamachoc>)

MOLDEADO	
Procesos que interactúan (Proveedor/Cliente)	Requerimientos del cliente externo (P)
	Tendido y Corte (C.)
Elementos de Entrada	Requerimientos del cliente (diseño)
Elementos de Salida	Molde con medidas óptimas (menor merma posible)
Controles	Descripción del puesto
	Manual del software del moldeado
Subprocesos	Recepción del diseño
	Ajuste del diseño
	Aprobación del Molde
Indicadores	% de utilización máxima de rollo de tela para el corte de piezas de prendas
Responsables del Proceso	Desarrollador de Diseño de molde

TENDIDO Y CORTE	
Procesos que interactúan (Proveedor/Cliente)	Moldeado (P)
	Compras (P)
	Confección (C.)
Elementos de Entrada	Molde
	Tela Enrollada
Elementos de Salida	Tela Cortada
Controles	Descripción del puesto
	Manual de Procedimientos de corte
Subprocesos	Apilamientos de tela
	Corte de tela
Indicadores	% de cortes efectuados según la planeación de capacidad dentro del plazo (2 horas)
Responsables del Proceso	Operario de corte

CONFECCION	
Procesos que interactúan (Proveedor/Cliente)	Tendido y Corte (P)
	Acabado (C.)
Elementos de Entrada	Tela cortada
Elementos de Salida	Polo confeccionado
Controles	Descripción del puesto
	Manual de procedimientos de confección
	Tiempo máximo de confección
Subprocesos	Confección de partes (pechera, mangas, cuellos, espalda)
	Unión de partes
	Supervisión interna
Indicadores	% de confecciones efectuadas según la planeación de capacidad dentro del plazo (2 horas)
	% de confecciones defectuosas
Responsables del Proceso	Supervisor de Confección

ACABADO	
Procesos que interactúan (Proveedor/Cliente)	Confección (P)
	Almacenamiento de P.T (C.)
Elementos de Entrada	Polo Confeccionado
Elementos de Salida	Polo Terminado
Controles	Descripción del puesto.
	Manual de procedimientos de los subprocesos
	Tiempo máximo de subprocesos
Subprocesos	Selección
	Limpieza
	Planchado
Indicadores	% de polos defectuosos. (provenientes de procesos de producción, como agujas en el hombro, tela picada e hilos sobrantes)
	% de polos manchados (provenientes de la ruta vertical de la prenda)
	% de polos contaminados. (provenientes de materia prima, fibra muerta)
Responsables del Proceso	Supervisor Externo.

3.3. Desarrollo de la fase de Medición

3.3.1 Determinación del proceso a mejorar

Dentro de la empresa, en el proceso de control de prendas confeccionadas, se lleva una estadística por tipo de defectos, ello determina cual es el proceso que mayor problema origina a la empresa y su impacto. Dentro de los defectos que tienen mayor ocurrencia y teniendo en cuenta lo analizado en el capítulo 2 (Diagrama de Ishicawa) son:

- Entrega con retraso
- Manchas de estampado
- Presencia de huecos
- Manchas de máquinas
- Puntadas sueltas
- Otras fallas

Este grupo de defectos son causados por el proceso de confección, estos defectos en su totalidad se originan por diversas causas, las cuales serán detalladas más adelante. Para detectar cual es el tipo de defecto que tiene una mayor relevancia se utiliza el diagrama de Pareto.

Figura 36. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18: Análisis Pareto

Demanda 2013	Cantidad	Frecuencia
Mancha estampado	42644	0,40
Machas de máquina	30916,9	0,29
Presencia de huecos	22388,1	0,21
Puntadas sueltas	6396,6	0,06
Entrega con retraso	3198,3	0,03
Otras fallas	1066,1	0,01
Total	106610	

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos apreciar en la gráfica 19 y tabla 6 vemos que el defecto debido a la manchas en los polos es el que predomina, es decir al comparar los polos de un mismo lote (muestra entregada al cliente) se encuentra diferencias significativas entre ellas. Las manchas en los polos no solo se basan en una causa principal, al contrario, es la suma de varios factores.

Este tipo de defectos no es de fácil detección y/o percepción por el contrario al momento de la revisión, por lo que un gran porcentaje de estos polos que pasan el control de calidad, es decir, llegan al cliente y al ser percibidas por él, le causa insatisfacción según lo visto en el mapa de respuestas.

Al tener un problema de este tipo se genera las quejas y/o reclamos, la devolución del período del pedido, etc, y en busca de reparar el daño, pues se vuelve a producir nuevamente el lote, generando así pérdidas económicas para la empresa.

3.3.2 Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE)

El AMFE es una de las herramientas más utilizadas para la determinación del modo de falla a atacar, con la aplicación del AMFE, se identificarán los puntos de fallos potenciales y se elaborará planes de acción para contrarrestarlos. La metodología empleada para la ponderación de los indicadores del AMFE fue la siguiente:

Entrevistar a los siguientes a los diferentes operarios, solicitando diferentes causas por las cuales existía machas en los polos, según ello, se ubicaron las causas más comunes.

Finalmente se pondero los diferentes resultados, para así obtener un valor que englobe los valores asignados (RPN)

Figura 37. Fórmula para el cálculo del Número Prioritario de Riesgo (RPN)

$$\text{RPN} = \text{SEV} \times \text{OCU} \times \text{DET}$$

Fuente:<http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Gestion%20de%20la%20calidad/Metodo%20AMFE.doc>

Como se ve en la figura 19: Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), la causa que mayor valor de índice de prioridad de riesgo presenta fue a causa de una falta de mantenimiento de la maquinaria en la empresa además de la falta de repuesto y su mala manipulación en las máquinas. Cabe mencionar que es lo mismo detectado anteriormente en el análisis de causa efecto descrito en el capítulo 2.

Al presentarse un problema de tal magnitud, genera que produzcan manchas por parte de los operarios ya sean por una mala capacitación probablemente, así como un contacto con las máquinas las cuales se encuentran en mal estado. Esto genera que se generen reprocesos de limpieza lo que retrasa el proceso donde no todos los polos cumplirán con los requerimientos de los clientes.

Figura 38. Análisis Modal de Fallas y Efectos

ANÁLISIS MODAL DE FALLAS Y EFECTOS													
Nombre de Proceso	Causas	Efecto	Método detección	S	O	D	ACCIONES RECOMENDADO	RP N	Acciones Tomadas	S	O	D	RP N
Mancha Estampado de Polo	Mala manipulación de la plancha	Retraso	Registro de control(Acabados)	6	1	2	Dar capacitación	12	Programa de capacitación	3	1	2	6
	Mala calidad de tela		Registro de control(Acabados)	8	3	6	Verificar proveedor	144	Homologación de proveedor	6	3	6	108
	Negligencia operario externo		Quejas/comentarios(Confec ción)	7	6	8	Capacitación e inspección	336	Supervisión y control	5	5	6	150
Mancha de máquina	Falta de programa de mantenimiento de máquina		Queja de logística	7	6	3	Implementar TPM	126		5	5	2	50
	Falta de implementos de limpieza		Polos sucios	7	6	2	Calendario de Compras	84		6	5	2	60
	Mantenimiento inadecuado		Polos manchados	7	7	3	Programa de mantenimiento	147		6	6	2	72
Presencia de huecos	Aguja de cocer en mal estado	Retraso	En inspección	8	4	3		96	Mantenimiento Eficiente	7	3	1	21
	Mal manejo de máquina		En inspección	4	7	3		84	Capacitación	7	5	1	35
	Falta de un programa preventivo		En inspección	6	5	3		90	Mantenimiento preventivo	5	4	1	20

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Key Performance Indicator (KPI)

Los indicadores dominantes del funcionamiento (KPI) es la medida cuantificable que utilizaremos, convenidas de antemano y que refleja el logro de los objetivos, entre ellos, reducir la cantidad de polos manchados y rechazados por un probable e inadecuado mantenimiento de máquinas⁴⁵. En la actualidad la organización maneja un valor promedio de 8% de productos no conformes por manchas en ellos y debido a la gran demanda del producto en estudio; se considera este índice como alto (Ver anexo 3: indicadores).

3.3.3.1 Variables a medir

En nuestro proceso se cuenta con una gran cantidad de variables que pueden afectar la característica de calidad. En la tabla 14 se enumeran las principales variables presentes durante la confección de los polos y que definen el nivel de desempeño actual, las cuales fueron seleccionadas del diagrama de Ishikawa (Ver Capítulo 2: Diagrama de Causa – Efecto para las manchas en polos).

Tabla 19: Variables que afectan las características de calidad

A	Mala calidad de tela
B	Mala manipulación de máquina
C	Falta de repuestos
D	Retraso en la producción
E	Falta de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Para verificar que variable a medir tiene mayor grado de importancia, se aplicó la técnica de grupo nominal (TGN tabla 15) a las variables del proceso de confección de polos y se consultó con el grupo de operadores que asignen un valor de acuerdo a su importancia, después se combinan las jerarquizaciones de todos los miembros y se suman. La variable de número mayor será la más importante.

⁴⁵ Acotto, Roxana. NoticiasFinancieras [Miami] 14 Nov 2010.0020 Gestión de procesos y por indicadores: [Source: NoticiasFinancieras]

Tabla 20: Técnica de Grupo Nominal

TGN									
	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
E	3	9	3	3	4	4	3	4	33
C	4	4	4	4	3	3	4	3	29
B	3	3	3	3	4	4	3	3	26
A	3	3	3	2	3	3	3	3	23
D	2	3	2	3	3	4	2	3	22

Fuente: Elaboración propia

La variable más importante según la clasificación es la falta de mantenimiento, seguido de la falta de repuesto (incluido su mal estado de los que están en stock), la mala manipulación de las máquinas, la mala calidad de tela y finalmente la entrega tardía de polos.

3.3.3.2 Estudio Gage R&R a las variables del proceso

3.3.3.2.1 Estudio Gage R&R aplicado a la falta de mantenimiento de las máquinas

Para la realización de este estudio, se utiliza un diseño cruzado donde se elige a tres grupos de máquinas de forma aleatoria los cuales serán comparados a las políticas de la empresa. Cada grupo tiene máquinas las cuales serán medidas en base a funcionabilidad en el tabla 16 se muestra los valores obtenidos

Tabla 21: Estudio Gage R&R aplicado a la falta de mantenimiento de las máquinas

MUESTRA	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 1	Máquina 2
1	0.76	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75
2	0.75	0.75	0.74	0.75	0.74	0.74
3	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
4	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.75
5	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.74

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 16 la política de la empresa se parece más a una eficiencia dados que los valores asignados están entre 0 y 1 como respondiendo a un porcentaje en las cuales ellos pueden operar de forma adecuada y en otras no.

Luego realizamos el estudio Gage R&R, el cual se puede observar en la tabla 17 en la cual hay diferencias entre las “eficiencias” de las máquinas, diferencias entre los

operarios y que no hay interacción entre muestra y operario. Al no ver una interacción, se recalcula los valores del factor muestra y operario, dando un valor tal que; aún se presentan diferencias entre los polos y entre la eficiencias entre los operadores.

La variación proveniente de la repetibilidad es de 9.33% mientras que el reproducibilidad es de 8.18%, es por esto que la variabilidad debido a la diferencia de partes es de 82.49% de la variabilidad total. El porcentaje de contribución es de 17.51% lo cual nos indica que la experiencia no podría aceptarse dado que es mayor al 10%, además el porcentaje de contribución de part to part es mayor que el porcentaje de contribución del Total Gage R&R, por lo que la variación surge debido a las diferencias entre muestras.

Dado que la medición de la eficiencia es muy importante para el trabajo diario es necesario tomar acciones correctivas tales como corregir el criterio del operario es capaz de detectar la variación entre partes, para nuestro caso en número de categorías distintas (Distinct categories) es de 3 menor a 4 lo cual nos indica que de las 5 máquinas distintas que se ha medido, el operario sería capaz de distinguir solo 3.

La desviación estándar de la variación total multiplicada por 6 (representa el 99% de la curva) es de 0.054, ahora podemos esperar que las mediciones individuales varíen en ± 0.027 al cual añadiendo el valor medio de eficiencia 0,75, nos da una variación entre 0,72 y 0,77 D, el cual es aceptable dado que la probabilidad de que la densidad pertenezca a dicho rango es de 96.24%, y además que pertenece a los límites de especificación 0,70 - 0.80 D.

Al revisar la figura 20 en la gráfica R vemos que la mayoría de los puntos se encuentran dentro de los límites de control, pero el operario 2 y 3 presentan mayor variabilidad en sus mediciones. En la gráfica de las medias vemos que la mayoría de los puntos están fuera de los límites de control. Lo cual refuerza la idea que la variación se debe prioritariamente a diferencias entre muestras, además se puede interpretar como que el sistema de medición es capaz de identificar las diferencias entre máquinas. Esta misma conclusión podemos obtenerla a partir del diagrama de barras (components of variation). En la gráfica de funcionalidad por muestra vemos que los puntos siguen un mismo patrón y que hay diferencias entre las muestras. En la gráfica de eficiencia por operario, hay mínimas diferencias entre los operarios y que el operario 3 da una media más baja.

En la gráfica de interacción de operario - muestra se aprecia una no divergencia de los puntos, además se visualiza la diferencia entre máquinas excepto por la máquina 2 y que el operario 3 da valores por debajo que los otros dos operarios. En la figura 21, existe diferencia entre las máquinas medidas, las máquinas 2 y 5 dan valores por debajo de la media, mientras que los pliegos 1,3 y 4 dan valores por encima de la media. Finalmente, se concluye que los datos recolectados en el estudio presentan un problema de discriminación debido a que el experto que se utiliza para medir la eficiencia mide hasta centésimas de unidad, lo cual no es suficiente para la estimación más precisa de la desviación estándar y ello se puede comprobar en las muestras 2,4 y 5, donde los valores de densidad tienen una diferencia para una misma muestr

Tabla 22: Reporte Estadístico de Estudio Gage R&R para el Mantenimiento de Máquinas

R&R del sistema de medición para Medida

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Muestra	4	0,0022867	0,0005717	49,0000	0,000
Operador	2	0,0002067	0,0001033	8,8571	0,009
Muestra + Operador	8	0,0000933	0,0000117	1,1667	0,379
Repetibilidad	15	0,0001500	0,0000100		
Total	29	0,0027367			

Alfa para eliminar el término de interacción = 0,25

Tabla ANOVA dos factores sin interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Muestra	4	0,0022867	0,0005717	54,0342	0,000
Operador	2	0,0002067	0,0001033	9,7671	0,001
Repetibilidad	23	0,0002433	0,0000106		
Total	29	0,0027367			

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0,0000199	17,51
Repetibilidad	0,0000106	9,33
Reproducibilidad	0,0000093	8,18
Operador	0,0000093	8,18
Parte a parte	0,0000935	82,49
Variación total	0,0001134	100,00

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 + DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0,0044559	0,0267354	41,85
Repetibilidad	0,0032526	0,0195159	30,55
Reproducibilidad	0,0030455	0,0182733	28,60
Operador	0,0030455	0,0182733	28,60
Parte a parte	0,0096703	0,0580217	90,82
Variación total	0,0106475	0,0638851	100,00

Número de categorías distintas = 3

R&R del sistema de medición para Medida

Fuente: Elaboración Propia

Figura 39. Reporte gráfico del estudio Gage R&R para mantenimiento de máquina

Fuente: Elaboración Propia

Figura 40. Gráfico del estudio Gage R&R para mantenimiento de máquina

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.2.2 Estudio Gage R&R aplicado a la inadecuada manipulación de máquinas

Para estudiar los análisis de congruencia de los atributos se utilizó el estadístico kappa, este tipo de estadísticos son utilizados cuando la variable es del tipo nominal. Mientras sea mayor que congruencia entre mediciones, mayor será el estadístico kappa.

Fórmulas del Estadístico kappa

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \quad P_j = 1 / Nn \cdot \sum_{i=1}^n X_{ij}^n \quad P_e = \sum P_j^2$$

$$P_o = 1 / Nn(n-1) \cdot \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K N_{ij}^2 - Nn \right)$$

Valor del estadístico de Kappa	Interpretación del estadístico
< 0.2	Pobre
0.21 – 0.4	Débil
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Buena
0.81 – 1	Muy buena

Fuente: <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa.htm>

Donde

- *Po*: La proporción de tasadores que están *K* veces de acuerdo
- *N*: número de operadores
- *n*: número de calificadores
- *k*: número de categorías de la escala.
- *nij*: El número de calificadores que asignó la *I* a sujeto a la *J* categoría.
- *Pe*: La proporción esperada de tasadores que están *k* veces de acuerdo.
- *Pj*: La proporción de acuerdo a cada categoría.

Para la realización de este estudio se tomó a cinco operadores al azar y un experto. El experto se encargó de seleccionar 15 máquinas al azar de los cuales cinco se utilizaron

como parámetros y los otros diez se clasificaron en dos, cinco, se encontraban un condiciones aceptables (1) y cinco no estaban en condiciones aceptables (2). Los operarios desconociendo las condiciones de las máquinas, clasificó cada uno de ellos. Las respuestas de cada uno de los operarios se presentan en la tabla 18

Tabla 23: Evaluación de Operadores y Experto para la clasificación de Máquinas Operativas

MUESTRA	OPERADOR					EXPERTO
	1	2	3	4	5	
1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	1	2	2	2
3	1	2	2	2	1	2
4	1	2	2	2	2	2
5	1	1	1	2	2	1
6	1	1	2	2	2	2
7	1	1	1	1	2	1
8	1	1	2	2	2	2
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

La figura 22 muestra los resultados obtenidos de las mediciones por los operadores comparados con la del experto, se observa que el porcentaje más alto de congruencia entre la clasificación del experto con la de un operador es del operador 3 y 4 llegando al 100% y 90% respectivamente mientras que el más bajo es el operador 1 y 5, estos dos últimos son los más bajos debido a su permanencia en la empresa.

Se presenta las clasificaciones de los operarios a la máquina dentro de los parámetros, cuando el experto indicaba que deberían estar fuera de los parámetros y se observa que el operario menor congruencia comparándolo con el experto fue el número 5. En cuanto a las máquinas que se clasificaron como fuera de los parámetros cuando deberían ser considerados dentro se observa un leve aumento para el operario 4 aunque se esperaba que estas fueran todas cero.

El estadístico Kappa para el operario 1 y 5 son considerados como pobre, para el operario 2 débil para el operario 4 buena y para el operario 3 muy buena. Esto nos indica que su mayoría los resultados obtenidos son medianamente mejores que los se observarían si los operarios realizaran la clasificación al azar.

Como se puede observar en la tabla 19 tanto el operario 1 y 5, aun no son lo suficientemente buenos como para considerarlos un buen sistema de medición. Revisando el cuadro estadístico, verificamos que el operario 1,5 y 2 son los de menor valor Kappa, por lo que los mencionados operarios no deben tomar ningún tipo de decisión con respecto a la falta de repuestos. Una acción de mejora es ejecutar un programa de capacitación desarrollando el uso de repuestos y la prevención de los errores (mantenimiento preventivo), tema que será desarrollado en el punto 3.4 (planes de acción).

Figura 41. Acuerdo entre Operadores

Tabla 24: Reporte Estadístico de Estudio Gage R&R para para la clasificación de Máquinas Operativas

Análisis de concordancia de atributos						
Cada evaluador vs. el estándar						
Acuerdo de evaluación						
Evaluador	No. de inspeccionados	No. de coincidencias	Porcentaje	IC de 95%		
Operador 1	10	6	60,00	(26,24; 87,84)		
Operador 2	10	7	70,00	(34,75; 93,33)		
Operador 3	10	10	100,00	(74,11; 100,00)		
Operador 4	10	9	90,00	(55,50; 99,75)		
Operador 5	10	6	60,00	(26,24; 87,84)		
No. de coincidencias: La estimación del evaluador a través las pruebas coincide con el estándar conocido.						
Discrepancia en la evaluación						
Evaluador	# 2 / 1	Porcentaje	# 1 / 2	Porcentaje	No. de combinados	Porcentaje
Operador 1	0	0,00	4	80,00	0	0,00
Operador 2	0	0,00	3	60,00	0	0,00
Operador 3	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Operador 4	1	20,00	0	0,00	0	0,00
Operador 5	2	40,00	2	40,00	0	0,00
# 2 / 1: Evaluaciones a través de ensayos = 2 / estándar = 1.						
# 1 / 2: Evaluaciones a través de ensayos = 1 / estándar = 2.						
No. de combinados: Las evaluaciones de los ensayos no son idénticas.						
Estadísticas Kappa de Fleiss						
Evaluador	Respuesta	Kappa	Error estándar de Kappa	Z	P(vs > 0)	
Operador 1	1	0,04762	0,316228	0,15058	0,4402	
	2	0,04762	0,316228	0,15058	0,4402	
Operador 2	1	0,34066	0,316228	1,07726	0,1407	
	2	0,34066	0,316228	1,07726	0,1407	
Operador 3	1	1,00000	0,316228	3,16228	0,0008	
	2	1,00000	0,316228	3,16228	0,0008	
Operador 4	1	0,79798	0,316228	2,52343	0,0058	
	2	0,79798	0,316228	2,52343	0,0058	
Operador 5	1	0,20000	0,316228	0,63246	0,2635	

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.2.3 Estudio Gage R&R aplicado a la falta de repuestos

Se realizará el mismo análisis donde en este caso se verificará mediante un experto si el stock de repuesto es o no el adecuado.

Tabla 25: Estadístico Kappa para falta de repuestos

MUESTR A	OPERADOR					EXPERTO
	1	2	3	4	5	
1	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2	No	Si	No	Si	No	No
3	Si	No	No	Si	No	No
4	Si	No	No	No	No	No
5	Si	Si	No	No	Si	Si
6	Si	Si	No	No	No	No
7	Si	Si	Si	No	Si	Si
8	Si	Si	No	No	No	No
9	Si	Si	Si	Si	Si	Si
10	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Muestra de concordancia de operadores evaluados

Tabla 26: Estudio Gage R&R aplicado a la falta de repuestos

Análisis de concordancia de atributos para Operador 1; Operador 2; ...					
Cada evaluador vs. el estándar					
Acuerdo de evaluación					
Evaluador	No. de inspeccionados	No. de coincidencias	Porcentaje	IC de 95%	
Operador 1	10	6	60,00	(26,24; 87,84)	
Operador 2	10	6	60,00	(26,24; 87,84)	
Operador 3	10	9	90,00	(55,50; 99,75)	
Operador 4	10	6	60,00	(26,24; 87,84)	
Operador 5	10	10	100,00	(74,11; 100,00)	
No. de coincidencias: La estimación del evaluador a través las pruebas coincide con el estándar conocido.					
Discrepancia en la evaluación					
Evaluador	# 2 / 1	Porcentaje	# 1 / 2	Porcentaje	No. de combinados Porcentaje
Operador 1	0	0,00	4	80,00	0 0,00
Operador 2	1	20,00	3	60,00	0 0,00
Operador 3	1	20,00	0	0,00	0 0,00
Operador 4	2	40,00	2	40,00	0 0,00
Operador 5	0	0,00	0	0,00	0 0,00
# 2 / 1: Evaluaciones a través de ensayos = 2 / estándar = 1.					
# 1 / 2: Evaluaciones a través de ensayos = 1 / estándar = 2.					
No. de combinados: Las evaluaciones de los ensayos no son idénticas.					
Estadísticas Kappa de Fleiss					
Evaluador	Respuesta	Kappa	Error estándar de Kappa	Z	P(vs > 0)
Operador 1	1	0,04762	0,316228	0,15058	0,4402
	2	0,04762	0,316228	0,15058	0,4402
Operador 2	1	0,16667	0,316228	0,52705	0,2991
	2	0,16667	0,316228	0,52705	0,2991
Operador 3	1	0,79798	0,316228	2,52343	0,0058
	2	0,79798	0,316228	2,52343	0,0058
Operador 4	1	0,20000	0,316228	0,63246	0,2635
	2	0,20000	0,316228	0,63246	0,2635
Operador 5	1	1,00000	0,316228	3,16228	0,0008
	2	1,00000	0,316228	3,16228	0,0008

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3 Gráficos de Control de las variables cuantitativas

3.3.3.3.1 Gráfico de control aplicado a la falta de mantenimiento de las máquinas

Para nuestro caso se utiliza los gráficos de la media y desviación estándar. Para ello se tomaron medidas de eficiencia de las máquinas en estudio. Se tomaron 25 muestras y como se aprecia en la gráfica 20, se encuentra 4 puntos fuera de control (muestras: 11, 19, 20 y 21), por lo que se concluye que el proceso no está bajo control. Una explicación a los puntos fuera de control puede ser al deficiente control que realiza el operador, dado que la frecuencia con la que la realiza la inspección de los polos es de forma aleatoria, a la amplia frecuencia con la que realizan las inspecciones y debido a las paradas de máquina. En la gráfica se aprecia tendencias descendentes de la eficiencia debido a que

falta un mantenimiento calendarizado, es por ello que las máquinas en malas condiciones se oxidan y reciben un inadecuado mantenimiento y se presenta los descensos que afectan a la producción.

Finalmente los puntos fuera de control están tanto fuera de los límites de control y los límites de especificación, por lo que se está trabajando con máquinas en malas condiciones

Figura 43. Gráfica de control de la falta de mantenimiento de las máquinas

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3.2 Gráfico de control aplicado a la inadecuada manipulación de máquinas

Para este análisis también se usaran graficas de control basadas en la media y la desviación estándar dado que lo que se va a medir cual es qué tanto conocen sobre la manipulación de las maquinas es por ello que se analizará en fallas por muestra así se determinará la “eficiencia” de cada operario. Teniendo en cuenta los límites de especificación propuesta por la empresa vemos que de una muestra de 12 operarios, 5 de ellos no cumplen con los mínimos requerimientos (7, 8, 10, 11 y 12 en la gráfica 21) lo cual nos indica que el proceso no se encuentra bajo control. De este análisis vemos que

la empresa no cuenta con trabajadores debidamente capacitados lo cual representa un riesgo sumado a la falta de mantenimiento mencionado en el punto anterior.

Figura 44. Gráfica de control aplicada a la inadecuada manipulación de máquinas

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.3.3. Estudio Gage R&R aplicado a la falta de repuestos

Para este caso solo haremos una comparación dado que de una muestra 12 máquinas de distintos tipos se ha encontrado que 7 de ellas carecen de repuestos lo que generarían retrasos en la confección de los polos.

3.3.3.4 Capacidad del proceso

3.3.3.4.1 Capacidad de proceso para la falta de mantenimiento

Figura 45. Prueba de Normalidad

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la gráfica 22, vemos que los valores de la eficiencia de la máquina siguen una distribución normal, dada que el P-val. Es mayor al nivel de significación.

Valor de Cp

Para el caso de capacidad de proceso por variables tenemos un valor de Cp de 0.51, el cual nos indica según la tabla 22, que nuestro proceso no es capaz, por lo tanto se considera un proceso para someterlo a mejoras. Se puede visualizar la cola izquierda de la gráfica de la gráfica 23 cae fuera de los límites de especificación, esto significa que veremos ocasionalmente productos que no cumplen con las especificaciones del cliente. Por último el valor de PPM total es 96000, lo que nos indica que de cada millón de polos que se producen, esta cantidad estará por fuera de los límites de especificación.

Figura 46. Gráfico de control aplicado a la inadecuada manipulación de máquinas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Interpretación de la Capacidad del Proceso

Valor	Interpretación del índice Cp.
<1.0	Proceso Incapaz
Entre 1.0 – 1.33	Proceso apenas capaz
> 1.33	Proceso de capaz

3.3.3.4.2. Capacidad de proceso aplicado a la inadecuada manipulación de máquinas

Prueba de normalidad

Para este estudio se utiliza los mismos valores tomados en los gráficos de control. Como podemos apreciar en la gráfica 24, vemos la manipulación de máquinas sigue una distribución normal dado que el valor del P-Val es mayor a 0.01.

Figura 47. Prueba de Normalidad de los Residuales

Fuente: Elaboración propia

Valor de Cp

El valor de Cp, lo vemos en la gráfica 25, el cual nos indica que el proceso no es capaz (Cp= 0,45).

Figura 48. Gráfico de Capacidad de procesos aplicado a la inadecuada manipulación de máquinas

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.5. Nivel Six Sigma

El nivel Six Sigma evalúa el proceso basado en el nivel sigma, con la finalidad de estandarizar dicha evaluación, para ello se toma un valor de 11, para la oportunidad por unidad, dado que son estos los tipos de defectos que se pueden presentar en la confección de los polos (tabla 23).

Tabla 28: Nivel Sigma del Proceso

Descripción	
Unidades	942002
Oportunidades por Unidad	11
Defectos	97026
Sigma Shift	1,5
Defectos por Unidad (DPU)	0,10
DPMO	9364
Defectos (%)	0,009
Yiel (%)	0,991
Nivel Sigma	3,85

3.4 Desarrollo De La Fase De Análisis

3.4.1 Identificación de causas raíces o fuentes de variación

Una vez identificadas las variables a medir, se identificó las variables del proceso las cuales además son las causas por las cuales surgen las variaciones en las eficiencias en las máquinas, el inadecuado uso de las máquinas y su falta de repuestos.

3.4.2 El Diseño de experimentos

En el presente trabajo se realizó un diseño de experimentos como parte del método científico - estadístico y una de las formas es acerca de cómo funciona el proceso de confección de polos.

En el diseño de experimento se realizó una serie de pruebas en las cuales se induce cambios en las variables de entrada del proceso, de manera que sea posible observar e identificar las causas de las variaciones en la variable de salida.

El objetivo que se busca lograr con el diseño de experimento es mejorar el rendimiento y reducir la variabilidad del proceso.

3.4.3 Metodología a emplear para el diseño de experimentos

Como primer punto se identificó el principal problema por el cual atraviesa la empresa la falta de mantenimiento de las máquinas, las cuales son rechazadas por el control de calidad de la organización y el cliente.

Como segundo punto se tiene elegido que factores se van a utilizar para el diseño de experimentos y sus respectivos niveles específicos de cada uno de ellos.

Como tercer punto se tiene enfocado la variable de respuesta o variable dependiente, las máquinas incapaces de trabajar u operar.

La elección del diseño experimental, este cuarto punto se puede simplificar si los anteriores puntos se identificaron de manera adecuada. En nuestro caso se empleará un diseño de experimentos factoriales completo, con 3 factores ($k=3$), 2 niveles para cada factor y 2 réplicas para cada experimento. Al realizarse el experimento se verifica que todo este según lo planeado para así evitar los errores. Para el análisis de datos se utilizará herramientas estadísticas.

3.4.4 Los Experimentos y tablas

Para realizar los experimentos primero se realizó un producto patrón, el cual nos servirá como guía para la identificación de los productos no conformes.

Tabla 29: Características del producto patrón

Factores	Características
Eficiencia de la máquina (D)	0,85
Manipulación de la máquina (C)	0,9
Falta de repuestos (M)	muy bueno- bueno (+1)

Fuente: Elaboración Propia

Los experimentos se basarán de:

Tabla 30: Características del producto patrón

Factores	Nivel 1	Nivel2
Eficiencia de la máquina	0,8	0,9
Manipulación de la máquina	1	0,8
Falta de repuestos	muy bueno- regular (-1)	muy bueno- bueno (+1)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Tabla de experimentos

EXP.	FACTORES			INTERACCION DE FACTORES				Comb	% NO CONFORMES	
	D	C	M	DC	DM	CM	DCM		REPLICA 1	REPLICA 2
1	-	+	+	-	-	+	-	(1)	5%	4%
2	-	+	-	-	+	-	+	a	41%	47%
3	+	+	+	+	+	+	+	b	19%	17%
4	+	+	-	+	-	-	-	ab	61%	69%
5	-	-	+	+	-	-	+	c	15%	11%
6	-	-	-	+	+	+	-	ac	51%	45%
7	+	-	+	-	+	-	-	bc	15%	17%
8	+	-	-	-	-	+	+	abc	77%	83%

Fuente: Elaboración Propia

En la presente tabla (tabla 26) se muestra los diferentes experimentos que se realizaron, con sus respectivas características y resultados, es decir, el porcentaje de productos no conformes.

3.4.5 Análisis de resultados de los experimentos

Al finalizar cada uno de los experimentos se analizó la variable porcentaje de no conformes. Para ellos utilizamos la información recogida tanto en el diagrama de Pareto y la prueba de normalidad.

Tabla 32: Análisis del análisis Anova para el diseño factorial completo

Términos	Efecto	Coef.	SE Coef	T	P
Constant	0.3588	0.0091	39.420	0.00	0.000
D	0.1775	0.0887	0.0091	9.75	0.000
C	-0.0675	-0.0338	0.0091	-3.71	0.006
M	-0.4675	-0.2338	0.0091	-25.69	0.000
D*C	0.0025	0.0013	0.0091	0.14	0.894
D*M	-0.0875	-0.0437	0.0091	-4.81	0.001
C*M	0.0275	0.0138	0.0091	1.51	0.169
D*C*M	0.0575	0.0288	0.0091	3.16	0.013
S = 0.0364005 R-Sq = 99.01% R-Sq(adj) = 98.15%					

Fuente: Elaboración Propia.

Al ver la tabla 27, el valor de P definido como el mínimo valor de rechazo, se utiliza para ver si un factor tiene efecto alguno sobre la variable de salida (Y), si el valor de alfa (α) es mayor o igual que el valor P de un factor, se puede llegar a la conclusión de que dicho factor tiene influencia en la variable de salida.

Para nuestro caso el alfa es de 0.05 y que la eficiencia de la máquina, la mala manipulación de la máquina, la falta de repuestos, la interacción de la eficiencia – falta de repuestos y la interacción de los tres factores son estadísticamente significativas. El valor de R-Sq (adj) es de 98.15 %, indica el porcentaje de variación de la respuesta explicada por el modelo.

3.4.5.1 El Diagrama de Efectos Principales

Una vez realizado un diagrama de efectos principales vemos la importancia de la eficiencia de las máquinas, se llega a la conclusión de que a medida que la eficiencia aumenta el porcentaje de conformes lo hace de igual manera. Al ver el segundo diagrama de la mala manipulación tiene un menor efecto.

Finalmente al ver el tercer diagrama de los repuestos, vemos que si utilizamos malos repuestos igual al patrón el porcentaje de no conformes es menor en un gran margen a que si se utiliza un buen repuesto. En conclusión la falta de repuestos tiene un efecto más grande que la falta de mantenimiento y la eficiencia.

3.4.5.2 El Diagrama cúbico

El Diagrama cúbico muestra la combinación de los niveles de los diferentes factores, como podemos apreciar la menor cantidad de productos no conformes se presenta cuando se utiliza adecuadamente una máquina (del tipo 1), y buenos repuestos por debajo del patrón (1.8), ello nos da un valor de 0.03.

Figura 49. Diagrama de cubo que muestra los valores de las diferentes combinaciones para los valores bajos y altos de los factores

Fuente: Elaboración propia.

3.4.5.3 Análisis de los Valores Residuales y Ajustes

Figura 50. Diagrama de la normalidad de los residuales

Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Prueba de Normalidad de los Residuales

Fuente: Elaboración propia

Al ver la gráfica 27 y 28 de los valores residuales, se identificó una normalidad de los residuales dado que el Pval es mayor a 0.05, esto apoya la conclusión de que los factores son los únicos de efecto significativo, se verificó además que los residuos son independientes, por otra parte, en el histograma de los residuales no se aprecia una curva normal, esto posiblemente debido a que el tamaño de muestra es pequeño. La gráfica de residuales-estimados, la utilizamos para verificar que no se omite ningún termino cuadrático y demostrar que la variación es constante a través de todos los valores ajustados, además se observa que las longitudes de las “líneas” verticales no son iguales, sus diferencias son mínimas, por lo tanto se acepta la suposición de varianza constante. En la gráfica de independencia se observa aproximadamente una simetría debido posible a la mínima diferencias entre los valores obtenidos en las replicas del experimento, por otra parte las fluctuaciones aleatorias en la banda horizontal (sobre el cero) apoya la independencia.

3.5 Desarrollo De La Fase De Mejora o Implementación

Se mencionó en la presente tesis que la capacitación del personal, es un requerimiento del tipo obligatorio y según la definición del problema se detalló que las quejas y reclamos en el periodo de Enero-Diciembre han sido exclusivamente por este tipo de

defecto, es decir, la empresa no está cumpliendo con un requerimiento que es obligatorio para el cliente, causándole así una insatisfacción.

Una vez definida la situación actual, se comienza a mejorarla, en este caso a minimizar las cantidades de productos no conformes, para ello se buscará optimizar los valores de los principales factores.

3.5.1 Optimización de la respuesta

Se definieron los tres principales factores: la eficiencia de las máquinas, la adecuada manipulación de las máquinas y la presencia de buenas herramientas. Para minimizar el porcentaje de no conformes, se debe fijar la eficiencia a un valor de 0.8, la manipulación de máquinas a 90% y 100%, y utilizar buenos repuestos.

Esto nos quiere decir que es de suma importancia realizar un control del material antes de confección. Si la máquina y el operario no se encuentren en las mejores condiciones, es recomendable no realizar la confección, pues como consecuencia se obtendrá un alto porcentaje de productos no conformes.

En conclusión:

Si se garantiza una eficiencia estándar de las máquinas y un rendimiento estándar de los operarios luego de la implementación de una capacitación y un programa de mantenimiento global en la empresa (Ver Anexo 4: Gestión de Mantenimiento), la empresa registrará importante variaciones que lo beneficiarán económicamente.

3.5.2 Planes de acción

3.5.2.1 Capacitaciones al personal.

En la presente tesis no sólo basta plantear los valores óptimos a los cuales debe trabajar el proceso de confección; sino además se tiene que tener en cuenta el factor humano, ya que, tal como se vio anteriormente: La fase de medición, los operarios arrojaron índices de deficiencias en lo relacionado a la percepción de manchas o deficiencias en las máquinas, es por ello que se plantea capacitar al personal con la finalidad de corregir estas deficiencias y reforzar sus conocimientos teóricos y así obtener óptimos resultados. En ese sentido, la capacitación sería en base a temas relacionados:

- Máquinas de coser industriales
- Calidad de prendas de vestir
- Errores más frecuentes en el proceso de confección de polos

Es por ello que se plantea un programa de capacitación al personal, el cual deberá programarse trimestralmente, dado que el personal se renueva en este periodo

3.5.2.2. Elaboración de instrucciones de trabajo.

La documentación es un punto también importante a la hora de realizar los trabajos, pues sirven como apoyo. La incorporación de una instrucción de trabajo que se adapte a la realidad del proceso, de útil y de fácil entendimiento nos ayudará a estandarizar el trabajo.

3.5.2.3 Calibración de equipos.

La calibración de los equipos de medición que se utiliza en la parte operativa es un punto relevante a la hora de realizar los trabajos y tal como se vio anteriormente: Desarrollo de la fase de medición, los expertos en supervisión fueron y serán instrumentos de gran importancia al momento de la confección, es por ello; que los resultados obtenidos en el estudio Gage R&R, sirvieron para realizar la calibración de los equipos, pero las calibraciones deben realizarse periódicamente para así operar en condiciones óptimas. Finalmente para mantener un control de las calibraciones se plantea un formato de calibración y renovación de equipos.

3.5.2.4 Implementación de una Gestión de Mantenimiento

Básicamente se centrará en la implementación de un programa TPM (Mantenimiento de Producción Total) debido al mantenimiento inadecuado que reciben los distintos tipos de máquinas y la falta de herramientas o presencia de herramientas en mal estado. Mediante el programa TPM mejorará la capacidad del proceso, la calidad del producto y la productividad.

3.6 Desarrollo De La Fase De Control

La fase de control verifica las mejoras para asegurar que se haya cumplido con los objetivos y que sean sostenidas en el tiempo. Se encarga de investigar el estado del proceso una vez más con un gráfico de control, con el fin de determinar la calidad de la mejora. En nuestro caso, debido a que se reduce el porcentaje de polos rechazados por la

manchas en ellos (ya explicados las razones); es necesario mantener este índice de mejora para futuras producciones.

3.6.1 Gráfico de control para el mantenimiento de las máquinas

Para llevar el control del mantenimiento, el operario mantiene un control permanente tomando una muestra aleatoria durante la producción, el objetivo es mantener la eficiencia en 0,80 a más.

Como se puede apreciar en la gráfica 29 el mantenimiento de las máquinas se mantiene dentro de los límites de control y los nuevos límites de especificación (0.71- 0.78), además se logra observar un patrón en las eficiencias, debido a que la máquina tiende a deteriorarse cuando los repuestos no son los adecuados o no se reemplazan a tiempo y para mantener su constancia, el operador debe limpiar la máquina (o pre-mantenimiento) y asegurar que el problema no persista caso contrario llamar al personal de mantenimiento.

Figura 52. Gráfico de control del mantenimiento de las maquinas

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Gráfico de control de la manipulación de las máquinas.

El objetivo es que el conocimiento del uso de máquinas sea superior al 80%, los límites de especificación se han reducido debido a que no es viable tener una conductividad muy

por encima de los 0,8 , dado a que se produce otro tipo de defecto, es por ello que el equipo definió los nuevos límites de especificación.

Figura 53. Gráfico de control para la manipulación de las máquinas

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la gráfica 30 no se tiene puntos fuera de los límites de control, ni de los nuevos límites de especificación. La tendencia de la manipulación de máquinas se mantiene en el tiempo dado que el operario incrementa su conocimiento sobre el tema luego de las capacitaciones mencionadas.

3.6.3 Capacidad de proceso después de la mejora.

3.6.3.1 Capacidad de proceso de la eficiencia de las máquinas

Figura 54. Capacidad de proceso de la eficiencia de las maquinas

Fuente: Elaboración propia

Al revisar la gráfica 31, se aprecia un valor de Cp de 1,47, mejorando, pero aun siendo un proceso capaz, además la media del proceso es algo inferior al objetivo y que la cola izquierda y derecha de la gráfica caen fuera de los límites de especificación, esto significa que veremos ocasionalmente productos que no cumplen con las especificaciones del cliente.

3.6.3.2 Capacidad de proceso de manipulación de máquinas

Figura 55. Capacidad de proceso para la manipulación de máquinas

Fuente: Elaboración propia

Al revisar la gráfica 32, se aprecia un valor de Cp de 2.87, siendo un proceso capaz, pero ha disminuido en valor debido a que los límites de especificación se han reducido. Se aprecia además que la media del proceso es algo inferior al objetivo y que la cola izquierda y derecha de la gráfica caen dentro de los límites de especificación.

3.6.3.2 Nivel Six Sigma después de la mejora

Tabla 33: Nivel Sigma del Proceso Mejorado

Descripción	
Unidades	942002
Oportunidades por Unidad	11
Defectos	47100
Sigma Shift	1,5
Defectos por Unidad (DPU)	0,05
DPMO	4545
Defectos (%)	0,005
Yiel (%)	0,995
Nivel Sigma	4,11

Elaboración Propia

Para nuestro proceso de impresión, al tomar la anual del 2013, se llega a la conclusión que el nivel sigma ha mejorado de 3,85 a 4.11, es decir mejoró en aproximadamente 6.69%.

CAPITULO IV. VALIDACIÓN DEL MODELO

4.1 Modelación del Proceso de Producción

Para este punto se ha diseñado un diagrama de flujo el cual contempla todos los procesos que se llevan a cabo durante la confección de los polos que produce la empresa Best Cotton. Durante el levantamiento de información se corroboró que no tienen un flujo definitivo por ese motivo se diseñó el diagrama de flujo detallado en la figura 24 donde se puede observar que claramente cada uno de los problemas encontrados y explicados en el capítulo 3 los cuales eran:

- Tiempo elevado de abastecimiento interno
- Porcentaje elevado de mermas
- Porcentaje elevado de productos defectuosos

Donde las principales razones de estos problemas eran los siguientes

- Falta de mantenimiento
- Falta de repuestos
- Mala manipulación de máquina
- Mala calidad de tela
- Retraso en la producción

Para ello se han identificado 10 oportunidades de mejora que han sido tomados en cuenta para la propuesta de mejora y que serán considerados en la simulación respectiva. La OM1 se enfoca en el corte donde los factores más importantes son la falta de repuestos, mala manipulación de máquinas y la falta de mantenimiento es por ello que en el capítulo anterior se indicó que se implementaría un programa de mantenimiento total que nos ayude a minimizar los problemas mencionados.

Figura 56. Diagrama de flujo actual de la empresa Best Cotton

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado la segunda oportunidad de mejora hace incapié al elevado porcentaje de mermas donde la principal razón de este problema era la mala ubicación de los moldes además de la falta de su revisión. Para la tercera oportunidad de mejora el objetivo será reducir considerablemente el mantenimiento preventivo. Definitivamente va de la mano con el programa de mantenimiento total dado que al realizar un mantenimiento continuo las probabilidades de que una máquina se malogre se reducen al mínimo.

Parte del proceso de control en la aplicación de Lean Six Sigma era la de establecer gráficas de control y eso por ello que al identificar la oportunidad de mejora número 4 definiremos los estándares que se respetaran luego de haber implementado la mejora (plan de mantenimiento total, capacitación de operarios, reposición de repuesto y compra de nuevos activos). De igual manera se dará con la oportunidad de mejora 5 la cual se relaciona con el programa de mantenimiento total, solo que en este caso relacionada a la maquinaria ubicada en el quinto piso que se dedica al proceso de costura y al mismo tiempo reducir la recurrencia del mantenimiento correctivo señalado en la OM 6 (oportunidad de mejora 6). Las OM7, OM8 Y OM9 se relacionan al proceso de acabado y con ello controlaríamos el tercer problema la cual refiere al porcentaje elevado de productos terminados defectuosos. La última oportunidad de mejora se relaciona más al proceso de abastecimiento la cual es evaluar a los proveedores que no cumplan con los requerimientos de la empresa.

La propuesta de mejora del proceso de confección de polos busca cumplir con cada uno de los indicadores definidos en el capítulo 3, para ello se ha diseñado un diagrama de flujo que reflejara las propuestas de mejora, detallando en ella información recopilada de los resultados de cada uno de los procesos realizados y plasmada en gráficas de control e indicadores que veremos en el figura 25.

Figura 57. Diagrama de flujo propuesta de la empresa Best Cotton

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Validación de modelo

Oportunidad de mejora 1

Para la solución de OM 1 es importante recordar la problemática de la primera oportunidad de mejora la cual era el mal funcionamiento de las máquinas en el área de corte, las cuales se deben a los siguientes factores justificados en el capítulo 3:

- La mala eficiencia de las máquinas de corte
- La falta de algún programa de mantenimiento
- La falta de herramientas
- La falta de conocimientos de máquinas (capacitación)

Para ello se propuso implementar el TPM (Mantenimiento de producción total - Gestión de Mantenimiento – Anexo 4) para los distintos tipos de máquinas. Para la verificación del cumplimiento del TPM es necesario cumplir con las 20 actividades indicadas en la tabla 29. Una vez realizadas las 20 actividades se realizará un checklist verificando su cumplimiento.

Tabla 34: Proceso a seguir para la aplicación del mant. Productivo total (TPM)

<i>Actividades a realizar</i>
Descripción del proceso productivo
Diagramar el flujo de operación
Identificación de equipos e instalaciones
Definir el índice de producción y mantenimiento
Requerimiento de material para relevamiento de información
Auditoria de datos
Definir características críticas
Rotular las características críticas
Sistematización de información de mantenimiento
Verificación de costos del mantenimiento
Implementación de los diversos tipos de mantenimiento
Estrategias de mejoras en la gestión de mantenimiento
Definir posibles indicadores de gestión
Definir % de cumplimiento de ppto de mantenimiento
Medir # de incidentes de trabajo
Definir % de falla de equipos críticos
Verificar el % de quejas o reclamos de los clientes
Definir políticas para la gestión de mantenimiento
Retroalimentación del sistema de mantenimiento
Documentar información que se considere pertinente

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: KPI 1 – Cumplimiento del TPM para las máquinas de corte

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36: KPI 2 - Eficiencia de las máquinas de corte

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37: Comparativo del muestreo de eficiencias de máquinas de corte (Actual vs Propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

117

Figura 58. KPI 3 - Capacidad de proceso para proceso de corte (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver hay un cambio importante respecto al CP. Además del KPI 3 se decidió establecer un cuarto indicador que nos ayudará a saber que los datos, en este caso la eficiencia de máquinas, siguen una distribución normal. Para ello elaboramos la prueba de normalidad (KPI 4) la cual se puede observar en el cuadro 9.

Figura 59. KPI 4 - Prueba de normalidad para las máquinas de corte (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente y teniendo en cuenta la metodología a implementar en el proyecto de investigación controlaremos el proceso mediante unas gráficas de control donde midamos la eficiencia de las máquinas de corte. (Véase cuadro 10)

Figura 60. Gráficas de control para eficiencia de máquinas de corte (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Oportunidad de mejora 2

Para la segunda oportunidad de mejora la cual es el porcentaje elevado de las mermas por rollo de tela luego del proceso de corte los factores encontrados fueron los siguientes:

Tabla 40: Porcentaje de Mermas por corte - Propuesto

Mes	Kg Procesados	Mermas generadas	% de merma propuesto
Enero	8,740	149	2%
Febrero	6,700	141	2%
Marzo	19,900	418	2%
Abril	19,440	408	2%
Mayo	42,980	1,332	3%
Junio	7,220	137	2%
Julio	12,020	216	2%
Agosto	13,340	267	2%
Septiembre	19,260	385	2%
Octubre	15,960	207	1%
Noviembre	16,300	212	1%
Diciembre	3,480	70	2%

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro 11 se puede observar como al inicio los porcentaje superaban el 2 % y era muy inestable debido a las constantes paradas ya sea por ineficiencia del operario, falla de máquinas, entre otros. Ahora con la implementación del TPM para el área de corte vemos que las gráficas no sobrepasan los límites de control (cuadro 9).

Figura 61. KPI 6 - Gráficas de control para el % de mermas por corte de tela (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Oportunidad de mejora 3

En este caso el principal problema es la alta frecuencia de mantenimiento correctivo y esto se debe a:

- Uso de repuestos en mal estado (falta de repuestos)
- Falta de supervisión gradual de las máquinas (falta de programa de mantenimiento)

La solución frente a este problema se propuso al inicio y es la implementación del TPM; sin embargo, el enfoque para esta oportunidad de mejora no será por eficiencias sino por el número de paradas imprevistas por lote de producción, este será nuestro KPI 7 y reflejado en el KPI 8 el cual mide el tiempo muerto por lote de producción (cuadro 13).

Tabla 41: KPI 7 – Número de paradas imprevistas en el proceso de corte y KPI 8 – Tiempo muerto en al proceso de corte

Imprevistos de Trabajo en máquinas de corte	=	# de paradas imprevistas en un semana	Tiempo muerto de trabajo en corte	=	Horas de trabajo sin avance en una semana
		0			Menor a 3
		Entre 1 y 4			Entre 3 y 5
		más de 4			más de 5

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta la información en el cuadro 13 procedemos calcular los indicadores mencionados luego de implementado el TPM.

Tabla 42: Comparativo del KPI 7 Y KPI 8 (Actual vs propuesto)

Indicadores de gestión 7 y 8 para el proceso de corte – actual

Mes	Paradas por semanas	Semanas en un mes	Total de paradas	Tiempo paralizado (Hrs)
Enero	4	4	16	11
Febrero	3	4	12	9
Marzo	4	4	14	10
Abril	3	4	13	10
Mayo	5	4	18	12
Junio	4	4	15	11
Julio	4	4	16	11
Agosto	3	4	11	9
Septiembre	3	4	12	9
Octubre	4	4	15	11
Noviembre	3	4	12	9
Diciembre	3	4	11	9

Indicadores de gestión 7 y 8 para el proceso de corte – propuesto

Mes	Paradas por semanas	Semanas en un mes	Total de paradas	Tiempo paralizado (Hrs)
Enero	0	4	0	3
Febrero	0	4	0	3
Marzo	0	4	0	3
Abril	1	4	4	5
Mayo	2	4	8	7
Junio	0	4	0	3
Julio	0	4	0	3
Agosto	0	4	0	3
Septiembre	0	4	0	3
Octubre	0	4	0	3
Noviembre	0	4	0	3
Diciembre	0	4	0	3

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en el cuadro 14 vemos que el número de paradas imprevistas por proceso de corte se ha reducido en 30% generando que los tiempos muertos se reduzcan. Hay que tener en cuenta que los tiempos no pueden ser cero dado que en cierto momento se requerirá para calibración o habilitación respectiva.

Oportunidad de mejora 4

Para esta parte del proceso el problema es totalmente cualitativo lo que se busca con la OM4 es documentar los resultados de la OM 1 al OM 3 y para ello se hará un checklist de los siguientes documentos:

- Informe al jefe de planta
- Reporte de conformidad y generar justificación de las ineficiencias

Oportunidad de mejora 5

La OM5 hace referencia al problema en el área de costura donde las máquinas suelen tener muchas paradas y por ende requieren un mantenimiento correctivo para continuar con el proceso, al igual que la primera oportunidad de mejora el TPM será la solución para el correcto funcionamiento de las máquinas.

Tabla 43: KPI 9 – Cumplimiento de del TPM para máquinas de costura y KPI 10 – Eficiencia de las máquinas de costura

Cumplimiento del TPM para costura = $\frac{\text{\# de Actividades Realizadas}}{\text{\# de Actividades Programadas}} \times 100$

	Igual o mayor que 95 %
	Entre 80 y 95 %
	Menor a 85 %

Eficiencia de máquinas de costura = $\frac{\text{\# Prendas cortadas correctamente}}{\text{\# de Prendas procesadas}} \times 100$

	Igual o mayor que 90 %
	Entre 80 y 90 %
	Menor a 80 %

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44: Comparativo del muestreo de eficiencias de máquinas de costura

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro 16 el comportamiento de las máquinas no ha cambiado mucho debido a que es una interfaz que no depende del corte sino de la calidad de la tela. Se menciona ahora sólo la tela dado que este nuevo escenario indica que no habrá paradas (respetando el rango de errores permitidos). Para corroborar lo mencionado realizamos nuevamente la prueba de normalidad (KPI 11) que se podrá comparar en el cuadro 17.

Figura 62. KPI 11 - Prueba de normalidad para las máquinas de costura (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos ver la prueba nos indica que los datos tienen una distribución normal. Sin embargo, no es suficiente con que los datos tengan una distribución sino que debemos corroborar si la distribución para ello calculamos el CP (KPI 12).

Figura 63. KPI 12 - Capacidad de proceso para proceso de costura (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Todos los datos serán controlados mediante las gráficas de control. (Véase cuadro 19)

Figura 64. Gráficas de control para eficiencia de máquinas de costura (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Oportunidad de Mejora 6

En este caso el principal problema es la alta frecuencia de mantenimiento correctivo y esto se debe a:

- Uso de repuestos en mal estado (falta de repuestos)
- Falta de supervisión gradual de las máquinas (falta de programa de mantenimiento)

La solución frente a este problema se propuso al inicio y es la implementación del TPM; sin embargo, el enfoque para esta oportunidad de mejora no será por eficiencias sino por el número de paradas imprevistas por lote de producción en costura, este será nuestro KPI 13 y reflejado en el KPI 14 el cual mide el tiempo muerto por lote de producción (Véase cuadro 20).

Tabla 45: KPI 13 – Número de paradas imprevistas en el proceso de costura y KPI 14 – Tiempo muerto en al proceso de costura

Imprevistos de Trabajo en máquinas de costura = # de paradas imprevistas en un semana

	1
	Entre 2 y 5
	más de 5

Tiempo muerto de trabajo en costura = Horas de trabajo sin avance en una semana

	Menor a 18
	Entre 18 y 33
	más de 33

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta la información en el cuadro 21 procedemos calcular los indicadores mencionados luego de implementado el TPM.

Tabla 46: Comparativo del KPI 13 Y KPI 14 (Actual vs propuesto)

Indicadores de gestión 13 y 14 para el proceso de costura - actual

Mes	Paradas por semanas	Semanas en un mes	Total de paradas (KPI 13)	Tiempo paralizado (Hrs) (KPI 14)
Enero	4	4	16	29
Febrero	3	4	12	26
Marzo	5	4	20	31
Abril	3	4	12	26
Mayo	6	4	24	34
Junio	5	4	20	31
Julio	4	4	16	29
Agosto	3	4	12	26
Septiembre	5	4	20	31
Octubre	3	4	12	26
Noviembre	2	4	8	23
Diciembre	5	4	20	31

Indicadores de gestión 13 y 14 para el proceso de costura – propuesto

Mes	Paradas por semanas	Semanas en un mes	Total de paradas (KPI 13)	Tiempo paralizado (Hrs) (KPI 14)
Enero	1	4	4	21
Febrero	0	4	0	18
Marzo	1	4	4	21
Abril	0	4	0	18
Mayo	2	4	8	23
Junio	1	4	4	21
Julio	0	4	0	18
Agosto	1	4	4	21
Septiembre	1	4	4	21
Octubre	0	4	0	18
Noviembre	0	4	0	18
Diciembre	1	4	4	21

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en el cuadro 21 vemos que el número de paradas imprevistas por proceso de costura se ha reducido en 25% generando que los tiempos muertos se reduzca. Hay que tener en cuenta que los tiempos no pueden ser ceros dado que en ciertos momento necesitarán un momento para calibración o habilitación respectiva.

Oportunidad de mejora 7

Esta oportunidad de mejora se relaciona al último proceso el cual es el de acabado y para ello las máquinas ya deben estar en las óptimas condiciones. El TPM también participa del mencionado proceso y para ello las máquinas de acabado serán sometidas al programa de mantenimiento total respetando los parámetros indicados en el cuadro 22.

Tabla 47: KPI 15 – Cumplimiento de del TPM para máquinas de acabado y KPI 16 – Eficiencia de las máquinas de acabado

de las máquinas de acabado

Cumplimiento del TPM para acabado = $\frac{\text{\# de Actividades Realizadas}}{\text{\# de Actividades Programadas}} \times 100$

	Igual o mayor que 95 %
	Entre 80 y 95 %
	Menor a 85 %

Eficiencia de máquinas de acabado = $\frac{\text{\# Prendas cortadas correctamente}}{\text{\# de Prendas procesadas}} \times 100$

	Igual o mayor que 85 %
	Entre 75 y 85 %
	Menor a 75 %

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48: Comparativo del muestreo de eficiencias de máquinas de acabado

[illegible]

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro 23 el comportamiento de las máquinas no ha cambiado mucho debido a que es una interfaz que no depende del corte sino de la calidad de la tela. Se menciona ahora sólo la tela dado que este nuevo escenario indica que no habrá paradas (respetando el rango de errores permitidos). Para corroborar lo mencionado realizamos nueva mente la prueba de normalidad (KPI 17) que se podrá comparar en el cuadro 24.

Figura 65. KPI 17 - Prueba de normalidad para las máquinas de acabado (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos ver la prueba nos indica que los datos se siguen asemejando a la tendencia. Sin embargo, no es suficiente con que los datos se acerquen a la tendencia sino que debemos corroborar si la distribución para ello calculamos el KPI 18 – CP (Véase cuadro 25)

Figura 66. KPI 18 - Capacidad de proceso para proceso de corte (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Todos los datos serán controlados mediante las gráficas de control (cuadro 26)

Figura 67. Gráficas de control para eficiencia de máquinas de acabado (actual vs propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Oportunidad de mejora 8

La solución frente a este problema se propuso al inicio y es la implementación del TPM; sin embargo, el enfoque para esta oportunidad de mejora no será por eficiencias sino por el número de paradas imprevistas por lote de producción, este será nuestro KPI 19 y reflejado en el KPI 20 el cual mide el tiempo muerto por lote de producción.

Tabla 49: KPI 19 – Número de paradas imprevistas en el proceso de acabado y KPI 20 – Tiempo muerto en al proceso de acabado

Imprevistos de Trabajo en máquinas de acabado = # de paradas imprevistas en un semana	Tiempo muerto de trabajo en acabado = Horas de trabajo sin avance en una semana												
<table border="1"> <tr><td></td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>Entre 1 y 3</td></tr> <tr><td></td><td>más de 3</td></tr> </table>		0		Entre 1 y 3		más de 3	<table border="1"> <tr><td></td><td>Menor a 2</td></tr> <tr><td></td><td>Entre 2 y 4</td></tr> <tr><td></td><td>más de 4</td></tr> </table>		Menor a 2		Entre 2 y 4		más de 4
	0												
	Entre 1 y 3												
	más de 3												
	Menor a 2												
	Entre 2 y 4												
	más de 4												
Fuente: Elaboración Propia													

Teniendo en cuenta la información en el cuadro 27 procedemos calcular los indicadores mencionados luego de implementado el TPM.

Tabla 50: Comparativo del KPI 19 Y KPI 20 (Actual vs propuesto)

Indicadores de gestión 19 y 20 para el proceso de acabado - actual

Mes	Paradas por semanas	Semanas en un mes	Total de paradas (KPI 19)	Tiempo paralizado (Hrs) (KPI 20)
Enero	4	4	16	13
Febrero	4	4	16	13
Marzo	3	4	12	11
Abril	4	4	16	13
Mayo	5	4	20	15
Junio	2	4	8	8
Julio	4	4	16	13
Agosto	3	4	12	11
Septiembre	2	4	8	8
Octubre	3	4	12	11
Noviembre	3	4	12	11
Diciembre	3	4	12	11

Indicadores de gestión 19 y 20 para el proceso de acabado - propuesto

Mes	Paradas por semanas	Semanas en un mes	Total de paradas (KPI 19)	Tiempo paralizado (Hrs) (KPI 20)
Enero	2	4	8	8
Febrero	2	4	8	8
Marzo	2	4	8	8
Abril	1	4	4	6
Mayo	3	4	12	11
Junio	2	4	8	8
Julio	3	4	12	11
Agosto	3	4	12	11
Septiembre	1	4	4	6
Octubre	1	4	4	6
Noviembre	1	4	4	6
Diciembre	1	4	4	6

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en el cuadro 28 vemos que el número de paradas imprevistas por proceso de acabado se ha reducido en 35% generando que los tiempos muertos se reduzca. Hay que tener en cuenta que los tiempos no pueden ser ceros dado que en ciertos momento necesitaran un momento para calibración o habilitación respectiva.

Oportunidad de mejora 9

La penúltima oportunidad de mejora refleja el problema que concentra más del 80% de las pérdidas en la empresa el cual es % de polos defectuosos. Para este punto lo único que se realizara será verificar el resultado de los procesos anteriores.

El primer indicador a utilizar será medir el % de polos defectuosos (KPI 21) cuyo resultado debe estar por debajo de la política (8%) a continuación en el cuadro 29 veremos el resultado.

Tabla 51: KPI 21 - % de productos defectuosos (actual vs propuesto)

$\% \text{ Productos defectuosos} = \frac{\text{Polos defectuosos durante proceso}}{\text{Polos confeccionados}} \times 100$
menor a 5
entre 5 y 8
mayor de 8

Fuente: Elaboración Propia

La información se controla mediante gráficas de control (cuadro 30)

Figura 68. Gráficas de control para la producción de polos (Actual vs Propuesto)

Fuente: Elaboración Propia

Y finalmente el KPI 22 - Six Sigma (cuadro 31)

Tabla 52: KPI 22 – Nivel Sigma para el proceso de producción de polos (Actual vs Mejorado)

Descripción	
Unidades	942002
Oportunidades por Unidad	11
Defectos	97026
Sigma Shift	1.5
Defectos por Unidad (DPU)	0.10
DPMO	9364
Defectos (%)	0.009
Yiel (%)	0.991
Nivel Sigma	3.85

Descripción	
Unidades	942002
Oportunidades por Unidad	11
Defectos	47100
Sigma Shift	1.5
Defectos por Unidad (DPU)	0.05
DPMO	4545
Defectos (%)	0.005
Yiel (%)	0.995
Nivel Sigma	4.11

Fuente: Elaboración Propia

4.3 Comparación de datos

Una vez demostrado cómo se obtienen los resultados de propuesta de mejora se procede a dar un status de las variaciones de los indicadores cuantitativos los cuales son:

- Eficiencia de máquinas
- Capacidad de proceso
- # de incidentes por proceso
- Tiempo por proceso
- % Mermas
- % Polos defectuosos
- Nivel Six Sigma

En caso de las eficiencias de las máquinas estas han sido separadas por la labor que cumplen. La variación más fuerte (26 %) fue en el área de costura dado que es el proceso de mayor importancia y cual depende el producto final. (Véase cuadro 32)

Tabla 53: Variación de eficiencia por proceso de confección

Concepto	Actual	Propuesto	Var (%)
Máquinas de corte	0.75	0.88	17%
Máquinas de costura	0.72	0.90	26%
Máquinas de acabado	0.75	0.89	18%

Fuente: Elaboración Propia

Otro indicador de suma importancia era la capacidad de proceso donde casi todos los procesos arrojaron un valor el cual indicaba que era un proceso incapaz o poco capaz. Con la propuesta de mejora el valor de este coeficiente nos indica que con la implementación del mantenimiento productivo total todos los procesos son capaces. (Véase cuadro 33)

Tabla 54: Variación de la capacidad de proceso por área

Concepto	Actual	Propuesto	Var (%)
Proceso de corte	1.03	1.54	50%
Proceso de costura	0.55	1.34	144%
Proceso de acabado	1.03	1.28	24%

Fuente: Elaboración Propia

Otro problema que puede ser controlado son la cantidad de asistencias correctivas debido a la falta de repuestos o a la falta de capacitación de los operarios. Se menciona paradas porque nos referimos a eventos fortuitos fuera del programa de mantenimiento que no permite la producción de los polos en cualquier de sus tres procesos (véase cuadro 34).

Tabla 55: Variación del número de paradas imprevistas por área de producción

Concepto	Actual	Propuesto	Var (%)
Proceso de corte	165	12	-93%
Proceso de costura	192	32	-83%
Proceso de acabado	160	88	-45%

Fuente: Elaboración Propia

Como se mencionó en el comparativo anterior las asistencias correctivas o mantenimiento correctivo serán minimizadas únicamente al programa de mantenimiento. Es por ello que también se ha considerado indicador de los tiempos muertos porque los únicos tiempos permisibles en el proceso son los que están incluidos en el programa de mantenimiento como lo vemos en el cuadro 35.

Tabla 56: Variación del tiempo muerto por área de producción

Concepto	Actual	Propuesto	Var (%)
Proceso de corte	119	42	-65%
Proceso de costura	344	237	-31%
Proceso de acabado	135	93	-31%

Fuente: Elaboración Propia

Claramente se puede observar en el cuadro 35 que el proceso más difícil de corregir fue el de costura dado que el proceso es el que mayor maquinaria presenta. Solo se pudo reducir un 31 % de total de paradas.

Otro de los principales problemas que se manejaba era el alto porcentaje de mermas en el área de corte. En este caso las unidades a medir son kilogramos desperdiciados por mes, el cual ha sido reducido en 48 % (Véase cuadro 36).

Tabla 57: Variación del % de mermas por proceso de corte

Concepto	Actual	Propuesto	Var (%)
Proceso de corte	7631	3942	-48%

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente indicador es uno de los más importantes dado que como se mencionó al principio concentra más del 80 % de todas las pérdidas en la empresa. Con la implementación del TPM podríamos llegar a reducir de forma preliminar un 50 % del monto actual (Véase cuadro 37).

Tabla 58: Variación de % de polos defectuosos

Concepto	Actual	Propuesto	Var (%)
Proceso de acabado	95,738	46,885	-51%

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente todo lo mencionado se resume en la herramienta que estamos desarrollando el cual es el nivel de Six Sigma del proceso, como se puede observar el solo reducir un 50 % de art. defectuosos genera el incremento del 7% el nivel Six sigma (cuadro 38).

Tabla 59: Variación de eficiencia por proceso de confección

Concepto	Actual	Propuesto	Var (%)
Unidades	942,002	942,002	0%
Oportunidades por Unidad	11	11	0%
Defectos	97,026	47,100	-51%
Sigma Shift	1.5	1.5	0%
Defectos por Unidad (DPU)	0.10	0.05	-51%
DPMO	9,364	4,545	-51%
Defectos (%)	0.009	0.005	-51%
Yiel (%)	0.991	0.995	0%
Nivel Sigma	3.85	4.11	7%

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Impacto económico

Para este punto se tomarán en cuenta los tres problemas mencionados en el capítulo 3 los cuales eran:

- Tiempo de abastecimiento muy alto
- % de mermas muy elevado
- % de polos defectuosos muy elevado

Así como se mencionó que estas actividades eran las que tenían consecuencias negativas para la economía de la empresa, la implementación del TPM también presentará resultado en los tres procesos. En el caso del abastecimiento se logró recuperar todo el capital por reducir de forma considerable los tiempos muertos. En el caso de las mermas la solución además de la implementación del TPM será la reventa de la merma. Por último todas las mejoras aplicadas en el proceso de producción de polos se reflejan en el % de polos defectuosos que ha logrado reducirse a la mitad con el objetivo de poder reducir aún más.

Tabla 60: Impacto económico por tiempos muertos

Mes	Monto Perdidos	Monto recuperado	% de Recuperación
Enero	5,534	5,534	100%
Febrero	5,356	5,356	100%
Marzo	9,060	9,060	100%
Abril	12,124	12,124	100%
Mayo	18,727	18,727	100%
Junio	7,107	7,107	100%
Julio	8,596	8,596	100%
Agosto	10,945	10,945	100%
Septiembre	9,528	9,528	100%
Octubre	9,096	9,096	100%
Noviembre	11,380	11,380	100%
Diciembre	2,561	2,561	100%
Total recuperado	110,014	110,014	100%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61: Impacto económico por % de mermas elevados

Mes	Monto Perdidos	Monto recuperado	Venta de mermas	Total recuperado	% de Recuperación
Enero	4,064	1,835	119	1,954	48%
Febrero	4,121	2,010	113	2,123	52%
Marzo	12,537	6,269	334	6,603	53%
Abril	15,455	9,331	327	9,658	62%
Mayo	32,880	12,894	1,066	13,960	42%
Junio	3,032	975	110	1,084	36%
Julio	5,229	1,983	173	2,156	41%
Agosto	6,203	2,201	213	2,415	39%
Septiembre	13,001	7,223	308	7,531	58%
Octubre	9,097	5,985	166	6,151	68%
Noviembre	6,602	3,423	170	3,593	54%
Diciembre	2,245	1,201	56	1,256	56%
Total recuperado	114,464	55,329	3,154	58,483	51%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62: Impacto económico por polos defectuosos

Mes	Monto Perdidos	Monto recuperado	% de Recuperación
Enero	36,436	16,396	45%
Febrero	38,792	15,305	39%
Marzo	62,643	36,273	58%
Abril	88,617	44,268	50%
Mayo	147,968	65,106	44%
Junio	56,627	35,642	63%
Julio	66,787	41,476	62%
Agosto	86,484	54,197	63%
Septiembre	62,741	28,233	45%
Octubre	68,281	28,247	41%
Noviembre	85,422	43,685	51%
Diciembre	18,716	9,350	50%
Total recuperado	819,515	418,179	51%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63: Monto total recuperado según propuesta

Mes	Problema 1	Problema 2	Problema 3	
Enero	5,534	1,954	16,396	
Febrero	5,356	2,123	15,305	
Marzo	9,060	6,603	36,273	
Abril	12,124	9,658	44,268	
Mayo	18,727	13,960	65,106	
Junio	7,107	1,084	35,642	
Julio	8,596	2,156	41,476	
Agosto	10,945	2,415	54,197	
Septiembre	9,528	7,531	28,233	
Octubre	9,096	6,151	28,247	
Noviembre	11,380	3,593	43,685	
Diciembre	2,561	1,256	9,350	
Total recuperado	110,014	58,483	418,179	586,677

Fuente: Elaboración Propia

Indicadores económicos

El objetivo será identificar los criterios necesarios para tomar las decisiones referentes a la ejecución del proyecto (ver tabla 34). Para nuestro caso se evalúa los costos incurridos en el proyecto tales como:

- Costo de capacitación al personal, se acordó con el equipo de trabajo los 5 temas de los cursos a dictarse dentro de las instalaciones de la organización.
- Compra de activos dados que la maquinaria actual no está en un 100% operativa.

Tabla 64: Costos de inversión del proyecto

Nro.	Inversión	Nro. de Horas	Costo Unitario	Costo Total	Mes
1	Mecánica Básica (2Hrs. 2 veces por semana)	32	500	1000	2 y 3
2	Maquinaria Industrial (2Hrs. 2 veces por semana)	48	800	2400	3, 4 y 5
3	Teoría del color	2	250	250	6
4	Círculos de calidad (3 horas al mes)	12	400	1600	4, 5,6 y 7
5	Control de atributos y especificaciones y gráficos de control (2 hrs por semana)	8	300	300	7
	Compra de activos			100000	0
	total			105550	

Elaboración Propia

Tabla 65: Flujo neto del proyecto

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingreso		\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710
Egreso	\$/. 100.000		\$/. 500	\$/. 1.300	\$/. 1.200	\$/. 1.200	\$/. 650	\$/. 700					
Flujo Neto	\$/. -100.000	\$/. 687.710	\$/. 687.210	\$/. 686.410	\$/. 686.510	\$/. 686.510	\$/. 687.060	\$/. 687.010	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710	\$/. 687.710
TIR	688%												

Elaboración Propia

El valor de la tasa interna de retorno (TIR), es el método que introduce el valor del dinero en el tiempo, su tasa de descuento iguala al valor actual de los beneficios y al valor actual de los costos previstos, además el valor de TIR, es la tasa de interés que hace cero el Valor Presente Neto. Como se puede apreciar en la tabla 35, nuestro valor TIR es de 688%, lo cual nos indica que mientras el inversionista tenga un valor de Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) menor al TIR, el proyecto es aceptado.

CAPITULO V. IMPACTO DE LA PROPUESTA DE MEJORA

El objetivo del presente capítulo es mostrar las restricciones de la propuesta de mejora, así como medir el impacto ambiental y social mediante herramientas como la matriz de Leopold (explicado en el capítulo 1).

5.1 Restricciones de la Propuesta de mejora

Con el análisis realizado a la empresa Best Cotton en el capítulo II, el proyecto de investigación académica propone la mejora para el proceso de producción en una empresa que confecciona prendas de vestir, a través de la metodología six sigma. Se respetará el proceso de six sigma: Definir, Medir, Actuar, Implementar y Controlar (DMAIC). El proyecto propone la implementación de Mantenimiento Total de producción (TPM), seguido de una capacitación del personal de la empresa y compra de activos para el programa.

Cabe mencionar que actualmente existen tres problemas detectados los cuales eran: Alto tiempo de abastecimiento de materia prima (interna y externa), el porcentaje elevado de productos defectuosos y el porcentaje elevado de la merma. Para ello con la implementación del TPM como parte del programa en la metodología SIX SIGMA se reducirán el número de mantenimientos correctivos y de esa manera los tiempos de abastecimiento de la materia prima (interno y externo). Por otro lado otro de los efectos del TPM es la mejora en las eficiencias de las máquinas que se verá reflejado tanto el porcentaje de productos defectuosos como el porcentaje de mermas generada durante el proceso.

Por otro lado, las metodologías planteadas buscan alinearse a los objetivos de la calidad y de la empresa para poder obtener una mayor probabilidad de éxito en sus procesos y permite mantener la competitividad de la empresa, realizar retroalimentación y poder detectar a tiempo posibles errores en los procesos mejorando la calidad y reduciendo los costos.

La propuesta de mejora desarrollada en los capítulos anteriores se rige bajo las siguientes variables de entorno:

- La relación del entorno con la demanda de polos

Como se mencionó al inicio del proyecto de investigación la empresa Best Cotton pertenece al rubro textil. Como sabemos por lo explicado en el capítulo el rubro textil se encuentra actualmente en crecimiento. La demanda de Best Cotton es constante debido a las gestiones que realizan tanto la gerencia general como la gerencia comercial (teniendo en cuenta las temporadas y la variedad de polos que se confeccionan).

- Los proveedores y el abastecimiento

El tiempo que se toman los proveedores para brindarnos la materia prima no debe exceder a la de la política de la empresa. La estabilidad del mercado impide la variación de los precios de la materia prima por lo que los costos de producción en lo que respecta a insumos no debería verse afectado. En caso de un eventual cambio se procederá a un proceso de evaluación de nuevos proveedores que nos permita cumplir con la política de la empresa.

- Controles de Calidad

Si bien no hay un sistema de calidad definido (solo la política de la empresa), en la propuesta de mejora se cumple con los estándares impuestos por la empresa con la posibilidad de mejorar aún más (según el nivel six – sigma visto en el capítulo 4). Por otro lado el TPM implementado requiere que se hagan seguimientos constantes y prueba de ellos son tanto las gráficas de control como los reportes a las autoridades de cada área.

- Cantidad de materiales requeridos por producto

Los pronósticos de la demanda establecen las bases para calcular el requerimiento de materia prima e insumos que requiere cada producto. Si se varía la demanda variará también el requerimiento de materia prima.

5.2 Matriz de Leopold

Para medir el impacto de la propuesta de mejora utilizaremos la matriz de Leopold, donde se procederá a realizar un análisis cualitativo de acuerdo a cada componente y acción. Esta herramienta se basa en el desarrollo de una matriz con un control de dos dimensiones

con el objetivo de crear relaciones de causa – efecto de acuerdo a las características del presente y de esta forma identificar y evaluar los impactos en todos los aspectos (personal, la empresa, clientes internos y clientes externos).

La primera dimensión de la matriz demuestra las características individuales del proyecto y en la otra dimensión se identifican a los factores con los diferentes intereses para el proyecto (personal, económico, social, etc).

La evaluación tendrá dos formas de realizarse:

La Magnitud (M): Para realizar la valoración del impacto, en la parte superior de cada celda, se coloca un número que variará entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto. Delante del número en mención se colocará un signo (-) si el impacto es de forma negativa o perjudicial y (+) si es positivo o beneficioso.

La Importancia (I): Es importante medir la importancia del potencial impacto, en la parte inferior se colocara un puntaje que variará entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto.

A continuación se procederá a resumir las acciones realizadas durante la propuesta de mejora (DMAIC) que ayudara a la matriz a resumir y jerarquizar los impactos para poder concentrar el esfuerzo en aquellos que se consideren mayores:

1. Definición de los aspectos más relevantes en el producto
2. Clasificación de los aspectos más relevantes en el producto
3. Identificar los problemas más frecuentes en el proceso de producción
4. Descripción de la situación actual de la empresa
5. Analizar de forma cuantitativa la problemática de la empresa
6. Analizar de forma cualitativa la problemática de la empresa
7. Determinar las acciones a realizar en la implementación
8. Implementación del TPM
9. Capacitación del Personal de la empresa
10. Elaboración de reportes de control
11. Auditorías Internas

Los impactos se han separado por cada stakeholder y para cada uno se ha realizado la matriz de leopold.

- Empleados

Los factores que han sido de suma relevancia y que contribuirán a la elaboración de la matriz de Leopold son: El aspecto profesional, la identificación con la empresa y el ambiente laboral; para los aspectos mencionados se han evaluados tanto los aspectos positivos como los negativos (en caso hubiesen).

Dentro de los aspectos negativos en la evaluación de los empleados de la empresa, tiene una alta magnitud en la capacitación del personal, la elaboración de los reportes de control, y auditorías internas; la causa de ello es que el personal tendrá que estar en constante revisión durante los primeros meses de la implementación del TPM.

En los aspectos positivos podemos ver en la tabla que la parte profesional influirá en los operarios de la empresa, debido a que con la capacitación incluida en la propuesta de mejora y trabajarán en un mejor ambiente, además, se habrá enseñado a los empleados el uso de nuevas herramientas y controles.

- Clientes

Para el campo de clientes los aspectos a tomarse en cuenta fueron tanto lo económico como la satisfacción del cliente. Por el lado económico el resultado fue de 33 en Magnitud y un total de 12 en Importancia, mientras que en el aspecto de la satisfacción del cliente se obtuvo un total de 91 en Magnitud y 66 en Importancia lo que indica que la propuesta de mejora impactará de forma significativa a la satisfacción al cliente beneficiándola además del aspecto económico (en lo que respecta a la empresa).

- Competidores

Para esta opción los aspectos a considerarse son tanto el económico como el cultural y la matriz arroja un resultado negativo lo que verifica el impacto que generará sobre las competencias. Es decir que la propuesta de mejora afectará económica a las competencias (pérdidas).

- Proveedores

En los aspectos económicos y de servicios se obtuvieron magnitudes positivas de 75 y 68, la mejora impactará mayormente en procesos de control (gráficos y registros) ya que repercuten directamente sobre el proveedor motivando el incremento de su eficiencia y al

mismo tiempo la solución del problema reduciendo el tiempo de aprovisionamiento de materia prima.

- Empresa

Por último, para la empresa Best Cotton se obtuvieron los siguientes resultados en las magnitudes de factores positivos: Económico (60), Profesional (59), Cultural (54) en la capacitación de personal ayudará a la empresa a poder aplicar las herramientas y las propuestas de mejora para generar impactos positivos, contando con todo el procedimiento previo. Lo más importante es el económico dado que como se mencionó en el capítulo 4 habrá un ahorro del 50 % de lo que anteriormente se perdía.

A continuación, se muestra la matriz de Leopold en la cuadro 39 para la propuesta de mejora del presente trabajo, donde el acumulado por el lado de Magnitudes es de 440 Pts. Mientras que por el lado de importancia tenemos un total de 737 Pts. De esa manera se puede concluir que la mejora propone un impacto absolutamente positivo para la empresa.

Tabla 66: Matriz de Leopold

Skateholders	Factores	Definición de los aspectos más relevantes en el producto	Clasificación de los aspectos más relevantes en el producto	Identificar los problemas más frecuentes en el proceso de producción	Descripción de la situación actual de la empresa	Analizar de forma cuantitativa la problemática de la empresa	Analizar de forma cualitativa la problemática de la empresa	Determinar las acciones a realizar en la implementación	Implementación del TPM	Capacitación del Personal de la empresa	Elaboración de reportes de control	Auditorías Internas	Total	
Empleados	Profesional	9	8	7	9	8	8	9	9	10	9	8	94	
		8	8	9	8	9	8	8	8	9	9	9	93	
	Ambiente Laboral	-1	-2	-2	-3	-2	-1	-2	-1	-5	-5	-5	-29	
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	4	4	58
	Identificación con la empresa										9			9
											10			10
Competidores	Económico	-5				-5	-5	-5	-3	-3	-4			-30
		7				8	7	8	9	7	8			54
	Cultural	-4	0	0	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-44
		7	5	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	89
Empresa	Económico	-3				9	9	9	9	9	9	9	9	60
		9				9	9	9	9	9	9	9	9	72
	Profesional	5				7	7	8	7	8	8	9	59	
		8				8	8	8	8	9	9	9	67	
	Cultural	6				6	6	6	6	6	9	9	54	
		7				7	7	7	7	8	9	7	59	
Proveedores	Económico	9				9	9	9	9	10	10	10	75	
		9				10	10	10	10	11	11	11	82	
	Satisfacción de cliente	6				9	9	9	8	8	9	10	68	
		5				10	10	10	10	10	10	10	75	
Clientes	Económico	7	9	8	9								33	
		3	3	3	3								12	
	Satisfacción de cliente	7	8	7	7	9	9	9	9	9	9	8	91	
		3	8	7	7	7	7	7	7	7	3	5	5	66
Total		36	23	20	17	45	46	47	48	56	49	53	440	
		71	29	29	32	82	80	81	82	95	83	73	737	

Fuente: Elaboración Propia

5.3 Metodología y Herramientas de Análisis e implementación

Durante el desarrollo del proyecto de investigación se han planteado la metodología SIX SIGMA acompañada de diferentes herramientas de solución, las cuales han mostrado una solución efectiva a la propuesta de mejora. A continuación se mencionará las herramientas utilizadas durante la propuesta de mejora explicada en el capítulo 3 (Ver Cuadro 40).

Tabla 67: Metodologías y Herramientas de Análisis e Implementación

Definición	Medición	Análisis	Implementación	Control
<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de Respuestas • Análisis Kano • Estadístico Fong • SIPOC • Mapa de Procesos 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Pareto • Ishikawa • Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE) • Definir el Número de Riesgo Prioritario (RPN) • Definir KPI's • Técnica de Grupo Nominal (TGN) • Estudio Gage R & R • Estadístico Kappa • Pruebas de Normalidad • Capacidad de Proceso • Nivel Six Sigma 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de Experimentos • Diagrama Cúbico 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación del TPM • Capacitación al personal • Compra de activos 	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficas de Control • Pruebas de Normalidad • Capacidad de Proceso • Nivel Six sigma

Fuente: Elaboración Propia

Una vez mencionadas las herramientas se procederá describir de forma resumida en que parte se utilizó y el fin de cada herramienta (Véase cuadro 41).

Tabla 68: Descripción de herramientas utilizadas en el proyecto de investigación académica

Proceso	Herramienta	Utilización
Definición	<i>Mapa de Respuestas</i>	Mediante esta herramienta se realizaran preguntas (funcionales y disfuncionales) para determinar los aspectos mas relevantes en los polos (encuesta).
	<i>Análisis Kano</i>	La herramienta nos permitira asignarle una puntuación y su respectiva clasificación en cuadrantes que definirán las características de los aspectos mas relevantes en los polos.
	<i>Estadístico Fong</i>	El estadístico nos permitira demostrar las confiabilidad de los datos obtenidos en las dos herramientas anteriores comparando la diferencia absoluta de los valores relevados con el estadístico Q.
	<i>SIPOC</i>	Esta herramienta se utiliza para poder comprender y mejorar un proceso individual dentro de la organización. Este formato de flujo de proceso ayuda a entender los insumos que se requieren para alcanzar la salida correcta, identificar oportunidades para eliminar algunos productos que no añaden valor.
	<i>Mapa de Procesos</i>	Mediante esta herramienta lo que se pretende es tener un panorama actual de la empresa y todas las áreas y sus procesos que nos ayudarán a determinar los KPI a controlar.
Medición y Control	<i>Ishikawa</i>	Para identificar las causas raíces del problema.
	<i>Diagrama de Pareto</i>	Para ponderar las causas raíces del Ishikawa.
	<i>Análisis Modal de Fallas y Efectos</i>	Nos ayudará a determinar el modo de falla a atacar.
	<i>Definir el Número de Riesgo Prioritario (RPN)</i>	Es básicamente un fórmula usada en el AMFE que depende de la SEVERIDAD, OCURRENCIA y DETECCIÓN.
	<i>KPI</i>	Teniendo en cuenta las herramientas anteriormente usadas definimos los KPI.
	<i>Técnica de Grupo Nominal (TGN)</i>	Una vez definidos los KPI's se procede a medir el grado de importancia mediante esta herramienta.
	<i>Estudio Gage R & R</i>	La prueba de repetibilidad y reproducibilidad nos ayudara a determinar que tan confiables son los KPI determinados.
	<i>Estadístico Kappa</i>	Este estadístico nos ayudara a verificar la congruencia de los atributos usados en el KPI.
	<i>Pruebas de Normalidad</i>	Mediante la siguiente herramienta sabremos si los datos pertenecen a una distribución normal.
	<i>Capacidad de Proceso</i>	Mediante la herramienta podremos determinar si el proceso (sea el actual o el propuesto) es capaz o no.
	<i>Nivel Six Sigma</i>	La presente herramienta nos dira cual es nivel de calidad que actualmente tiene la empresa.
Análisis	<i>Diseño de experimentos</i>	Técnica estadística que se basa en organizar y diseñar una serie de experimentos de forma que con el mínimo número de pruebas se consiga extraer información útil para obtener conclusiones que permitan optimizar la configuración de un proceso o producto.
	<i>Diagrama cubico</i>	Muestra la combinación de los niveles de diferentes factores.

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo del presente capítulo es presentar las conclusiones provenientes de la propuesta de mejora realizada a la empresa Best Cotton desarrollado a lo largo de 5 capítulos anteriores. Del mismo modo, se presentan algunas recomendaciones para mejorar el funcionamiento de la propuesta.

Conclusiones

1. Se ha podido determinar que los principales problemas con los que esta empresa se enfrenta tienen que ver directamente con la falta de un programa de mantenimiento a las máquinas de la empresa, además el personal no cuenta con la capacitación necesaria genera pérdida de tiempo el cual se ve reflejado en la penalización por el no cumplimiento de entrega a aduanas.
2. A partir de la Metodología propuesta, la empresa podrá mejorar la eficiencia de las máquinas en cada línea así como la reducción de tiempos muertos por mantenimiento correctivo.
3. Como parte de la propuesta de mejora, se implementó el programa de mantenimiento total de producción lo cual permitirá mejorar el funcionamiento de las máquinas de cada línea en la empresa. De esta manera con la mejora de eficiencias se reducirá los índices de mantenimientos correctivos dando solo tiempo para los mantenimientos preventivos que serán seguido de acuerdo al programa propuesto.
4. Otro aspecto a considerar en la propuesta de mejora es la capacitación del personal dado que por su no conocimiento tanto de las máquinas como el tratamiento de la materia prima generaba problemas que terminaban por desperdiciar el producto. Mediante la capacitación propuesta se busca que los operarios tengan nociones básicas del tratamiento de la materia prima como el tratamiento de las máquinas a utilizar durante el proceso de confección. De esa manera se contribuye a la reducción de tiempo muertos y agilización del proceso correctivo.
5. A través del análisis financiero se puede observar los ingresos que percibirá la empresa con las mejoras propuestas y el ahorro que estas representan en los diferentes años, también nos detalla los gastos anuales presupuestados para la capacitación del personal en temas de calidad, colores, maquinaria industrial y herramientas de calidad.
6. Se aplicó la matriz de Leopold con la finalidad de medir el impacto ambiental, social y económico de la propuesta de solución en la empresa, como resultado de esta aplicación se determinó que la propuesta de mejora propone un impacto positivo y un nivel de importancia beneficioso para la empresa, colaboradores, clientes proveedores y competidores.

Recomendaciones

1. Se recomienda la aplicación rigurosa en la estructura de la propuesta de mejora descrita en este trabajo de investigación, ya que como se ha podido demostrar las ganancias económicas de la empresa se van a incrementar, se eliminarán los productos de menor rotación que se encuentran en los almacenes, ya sea a través de remates en lima o provincias.
7. Se debe capacitar al personal en las temas especificados en el capítulo 4 (Mecánica básica, Maquinaria industrial, etc) para que vean la importancia de seguir un proceso y que además entiendan que de esa manera van a poder tener mayor cantidad de tiempo para planificar sus actividades y no tener que estar reaccionando conforme se vayan presentando las dificultades.
8. Es importante para la empresa comprender que la falta del uso de este tipo de sistemas y tecnología les resta competitividad y disminuye constantemente la posibilidad de desarrollo y crecimiento.
9. Se debe realizar un seguimiento permanente a los colaboradores para supervisar y asegurarse de que están cumpliendo de manera correcta las actividades que se les han asignado, ya que en caso contrario la mejora propuesta no se desarrollará adecuadamente y con el tiempo este desaparecerá.
10. Es importante que al personal operativo se le informe constantemente sobre los resultados que se van obteniendo con la implementación de la mejora para que así se den cuenta de que cada actividad nueva que se les asigna es para una mejoría. Por ello se propone el uso de documentación que facilite la lectura de los indicadores de gestión propuesto en el proyecto de investigación.
11. El reconocimiento del trabajo de los colaboradores con incentivos económicos y reconocimientos debe ser una herramienta usada, ya que la motivación en ellos es de gran importancia para la implementación de la propuesta. Si la empresa cuenta con trabajadores motivados, estos realizarán sus tareas con mayor empeño y dedicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboelmaged, M. (2010) Six Sigma Quality.
- Acotto, R. (2010). Gestion de procesos y por indicadores: Recuperado de NoticiasFinancieras (Miami):
<http://search.proquest.com/docview/763707744/140736B5EDC6E3C206C/1?acountid=43860>
- Becerril, O. (2006) Consultor remarca importancia de metodología para general calidad en Pymes Bendiski, I., Gordinez, V. Mendoza, M. La industria maquiladora. *Revista Trayectoria*. Año 4, N.º 7. 2002.
- Besterfield, D (1995). Control de calidad. México: Prentice-Hall.
- Camacho R, (2008). Definición de proceso. Recuperado de <http://blog.pucp.edu.pe/ricardocamachoc>
- Celis, O. y García, J. (2012). *Estudios Gerenciales. Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma*. 28(124) p. 23-43
- Ciencia y Sociedad. (2011) *Productions Systems improvements with Lean Manufacturing* Vol. 36 Issue 2, p276-310. 35p. Recuperado de: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=7&sid=be6e8f60-b73a-4121-bb5a-c8903a386905%40sessionmgr14&hid=1&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=fua&AN=67763924>
- Debates IESA. (2013) *Más allá de seis sigma*. Vol. 18 Issue 1, p12-12. 3/4p. Recuperado de: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=15&sid=d2706b02-6b12-4e9c-b1b7-693c5ad7625e%40sessionmgr112&hid=1&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=fua&AN=86660669>
- Di Eugenio B., Glass M., Di Eugenio B., Glass M. (2009) *The kappa Statistic: A second Look, Computational Linguistics 2004*
- DYNA (2011). Diseño de un sistema de picking producto a operario. *Ingeniería e Industria*. oct/nov2011, Vol. 86 Issue 5, p515-522. Recuperado de: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=16&sid=d2706b02-6b12-4e9c-b1b7-693c5ad7625e%40sessionmgr112&hid=1&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=fua&AN=67067838>.

- Escalante, E. (2003). *Seis-Sigma: metodología y técnicas*. México: Limusa
- Gómez F, Vilar J, Tejero M. (2010) *Seis Sigma*. Madrid-España: Fundación Confometal
- Fernández, R. (2003). *El espejismo de las maquilas*. Recuperado de:
<http://rcci.net/globalizacion/2003/fg353.htm>
- Futrell, D. (1995). When the Quality is a Matter of Taste, use Reliability indexes; *Quality Progress*, May, pp. 81-86
- GCG (2010) Reconstruyendo la confianza en las empresas mediante la responsabilidad social corporativa: Una ilustración en las cadenas de suministros del sector textil. *Revista de Globalización, Competitividad & Gobernabilidad.*, Vol. 4 Issue 1, p102-118. Recuperado de:
<http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=20&sid=d2706b02-6b12-4e9c-b1b7-693c5ad7625e%40sessionmgr112&hid=1&bdata=Jmxhbmc9ZXNM%3d#db=bth&AN=51924458>
- Gitlow, H. (2005) *Six sigma for green belts and champions: foundations*, DMAIC. Global Conference on Business & Finance Proceedings. (2012), Vol. 7 Issue 2, p1374-1378.
- Goh, T. (2011) *Six Sigma in industry*.
- Gutierrez P. H., De la Vara S. R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma.* , (2da Edic). México: Mc Graw – Hill
- Industrial Engineer: IE. (2013), Lean Six Sigma for traditionalists. Vol. 45 Issue 6, p36-40. 5p. 1 Color Photograph, 2 Diagrams.
- Jurado P.; Fuentes, J. (2011). *Investigaciones Europeas de Direccion y Economia de la Empresa. Lean production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica.* 17(1). 137-157, 182. Recuperado de:
<http://search.proquest.com/docview/861627197/1404C6C7D4F1B93E0F6/24?accountid=43860>
- Córdova M (2001). *Estadística descriptiva e inferencial*. Lima-Perú: Edit. Libros Mosherira
- Martinez B. (2009). Evaluando la Repetibilidad y Reproducibilidad de sistemas de Medición para características de calidad replicables, Definidas por atributos múltiples en escala nominal.
- Montgomery, D. (2005). Control estadístico de la calidad. México, D.F
- Palabra Clave. (2011). *Medición de los aportes de la gestión estratégica de comunicación interna a los objetivos de la organización*. Vol. 14 Issue 1, p11-30. Recuperado

de : <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=16&sid=d2706b02-6b12-4e9c-b1b7-693c5ad7625e%40sessionmgr112&hid=1&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=fua&AN=85623994>

Peter P. (2000). *Pande The six sigma way*. México: Mc Graw Hill.

Producción Más Limpia. (2009), Vol. 4 Issue 2, p90-102.

Revista Telos. (2012), Vol. 14 Issue 2, p269-274.

RIE: Revista de Investigacion Educativa. (2013) Vol. 31 Issue 1, p93-115. Análisis de las actitudes, de los jóvenes trabajadores del sector textil hacia la discapacidad: diferencias por razón de género. Recuperado de:

<http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=20&sid=d2706b02-6b12-4e9c-b1b7-693c5ad7625e%40sessionmgr112&hid=1&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=fua&AN=84345306>

Romero, J. (2001). *La industria maquiladora y el sector confección venezolano*. Trabajo de ascenso. FCES. Universidad del Zulia. Venezuela.

Shewhart, Wa. (1939). *Statistic Method from the Viewpoint of Quality Control*. Washington, The Graduate School, The department of Agriculture. 155 p.

Tata, R.; Jones, G. (2011). Six Sigma as a management principle.

TEC Empresarial (2011) *Análisis de creación de valor económico para empresas del sector textil*. 5(1) p 41-48. Recuperado de:

<http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=20&sid=d2706b02-6b12-4e9c-b1b7-693c5ad7625e%40sessionmgr112&hid=1&bdata=Jmxhbm9ZXM%3d#db=fua&AN=62812623>

Total Quality Management & Business Excellence (2010). *C-Kano model: a novel approach for discovering attractive quality elements*. 21(11), p1189-1214. 26p. 4 Diagrams, 5 Charts, 1 Graph.

Wolf, M., Berna, L, Martinez, C. (2003) Dinámica en la maquila de Centroamérica. Economía. *FUNDAS-PAD. Plataforma Sindical Común Centro América PSCC*.

ANEXOS

ANEXO 1

Método Kano

Tabla de evaluación de Kano

	1	2	3	4	5
1	D	A	A	A	U
2	Inv	I	I	I	O
3	Inv	I	I	I	O
4	Inv	I	I	I	O
5	Inv	Inv	Inv	Inv	D

A	atractivos
U	unidimensionales
O	obligatorios
D	dudosa
Inv	pregunta inversa
I	indiferencia del cliente ante el requerimiento

A los atributos básicos A (Atractivos), U (Unidimensionales) y O (Obligatorios) se les agregan otros nuevos: D (respuesta Dudosa), Inv (pregunta inversa) e I (Indiferencia ante el requerimiento considerando en la pregunta)

Análisis Básico

Encuestas realizadas a los clientes

Número y contenido abreviado de la pregunta
Polos con diseño de acuerdo al pedido
Polos con diseño que no van de acuerdo al pedido
La calidad de material influye en el polo
La calidad de material no influye en el polo
La calidad del polo es de suma relevancia para compra
La calidad del polo no es de suma relevancia para compra
La tonalidad de los colores (estampado) es relevante en la compra de los polos
La tonalidad de los colores (estampado) no es relevante en la compra de los polos
El formato del producto es el ideal para su comercialización
El formato del producto no es ideal para su comercialización
La cantidad entregada es de importancia
La cantidad entregada no es de importancia
El tiempo de entrega de la mercadería es relevante
El tiempo de entrega de la mercadería no es relevante

Resultado de las encuestas

Número y contenido abreviado de la pregunta	A	O	U	I	Inv	D
1. Diseño acorde al pedido	15	0	18	1	0	0
2. Calidad del material	10	0	24	0	0	0
3. Calidad del polo	8	3	21	2	0	0
4. Tonalidad de colores	9	20	3	2	2	0
5. Formato del producto	8	12	5	3	6	0
6. Cantidad entregada	17	5	11	1	0	0
7. Tiempo de entrega del polo	9	3	22	0	0	0

ANEXO 2

Diagrama SIPOC

ANEXO 3

Ficha de indicadores

FICHA DE INDICADORES	
Nombre del Indicador:	<u>Cumplimiento de pedidos</u>
Periodo y Fechas de Actualización:	<u>Anual al 31 de Diciembre</u>
Descripción:	<u>Es el número de pedidos que han sido cumplido en un periodo determinado de tiempo</u>
Cálculo:	<u>Número de pedidos realizados durante el presente mes *100 / Numero total de pedidos hechos en el mes</u>
Nivel de Desagregación:	<u>Por producto</u>
Fuente:	<u>Área de Logística</u>
Metodo de Comprobación:	<u>Informe Final de Evaluación</u>
Grado de Fiabilidad:	<u>Fiabilidad Total</u>
Históricos:	<u>Datos históricos recopilados desde el inicio de operaciones</u>
Responsable:	<u>Gerente de Logística</u>
Año:	<u>2010</u>

FICHA DE INDICADORES	
Nombre del Indicador:	<u>Cumplimiento de Materia Prima</u>
Periodo y Fechas de Actualización:	<u>Anual al 31 de Diciembre</u>
Descripción:	<u>Es el número de materia prima según especificación que han sido cumplido en un periodo determinado de tiempo</u>
Cálculo:	<u>Número de pedidos realizados durante el presente mes *100 / Numero total de pedidos hechos en el mes</u>
Nivel de Desagregación:	<u>Por producto</u>
Fuente:	<u>Área de Logística</u>
Metodo de Comprobación:	<u>Informe Final de Evaluación</u>
Grado de Fiabilidad:	<u>Fiabilidad Total</u>
Históricos:	<u>Datos históricos recopilados desde el inicio de operaciones</u>
Responsable:	<u>Gerente de Logística</u>
Año:	<u>2010</u>

FICHA DE INDICADORES

Nombre del Indicador:	<u>Utilización de Materia Prima</u>
Periodo y Fechas de Actualización:	<u>Anual al 31 de Diciembre</u>
Descripción:	<u>Se trata de utilizar toda el área disponible por cada rollo de tela antes ser cortado</u>
Cálculo:	<u>Metros Cuadrados utilizados en los moldes *100 / Metros Cuadrados disponibles en el rollo de tela</u>
Nivel de Desagregación:	<u>Por producto</u>
Fuente:	<u>Área de Diseño</u>
Metodo de Comprobación:	<u>Informe Final de Evaluación</u>
Grado de Fiabilidad:	<u>Fiabilidad Total</u>
Históricos:	<u>Datos históricos recopilados desde el inicio de operaciones</u>
Responsable:	<u>Desarrollador de Diseño de molde</u>
Año:	<u>2010</u>

FICHA DE INDICADORES

Nombre del Indicador:	<u>Eficiencia del corte de tela</u>
Periodo y Fechas de Actualización:	<u>Anual al 31 de Diciembre</u>
Descripción:	<u>Se trata de identificar el número de cortes efectuados correctamente según la planeación de capacidad dentro del plazo (2 horas)</u>
Cálculo:	<u>Número de Cortes efectuados correctamente (dentro del lapso de dos horas)*100 / Número total de cortes realizadas</u>
Nivel de Desagregación:	<u>Por producto</u>
Fuente:	<u>Área de Corte</u>
Metodo de Comprobación:	<u>Informe Final de Evaluación</u>
Grado de Fiabilidad:	<u>Fiabilidad Total</u>
Históricos:	<u>Datos históricos recopilados desde el inicio de operaciones</u>
Responsable:	<u>Jefe de Corte</u>
Año:	<u>2010</u>

FICHA DE INDICADORES

Nombre del Indicador:	<u>% de Cortes defectuosos</u>
Periodo y Fechas de Actualización:	<u>Anual al 31 de Diciembre</u>
Descripción:	<u>Se trata de identificar el número de cortes defectuosos según la planeación de capacidad dentro del plazo (2 horas)</u>
Cálculo:	<u>Número de Cortes efectuados correctamente (dentro del lapso de dos horas)*100 / Número total de cortes realizadas</u>
Nivel de Desagregación:	<u>Por producto</u>
Fuente:	<u>Área de Corte</u>
Metodo de Comprobación:	<u>Informe Final de Evaluación</u>
Grado de Fiabilidad:	<u>Fiabilidad Total</u>
Históricos:	<u>Datos históricos recopilados desde el inicio de operaciones</u>
Responsable:	<u>Jefe de Corte</u>
Año:	<u>2010</u>

FICHA DE INDICADORES

Nombre del Indicador:	<u>Eficiencia del corte de tela</u>
Periodo y Fechas de Actualización:	<u>Anual al 31 de Diciembre</u>
Descripción:	<u>Se trata de identificar el número de polos confeccionados correctamente según la planeación de capacidad dentro del plazo (2 horas)</u>
Cálculo:	<u>Número de Confecciones efectuados correctamente (dentro del lapso de dos horas)*100 / Número total de confecciones realizadas</u>
Nivel de Desagregación:	<u>Por producto</u>
Fuente:	<u>Área de Costura</u>
Metodo de Comprobación:	<u>Informe Final de Evaluación</u>
Grado de Fiabilidad:	<u>Fiabilidad Total</u>
Históricos:	<u>Datos históricos recopilados desde el inicio de operaciones</u>
Responsable:	<u>Supervisor de Confeccion o Costura</u>
Año:	<u>2010</u>

FICHA DE INDICADORES

Nombre del Indicador:	<u>% de confecciones defectuosas</u>
Periodo y Fechas de Actualización:	<u>Anual al 31 de Diciembre</u>
Descripción:	<u>Se trata de identificar el número de polos confeccionados de forma defectuosa según la planeación de capacidad dentro del plazo (2 horas)</u>
Cálculo:	<u>Número de Confecciones efectuados de forma defectuosa (dentro del lapso de dos horas)*100 / Número total de confecciones realizadas</u>
Nivel de Desagregación:	<u>Por producto</u>
Fuente:	<u>Área de Costura</u>
Metodo de Comprobación:	<u>Informe Final de Evaluación</u>
Grado de Fiabilidad:	<u>Fiabilidad Total</u>
Históricos:	<u>Datos históricos recopilados desde el inicio de operaciones</u>
Responsable:	<u>Supervisor de Confeccion o Costura</u>
Año:	<u>2010</u>

FICHA DE INDICADORES

Nombre del Indicador:	<u>Eficiencia de productos terminados</u>
Periodo y Fechas de Actualización:	<u>Anual al 31 de Diciembre</u>
Descripción:	<u>Se trata de identificar el número de productos terminados de forma exitosa.</u>
Cálculo:	<u>Número de polos terminados (ok)*100 / Número total de polos terminados</u>
Nivel de Desagregación:	<u>Por producto</u>
Fuente:	<u>Área de Acabado</u>
Metodo de Comprobación:	<u>Informe Final de Evaluación</u>
Grado de Fiabilidad:	<u>Fiabilidad Total</u>
Históricos:	<u>Datos históricos recopilados desde el inicio de operaciones</u>
Responsable:	<u>Supervisor Externo</u>
Año:	<u>2010</u>

FICHA DE INDICADORES

Nombre del Indicador:	<u>% de productos defectuosos</u>
Periodo y Fechas de Actualización:	<u>Anual al 31 de Diciembre</u>
Descripción:	<u>Se trata de identificar el número de productos defectuosos.</u>
Cálculo:	<u>Número de polos defectuosos*100 / Número total de polos terminados</u>
Nivel de Desagregación:	<u>Por producto</u>
Fuente:	<u>Área de Acabado</u>
Metodo de Comprobación:	<u>Informe Final de Evaluación</u>
Grado de Fiabilidad:	<u>Fiabilidad Total</u>
Históricos:	<u>Datos históricos recopilados desde el inicio de operaciones</u>
Responsable:	<u>Supervisor Externo</u>
Año:	<u>2010</u>

ANEXO 4

Gestión de mantenimiento – Implementación del TPM

ANALISIS DE LA OPERACIÓN

Organización

Como se mencionó anteriormente la empresa Best Cotton presenta una gran variedad de productos debido a los costos tan bajos que presentan. Entre ellos tenemos a las empresas de las marcas Armani Exchange, Massimo Dutti, Calvin Klein, Cavalera, Toulon, Theory, Green Lamb, etc las cuales serán enviadas por avión o barco al extranjero para su respectiva venta final. Por otro lado la empresa se encuentra dividida en dos sectores el área de producción tanto como el área administrativa, todo el proceso descrito anteriormente se desarrolla en el segundo edificio a lo largo de los 5 pisos de este local alquilado. Nuestros análisis se llevaran a cabo en el edificio de producción y luego se verá la relación entre ambos departamentos. La organización en el edificio mencionado consta tanto del Gerente de Logística, como el ingeniero en planta que son las personas a cargo, ellos realizan múltiples funciones dado que la empresa es pequeña.

La que se procederá a realizar en este aspecto es definir los métodos y políticas de la empresa las cuales se deben de distribuir de forma interna y externa en orden de funcionamiento, teniendo en cuenta la asociación de todos en la organización. Estos componentes deben tener fines y métodos de funcionamiento decididos por sus fundadores y que perdurarán perduraran por el tiempo.

Flujo de operación

El flujo de la operación actual de la empresa se da de forma ascendente. Nos referimos de esa manera dado que el proceso de confección de las prendas se da en el edificio de producción desde el primer piso hasta el quinto piso. Cada piso se encarga de una función específica. De acuerdo a las visitas realizadas en nuestra propuesta se procederá a aplicar cada una de las actividades descritas anteriormente en todo el proceso productivo.

Control

Para el proceso de control la empresa no cuenta con sistema de control calendarizado se tiene de a manera de inspección que se realiza a final de cada proceso. Sin embargo, el control o inspección dicho sea de paso se efectúa sobre el proceso de producción mas no sobre la maquinaria utilizada por ello durante el presente informe se propondrá lo siguiente.

Comprobación, verificación, vigilancia, e inspección del mecanismo, persona que lo ejecuta y lugar en que se realiza. Correlación de la autoridad, mando, dominio de la persona o automatismo que lo ejerce. Autonomía que transforma las instrucciones en señales operativas de la calidad, producto, mantenimiento, y gestión administrativa para lograr un bien o servicio para el consumo, y que se encuentra dentro de los márgenes de tolerancia de la calidad preestablecida por sus fundadores, o por las necesidades del cliente.

La implementación de un cronograma de mantenimiento el cual debe ser periódicamente revisado y actualizado

Área de mantenimiento

En este caso no se cuenta con personal dedicado al área de mantenimiento el que se encarga de realizar todas las actividades descritas anteriormente es el mecánico de la empresa. Por ese motivo lo más ideal es que se le delegue la responsabilidad a la gerente de logística quien lleva todo el inventariado de la empresa. Se tomó la decisión dado que la empresa no está dispuesta en invertir en una área por más necesaria que sea y dado que la empresa no es muy grande se considera que si puede ser abordada por el área de logística.

ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS

Tabla 1. *Identificaciones de equipos e instalaciones*

Línea Costura			
Número	Descripción del Activo	Función	Descripción
1	Máquina de coser Juki línea DDL 8500	Costura/Recubierta	Máquina de coser con un peso de 33 kg y potencia de 400 Watts. Alimentación Manual y grueso de puntada de 5mm
2	Máquina de coser Juki línea DDL 8700	Costura/Recubierta	Máquina de coser con un peso de 33 kg y potencia de 400 Watts. Alimentación Manual y grueso de puntada de 13mm
3	Máquina de coser Protex línea TYB211933	Costura	Máquina de coser con un peso de 35 kg y potencia de 255 Watts. Alimentación Manual y grueso de puntada de 7mm
4	Recubridora pegasus w1500	Recubierta	velocidad máxima 6.000 rpm, largo puntada: 0.9 mm - 4.5 mm, 3 a 5 hilos, 2 ó 3 agujas, altura del prensa-tela 5.9 mm. Viene con aplicaciones para costura sencilla, costura de cinta y costura de encajes elásticos.
5	Máquina de coser Brother 2500	Recubierta	Máquina de coser electrónica con brazo libre y función de retroceso para retomar puntadas. Cuenta con un ancho máxmo de puntada de 7 mm
6	Máquina de coser Yamato VF 2500	Recubierta	Velocidad máxima de 6000 rpm, largo de puntada de 7 mm y potencia de 400 Watts
7	Máquina de coser Brother FD4 B272	Recubierta	Revestimiento interior, Largo de puntada de 5 mm y potencia de 400 Watts
8	Máquina de coser pegasus w500	Recubierta	Velocidad máxima de 2000 rpm, longitud de puntada de hasta ¾ de pulgada y potencia de 200 Watts
9	Máquina de coser pegasus w200	Recubierta	Velocidad máxima de 5000 rpm, longitud de puntada 4.2 mm y 300 Watts de potencia
10	Máquina de coser pegasus w600	Bastera	Velocidad máxima de 6000 rpm, logitud de puntada hasta 4.5 mmm y 300 Watts de potencia
11	Máquina de coser Juki MO 3600	Remalladora	Velocidad máxima de 6000 rpm, longitud de puntada de 7mm y potencia de 400 Watts
12	Máquina de coser Juki MO 3900	Remalladora	Velocidad máxima de 9000 rpm, longitud de puntada de 4mm y potencia de 600 Watts
13	Máquina de coser Juki MO 6700	Remalladora	Velocidad máxima de 7000 rpm, longitud de puntada de 4 mm y potencia de 600 Watts
14	Máquina de coser Juki MO 6900	Remalladora	Velocidad máxima de 6000 rpm, longitud de puntada de 4mm y potencia de 600 Watts
15	Máquina de coser Juki 1900 AHS	Remalladora	Velocidad máxima de 3000 rpm, longitud de puntada de 10 mm y potencia de 320 Watts
16	Botonera Juki LBH 1700	ojaladora	Velocidad Máxima 4200 rpm, longitud de corte de 8 mm y potencia de 400 Watts
17	Recubridora Pegasus W1562	Recubridora	Velocidad máxima de 6000 rpm, longitud de puntada de 4,2 mmm y 400 Watts de potencia

¿Qué es una máquina de coser?

Las máquinas de coser presentadas cuentan con un motor eléctrico que mueve un sistema de brazos que puestos a una aguja enhebrada procuran atravesar tejidos con distintas longitudes de costura, ancho de hilo y fuerza para procurar que la tela en conjunto se muestre como una sola.

Partes de una máquina de coser:

- 1 y 2. Vastagos: Son la parte de la máquina que sujetan los carretes de hilo
- 3. Cargador
- 4. Embrague: Le permite al operario escoger la fuerza del motor al momento de coser
- 5. Asa para transporte
- 6. Elector de tipo de puntada
- 7. Elector de separación

¿Qué es una máquina de coser recta industrial?

Es una máquina de coser que puede ser equipada hasta con 3 agujas. Su diseño permite realizar costuras rectas o en zigzag. Es la máquina de coser más común que permite coser todo tipo de telas (a diferencia de la recta casera que solo cose correctamente algodón o gabardina) y también productos de mayor resistencia al bordado como el cuero.

La pieza de mayor reposición para esta máquina es la bobina que causa que el hilo se destroce durante la costura.

Figura 69. Piezas de la maquina de coser

Figura 70. Piezas de una maquina bastera

¿Qué es una máquina bastera?

La máquina bastera es una máquina de coser que permite hacer puntos invisibles para los dobladillos en los pantalones o faldas. Utiliza de 1 a 3 agujas y su uso es dado no solo para bastas sino para costuras en general.

Al igual que la máquina de coser recta, esta presenta constantes problemas con la bobina, causando atraque o rotura del hilo.

Figura 71. Maquina bastera

¿Qué es una remalladora?

Una overlock o remalladora es una máquina que utilizando de 5 a 3 hilos y 1 o 2 agujas permite realizar sobrehilado en la prenda en forma de cadena, cortando a la vez la tela sobrante, por lo que el acabado es más pulcro y pulido que con un sobrehilado en "zig-zag" (sobrehilado de una máquina de coser convencional). Los remates que hace sirven para telas de todo tipo, por lo que esta máquina es muy útil para trabajar con tejidos de punto y elásticos. También sirve para unir dos telas, ya que cose, sobrehila y corta todo en un sólo paso.

Figura 72. Máquina bastera

1. Regulador de pedal	16. Instructor convertidor de 2 hilos
2. Luz de costura	17. Carácter de enhebrado
3. Palanca de pedal	18. Bandeja de hilacha
4. Cortador de hilo (Solo modelo 320)	19. Control de pedal
5. Plato de aguja	20. Palanca de soltado
6. Pedal	21. Palanca de soltado de pedal
7. Marcador de ancho de corte sobre-eje	22. Disco de carrete
8. Mesa de trabajo	23. Marcador control aliment. Dif.
9. Polo de gufa de hilo	24. Marcador largo de puntada
10. Control de tensión de aguja izquierda	25. Rueda de mano
11. Control de tensión de aguja derecha	26. Zócalo conector de enchufe
12. Control de tensión enlazador inferior	27. Interruptor de energía y luz
13. Control de tensión enlazador superior	28. Cobertor frontal
14. Guías de aguja de hilo	29. Cortador movable
15. Palanca cortadora de hilo (solo modelo 320)	30. Enlazador superior
	31. Enlazador inferior

¿Qué es una atracadora?

La máquina de coser atracadora es usada para afirmar aberturas como bolsillos. Para esto, a diferencia de las otras máquinas de coser, cuenta con una lanzadera giratoria que le permite hacer una puntada mucho más sólida pero con un acabado más “burdo” en el interior del afirmado.

Figura 73. Atracadora

¿Qué es una Botonera/ojaladora?

Como su nombre lo indica, la botonera/ojaladora es la máquina utilizada para cortar y coser los ojales y dobladillos en las prendas como camisas, polos y overalles. También permiten hacer las costuras y puntos para la colocación de botones. Actualmente estas vienen preparadas con programas prediseñados que facilitan esta labor permitiendo así dedicar menos tiempo a esta tarea demandante.

El tamaño de los ojales realizados en la tela varía entre 35 mm a 75 mm de tamaño. Por lo que el tamaño de los ojales de la máquina a utilizarse varían entre 5 mm y 10 mm.

Figura 74. Máquina bastera

❶	Interruptor de la corriente eléctrica ON/OFF
❷	Cabezal de la máquina (AMB-289)
❸	Panel de operación (IP-420)
❹	Caja de control (MC-640)
❺	Pedal
❻	Interruptor de arranque
❼	Dispositivo para el estante de hilos

¿Qué es una máquina recubridora?

La Recubridora es la máquina encargada de puntos centrados y de despunte como la máquina de coser recta pero esta aplica también en zonas curvas como cuellos y mangas. Cuenta con 3 agujas y su puntada va de hasta los 10 mm de acuerdo al tipo de ojal a utilizar.

Su pieza de mayor reposición es el prensa tela.

Figura 75. Pieza de maquina recubridora

Figura 76. Partes principales de una maquina recubridora

El problema más recurrente en esta máquina es el atascamiento en la alimentación de la tela. Eso es a causa de los rodillos.

Figura 77. Piezas de Máquina bastera

Índices de producción y mantenimiento

Producción

Actualmente la maquinaria de la empresa se usa para producir y cumplir con una cuota de producción de T-shirt (1000/día) y Box Básico (240/día) cuotas establecidas que podrían mejorarse y en algunos casos no pueden cumplirse debido a las fallas esporádicas de las máquinas que ocurren durante el proceso, es por eso de vital importancia la planificación y ejecución de un plan de mantenimiento que ayude a la empresa a mejorar su producción y reducir mermas.

Mantenimiento:

Actualmente la empresa realiza los mantenimientos con dos técnicos mecánicos que trabajan en la planta a tiempo completo y cuya función es la de darle mantenimiento a todas y cada una de las máquinas de la empresa en cuanto una de ellas presente alguna falla que no le permita continuar con el proceso productivo de manera uniforme, debido a la gran cantidad de máquinas y a la falta de planificación del mantenimiento este trabajo es constante y en algunos casos ambos se desabastecen de tiempo para reponer las maquinas en el tiempo requerido, las principales fallas que se presentan en los equipos son:

- Rotura de agujas
- Cambio de aceite de maquinas

- Regulación de las agujas y guías
- Fallas en el motor
- Fallo en bobina
- Rotura de garfios

Cabe resaltar que todos los operarios por política de la empresa son responsables del cumplimiento diario de las siguientes actividades:

- Limpiar todos los restos de género de alrededor del área de costura con una escobilla.
- Secar el exceso de aceite
- Desconectar la máquina cuando no se está usando.
- Revisar las máquinas, donde se requiera limpiar con aire o escobillas.

Criticidad

A continuación se realizará un análisis de Criticidad donde estableceremos el ranking relativo de los equipos dentro de un sistema. El propósito de dicho ranking es el de determinar cuáles son los equipos críticos que necesitaran una mayor asignación de recursos para asegurar su mejor funcionamiento.

Los criterios a tomar en cuenta para realizar nuestro análisis de criticidad son: frecuencia de fallas, consecuencias de operación, tasa de utilización, costo del mantenimiento y estado de equipo.

A continuación la tabla de criterios a utilizar con sus respectivos pesos:

Valor	<i>Frecuencia de fallas</i>
4	Alta
3	media
2	Baja
1	Casi nula
Valor	Consecuencias en Operación
4	Parada inmediata de la línea
3	Disminución de los niveles de calidad de la producción
2	Genera costos adicionales de operación
1	No Afecta la producción
Valor	Tasa de utilización
4	Fuerte
3	Medio
2	Bajo
1	Muy Bajo
Valor	Costo de Mantenimiento
4	Más de s/.1500
3	Entre s/.700 a s/. 1500
2	Entre s/.300 a s/. 700
1	Menor a 300
Valor	Estado Equipo
3	Viejo
2	Regular
1	Nuevo

Costos de mantenimiento por tipo de maquinaria anual:

Mantenimiento de Maquinaria Anual					
Cantidad	Máquinas	Periodicidad	Nº veces anual	Costo unitario s/.	Costo s/.
47	Costurera Recta	Mensual y semestral	14	40	26320
2	Recubridora Tapetera	Bimestral	6	40	480
12	Recubridora plana	Semanal	52	25	15600
38	Remalladora	Semanal	52	10	19760
4	Collatera	Trimestral	4	30	480
5	Bastera	Trimestral	4	30	600
3	Botonera	Trimestral	4	30	360
2	Ojaladora	Trimestral	4	30	240
1	Atracadora	Bimestral	12	30	360

Basándonos en los datos recolectados y vistos en planta se asignan valores para determinar la criticidad de cada una de las máquinas utilizadas en el proceso:

	Frecuencia Fallas	Consecuencia operación	Tasa de Utilización	Costo de mantenimiento	Estado del Equipo	TOTAL
Costurera Recta	4	4	4	4	2	512
Recubridora Tapetera	3	3	4	2	2	144
Recubridora plana	3	3	4	4	2	288
Remalladora	4	3	3	4	2	288
Collatera	2	3	3	2	2	72
Bastera	2	2	3	2	2	48
Botonera	2	2	3	2	2	48
Ojaladora	2	2	3	1	2	24
Atracadora	2	2	3	2	2	48

Ubicamos y calificamos los resultados de acuerdo a la siguiente tabla de criticidad:

Estado	Criticidad
Critico	Mayor a 200
Importante	Entre 100 y 200
Tolerable	Menor a 100

Máquinas	Estado
Costurera Recta	Critico
Recubridora Tapetera	Importante
Recubridora plana	Critico
Remalladora	Critico
Collatera	Tolerable
Bastera	Tolerable
Botonera	Tolerable
Ojaladora	Tolerable
Atracadora	Tolerable

De esta manera podemos concluir que las máquinas en estado crítico y en las cuales debemos priorizar nuestros recursos para la realización de un correcto mantenimiento son: La máquina costurera recta, la maquina recubridora plana y la máquina Remalladora ya que son las que más costos y fallos nos representan.

Auditoria de datos

Para tener un mejor panorama de la empresa hemos optado por auditar a 10 trabajadores en todo el proceso de producción para determinar en donde debemos centrar el trabajo.

Auditoria de Mantenimiento	
Empresa:	
1. Gerente General	
2. Jefe de Logística	
3. Jefe de Planta	
4. Jefe de Mantenimiento	
5. jefe de compras	
6. Operador # 1	
7. Operador # 2	
8. Mecánico # 1	
9. Mecánico # 2	
10. Almacenero	

Figura 10

1	Organización del Mantenimiento										Peso: /10				
Nº	Componentes	Peso /10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Pro m	Porcentaje	
1,01	Claridad de la ubicación del área de mantenimiento en la organización de la Empresa	5	6	7	9	7	7	7	8	8	6	6	7,1	35,5%	
1,02	Claridad de la Organización del área de mantenimiento de la Empresa	7	6	5	7	7	4	7	9	7	7	6	6,5	45,5%	
1,03	¿Cómo calificaría la Organización del área de mantenimiento de la Empresa?	8	7	7	8	4	4	7	6	8	7	7	6,5	52,0%	
1,04	Autonomía que el área de mantenimiento tiene dentro de la Organización de Empresa.	9	9	8	10	5	3	8	7	8	8	8	7,4	66,6%	
1,05	El área de mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras con las otras áreas.	7	7	8	7	5	5	8	4	5	8	7	6,4	44,8%	
1,06	Internamente, el área de mantenimiento tiene establecidas vías de comunicación claras.	6	8	7	7	7	6	6	8	6	6	7	6,8	40,8%	
1,07	El área de mantenimiento trabaja basado en claros objetivos propios.	7	5	8	5	6	5	7	9	8	8	8	6,9	48,3%	
1,08	El área de mantenimiento tiene definidas sus funciones claramente.	7	5	8	5	6	5	7	8	7	7	8	6,6	46,2%	
1,09	El área de mant. trabaja dentro de límites de responsabilidad claros y definidos.	7	2	3	4	4	4	4	3	2	3	4	3,3	23,1%	
1,10	El área de mant. es consid. para toma de decisiones por el resto de áreas de la planta	5	6	4	6	5	4	5	3	5	6	7	5,1	25,5%	
		6,8											6,26		

Figura 78. Organización del mantenimiento

2	Planeamiento del Mantenimiento										Peso:				/10
Nº	Componentes	Peso /10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Prom		
2,01	Calificación del Planeamiento de mant. dentro de la Organización de la Empresa	8	4	5	4	5	5	5	5	5	6	5	4,9		
2,02	Recepción de solicitudes de servicio de producción	5	7	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6,3		
2,03	Definición de la Orden de trabajo en el área de mantenimiento.	5	5	5	6	6	6	5	5	6	7	7	5,8		
2,04	Planeamiento de la Mano de obra en el área de mantenimiento.	6	4	5	6	6	5	7	7	7	6	6	5,9		
2,05	Planeamiento de Materiales en el área de mantenimiento.	6	3	4	4	4	4	3	3	2	5	4	3,6		
2,06	Planeamiento del Equipo de Mantenimiento en el área de mantenimiento.	6	4	7	6	6	5	5	6	8	6	6	5,9		
2,07	Planeamiento de la Logística en el área de mantenimiento.	7	5	6	6	5	6	5	7	5	6	5	5,6		
2,08	Coordinación con producción fechas para realizar mantenimiento en general.	7	4	3	2	4	4	3	4	4	2	2	3,2		
2,09	Planeamiento preventivo en el área de mantenimiento.	8	4	3	4	5	4	5	5	6	5	6	4,7		
2,10	Reporte de planeamiento y cumplimiento del área de mantenimiento.	8	7	6	5	6	8	6	7	7	7	6	6,5		
		6,6											5,24		

Figura 79. Planeamiento del mantenimiento

3	Ejecución del Mantenimiento										Peso: /10				
Nº	Componentes	Peso /10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Pro m		
3,01	El personal de Mantenimiento acciona en base a planes y programas.	6	5	4	4	3	5	6	4	5	6	5	4,7	28,2%	
3,02	El área de mant. participa en la elaboración de los prog. de producción de la planta.	6	3	2	5	2	3	3	4	5	4	5	3,6	21,6%	
3,03	El área de mant. participa en planes de inversión, ampliaciones y modernización.	5	4	2	4	3	4	3	5	4	5	4	3,8	19,0%	
3,04	Aplicación de MP en planta, con rutinas de inspección y revisión planeadas.	7	5	4	5	3	3	4	5	3	5	3	4,0	28,0%	
3,05	El área de mant. tiene archivos de documentación técnica e historial de equipos al día.	7	6	6	5	6	6	6	7	7	6	6	6,1	42,7%	
3,06	El área de mant. dispone de repuestos y suministros generales en los almacenes.	8	5	5	4	5	5	3	4	5	5	6	4,7	37,6%	
3,07	El área de mant. tiene herramientas, equipos y máquinas en buen estado y suficientes.	7	8	9	8	8	8	8	8	9	7	9	8,2	57,4%	
3,08	Se lubrican equipos e instalaciones de planta en base a un prog. de rutinas establecido	5	5	6	8	7	6	6	7	7	8	7	6,7	33,5%	
3,09	El área de mant. de planta presta atención y resuelve los casos de fallas repetitivas	7	3	3	2	2	2	4	3	2	2	3	2,6	18,2%	
3,10	El área de mantenimiento dispone con suficiente datos sobre costos y presupuestos.	8	4	4	5	3	4	5	5	3	4	5	4,2	33,6%	
		6,60											4,86		

Figura 80. Ejecución del mantenimiento

4	Habilidad del Personal de Mantenimiento										Peso: /10				
N°	Componentes	Peso /10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Pro m		
4,01	Nivel técnico de los Ingenieros del área de mantenimiento.	8	7	8	8	7	7	8	9	9	7	7	7,7	61,6%	
4,02	Nivel técnico de los Técnicos del área de mantenimiento.	7	8	7	8	8	9	8	8	7	8	7	7,8	54,6%	
4,03	Nivel de Experiencia de Ingenieros, Técnicos y Obreros del área de mantenimiento.	6	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8,1	48,6%	
4,04	El personal de Mant. trabajan solos y son responsables de las tareas que realizan.	8	8	7	7	8	8	8	9	7	8	8	7,8	62,4%	
4,05	Habilidades para resolver Problemas y tomar decisiones en el área de mantenimiento.	8	7	6	6	7	6	7	6	6	7	7	6,5	52,0%	
4,06	El personal del área de mantenimiento recibe capacitación técnica externa permanentemente.	7	4	4	5	4	2	5	3	2	3	3	3,5	24,5%	
4,07	El personal de supervisión capacita a su personal del área de mant. permanentemente.	7	2	3	3	4	4	3	2	2	2	3	2,8	19,6%	
4,08	Nivel de desempeño del personal del área de mantenimiento para realizar mant. preventivo.	7	3	5	4	3	4	4	3	2	2	3	3,3	23,1%	
4,09	El personal del área de mant.puede realizar mant. predictivo (Monitoreo Condición).	7	2	2	2	4	4	5	6	3	4	2	3,4	23,8%	
4,10	El personal del área de mant. puede realizar Análisis de Datos de fallas para mejorar.	9	3	2	3	3	4	6	5	3	4	2	3,5	31,5%	
		7,4											5,44		

Figura 81. Habilidad del personal de mantenimiento

5	Abastecimiento del mantenimiento										Peso: /10			
N°	Componentes	Peso /10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Pro m	
5,01	Velocidad de respuesta a solicitudes de compras para el área de mantenimiento.	8	6	6	5	6	4	5	6	7	5	6	5,6	44,8%
5,02	Almacenes de repuestos para mantenimiento de la planta están ordenados.	8	5	4	5	5	6	6	5	5	5	5	5,1	40,8%
5,03	¿Cómo están los mecanismos de recepción de repuestos para mantenimiento en calidad y cantidad?	6	7	5	8	5	5	6	8	6	7	6	6,3	37,8%
5,04	Se compra en base a especificaciones precisas del área de mantenimiento.	8	6	8	8	6	8	7	7	8	8	8	7,4	59,2%
5,05	El Catálogo de Componentes (repuestos) de la planta es permanentemente actualizado.	8	5	4	3	4	4	5	6	5	5	6	4,7	37,6%
5,06	Disponibilidad de repuestos, materiales y suministros para mantenimiento.	9	2	3	4	3	2	2	3	2	4	1	2,6	23,4%
5,07	El área de Mantenimiento de la planta tiene participación en el proceso de compra.	7	5	6	4	5	6	3	4	5	6	6	5,0	35,0%
5,08	El Registro de Proveedores para mantenimiento es actualizado permanentemente.	6	3	2	3	3	2	4	3	2	2	2	2,6	15,6%
5,09	Se respetan los niveles máximo / mínimo de existencias para mantenimiento. (stock)	7	3	2	3	2	2	4	2	2	3	3	2,6	18,2%
5,10	Grado de facilidad para contratar servicios de terceros para mantenimiento.	6	4	5	9	4	4	4	4	3	2	3	4,2	25,2%
		7,3											4,61	

Figura 82. Abastecimiento del mantenimiento

6	Administración del mantenimiento										Peso:				/10	
Nº	Componentes	Peso /10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Pro m			
6,01	El manto se desarrolla en base a un Ppto. Operativo anual que cubre todas sus actividades	7	3	3	4	4	3	4	4	4	2	4	3,5	24,5%		
6,02	El mantenimiento trabaja dentro del sistema de costos de la Institución ?	6	5	4	6	7	5	4	5	6	7	7	5,6	33,6%		
6,03	En la ejecución del mantenimiento se trata de reducir constantemente los costos operati	8	5	7	5	6	5	6	7	5	7	6	5,9	47,2%		
6,04	El manto es incluido en los Pptos. anuales y en el establecimiento de los niveles de gast	6	6	5	5	6	6	6	7	5	6	7	5,9	35,4%		
6,05	El mantenimiento controla y trata de reducir sus gastos ?	7	5	4	6	5	5	6	7	6	7	7	5,8	40,6%		
6,06	El área de Administración Central presta apoyo al mantenimiento ?	6	8	5	7	4	5	7	7	6	7	7	6,3	37,8%		
6,07	El área de Sistemas presta apoyo al mantenimiento ?	6	3	4	2	4	4	5	6	6	4	5	4,3	25,8%		
6,08	La información llega para el mantenimiento en tiempo y forma rápida ?	6	5	2	5	4	4	5	8	7	6	7	5,3	31,8%		
6,09	El mantenimiento participa en cuanto a los Planes de Mercadeo ?	5	3	5	2	2	3	4	3	2	3	3	3,0	15,0%		
6,10	Cual es el grado de ordenamiento interno de mantenimiento en cuanto a lo administrati	7	4	5	9	4	4	5	4	9	8	7	5,9	41,3%		
		6,4											5,15			

Figura 83. Administración del mantenimiento

AUDITORIA DE MANTENIMIENTO					
Equipo de trabajo	UPC - Industrial	Empresa:	Cotton S.A.		
Categoría de auditoria	Todas	Unidad de Operación:	Total		
		Fecha:	01/06/2013		
Aprobado:	CTD	Resultado Final:	216%		
N°	Componentes	Peso (/10)	Puntaje Ponderado (%)	Ponderado (%)	
1	Organización del Mantenimiento	6,80	6,26%	42,57%	
2	Planeamiento del Mantenimiento	6,60	5,24%	34,58%	
3	Ejecución del Mantenimiento	6,60	4,86%	32,08%	
4	Habilidad del Personal de Mantenimiento	7,40	5,44%	40,26%	
5	Abastecimiento del mantenimiento	7,30	4,61%	33,65%	
6	Administración del mantenimiento	6,40	5,15%	32,96%	
Total		41,10	32%	216,10%	
			Puntaje de la Categoría		52,58%

Auditoría de Mantenimiento											
Empresa:											
		Peso (1/10)									
Nº	Categorías	1	2	3	4	5		sum	Prom	Peso	Puntaje tot. Cat.
1	Organización del Mantenimiento	4	5	6	4			19	4,75	8	38
2	Planeamiento del Mantenimiento	4	5	4	5			18	4,50	8	36
3	Ejecución del Mantenimiento	7	6	5	7			25	6,25	9	56,25
4	Habilidad del Personal de Mantenimiento	8	8	8	8			32	8,00	8	64
5	Abastecimiento del mantenimiento	6	7	7	6			26	6,50	8	52
6	Administración del mantenimiento	6	8	7	7			28	7,00	7	49
										4,8	295,25

Figura 84. Areas críticas del mantenimiento

Conclusiones Preliminares

Basándose en nuestro análisis de auditoria se llega a la conclusión que las áreas críticas del mantenimiento son su organización y su planeación ya que actualmente la empresa solo realiza el mantenimiento de acuerdo a los errores que se presentan y no se realiza mantenimientos preventivos, ni predictivos

Se pudo identificar los siguientes puntos críticos dentro del área de mantenimiento de la empresa:

- El área de mantenimiento trabaja dentro de límites de responsabilidad claros y definidos.

- El área de mantenimiento. es considerado para toma de decisiones por el resto de áreas de la planta
- Planeamiento de Materiales en el área de mantenimiento.
- Coordinación con producción fechas para realizar mantenimiento en general.
- El área de mantenimiento participación en la elaboración de los programas de producción de la planta.
- El área de mantenimiento participa en planes de inversión, ampliaciones y modernización.
- El área de mantenimiento de planta presta atención, estudia y resuelve los casos de fallas repetitivas.
- El personal de supervisión capacita a su personal del área de mantenimiento permanentemente.
- Nivel de desempeño del personal del área de mantenimiento para realizar mantenimiento preventivo.
- El personal del área de mantenimiento puede realizar mantenimiento predictivo (Monitoreo Condición).
- El Registro de Proveedores para mantenimiento es actualizado permanentemente.
- Se respetan los niveles máximo / mínimo de existencias para mantenimiento. (stock)
- El mantenimiento no se desarrolla en base a un Dpto. Operativo anual que cubre todas sus actividades
- El mantenimiento no participa en cuanto a los Planes de Mercadeo

Recomendaciones

- Se debe crear instructivos de trabajo para realizar los mantenimiento.
- Se debe trabajar mejor la comunicación con la diversas áreas.
- Se debe establecer un cronograma de mantenimiento actualizado.
- Establecer mantenimientos preventivos y predictivos.
- Desarrollar una política de inventarios para repuestos más necesarios.

Implementación de los diversos tipos de mantenimiento

- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Predictivo

ESTABLECIMIENTO DE METAS Y OBJETIVOS

Actualmente la empresa que es motivo de estudio no presenta un manual de mantenimiento ni calendario de actividades predeterminado, son estos puntos los que debemos revisar para realizar las respectivas propuestas de mejora. La empresa solo realiza sus mantenimientos mediante la aplicación de un mantenimiento correctivo donde en base a estos se estiman los futuros periodos para el mantenimiento de la maquinaria que se tiene en la empresa. Este periodo se asocia al tiempo en el que la máquina rinde en sus mejores condiciones dado que cuando la máquina sufra alguna avería, esta se recambia por una máquina de repuesto.

Diseño de metas y objetivos

Para poder ofrecer a la empresa un posible modelo de gestión de mantenimiento empezaremos diseñando tanto las metas como los objetivos para así poder proponer las políticas que le pueden ayudar a la empresa a tener un mejor uso de sus recursos.

El establecimiento de las metas buscara una alta tasa de efectividad en el proceso de producción al más bajo costo. Para ello se deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos

- Establecimientos de la metas
- Componentes de las metas
- Identificar las variables

Establecimientos de las Metas

En esta primera etapa se asemejará con un Brainstorm (lluvia de ideas) las cuales serán analizadas de acuerdo con los conceptos aprendidos durante el curso.

- Incremento de productividad en Mano de Obra
- Incremento del % de operación.
- Reducción de fallas.
- Reducción de tiempo de no-operación.
- Reducción de emergencias (cero).
- Reducción de defectos en el proceso.
- Reducción de defectos por rechazos.
- Reducción de defectos por reclamaciones de clientes
- Reducción en costos del mantenimiento.
- Conservación de energía
- Creación de un sistema de inventarios de piezas y repuestos.
- Incremento de rotación de inventarios.

Estas propuestas se tomaron a raíz de las dos primeras visitas que se realizaron a la empresa donde se pudo ver que el funcionamiento de las máquinas de coser no se encontraba a un 100% además de las otras maquinarias que se encontraban en toda la planta. Definitivamente no se podrán abordar todos los aspectos mencionados es por ello que este trabajo se enfocará en identificar la raíz de los problemas del proceso a nivel de gestión de mantenimiento y proponer una respuesta.

Componentes de las metas

Conceptos fundamentales de los componentes en que el sistema debe diseñarse tomando en cuenta los términos usados en la implantación de metas, que son:

- Conservación
- Confiabilidad
- Mantenibilidad
- Diseño

Conservación

Uno de los primeros aspectos que se propondrá a la empresa será la implementación de un calendario anual de mantenimiento que nos permitirá tener un inventario de los repuestos de forma que la producción no se paralice evitan pérdidas. Este programa será aplicado a todas las áreas de modo que el sistema de mantenimiento no caducara y solo se limitará a actualizaciones de acuerdo a la coyuntura. Actividades, acciones tendientes al mantenimiento y operación, que en conjunto evitarán la degradación del sistema, el que en caso de falla deberá ser restablecido dentro de un intervalo específico.

Confiabilidad

Teniendo en cuenta el calendario de actividades que se propondrá seguido de la auditoría al proceso productivo nos indicará que grado de confianza tiene el sistema propuesto y de acuerdo a ello se realizarán los ajustes respectivos.

Recordemos que dentro de la confiabilidad se debe tener en cuenta los conceptos tanto del diseño, operación y mantenibilidad del mismo sistema.

Mantenibilidad

Dado que la mantenibilidad y la disponibilidad están estrechamente relacionados lo que se pretenderá será proponer una mejora en los siguientes aspectos:

Primero la *confiabilidad* será importante por ello con nuestra primera propuesta se pretenderá tener un nivel de confianza aceptable.

Segundo la *planeación del mantenimiento* mediante las actividades propuestas englobadas en un calendario de actividades anual nos permitirá saber dónde el tiempo puede ser aprovechado al 100% o que días pueden presentar problemas.

Tercero la *operación logística* será un aspecto importante a tener en cuenta dado que como actualmente se espera a que la máquina se paralice por algún motivo para recién realizar la asistencia pertinente (Mantenimiento Correctivo) se propondrá un sistema simple de inventario sobre la maquinaria que sea reparada con mayor frecuencia.

Cuarto los *recursos humanos* serán muy importantes dado que no solo el encargado del área (mecánico) debe tener conocimiento sobre el mantenimiento de la maquinaria sino todos los involucrados así sea un conocimiento básico.

Quinto la *seguridad* no puede ignorarse dado que las condiciones de trabajo para cada uno de los operarios sea en el mantenimiento como en la producción deben de ser las óptimas para elevar la eficiencia del proceso.

Así como se mencionaron estos cinco puntos el objetivo de este punto como lo es la mantenibilidad es de generar una buena disponibilidad en el proceso si cada uno de los puntos mencionados es cumplido correctamente generará mayor disponibilidad.

La mantenibilidad se incrementará excepcionalmente, si se lleva a una sistematización, lo que proporcionará controles estrechos sobre las funciones de Ingeniería de mantenimiento.

En beneficios se obtienen mejores programas, controles, mediciones, evaluaciones resultados, y se incrementará considerablemente, disponibilidad, eficiencia, calidad, etc.

Diseño

El diseño es uno de los componentes de las metas que más afecta la disponibilidad de los equipos, dado que el avance tecnológico hace que lo que hoy adquiramos mañana ya es obsoleto.

En los equipos e incluso líneas productivas se incorporan recientemente las variables de conservación, confiabilidad, mantenibilidad y diseño, haciendo entonces que los equipos sean más eficientes, más rápidos, más compactos o pequeños, etc. Las líneas se diseñan de manera que la mano del hombre no toque el producto, que los sistemas o líneas sean ergonómicas y si se requiere de la intervención del ser humano

Para el ensamble de la maquinaria en mal estado (máquinas de coser en este caso), cuentan con sistema de prueba y error para garantizar la calidad, que los sistemas y equipos sean lo más posible libres de mantenimiento, que los operadores tengan a su cargo el mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo e incluso parte del mantenimiento predictivo.

También haremos uso de las herramientas aprendidas durante la carrera como las ocho disciplinas histograma, análisis causa efecto, Pareto, entre otros.

Variables

Programas de Mantenimiento

- Mantenimiento Preventivo
- Tiempo dirigido al mantenimiento preventivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Correctivo
- Inspecciones
- Tareas

Propósito:

Establecer un marco de referencia para la implementación de un programa de gestión de mantenimiento en la empresa Best Cotton. La cual será aplicada en todas las áreas mencionadas al inicio del presente informe

Políticas y Estrategias de la gestión de mantenimiento

En vista de ello el grupo de trabajo que elabora el presente informe decidió recomendar unas políticas de mantenimiento donde se tomaran en cuenta los procedimientos actuales de la empresa a continuación presentaremos una propuesta la cual será analizada, evaluada para luego ser recomendada como alternativa de mejora.

Políticas de Mantenimiento:

Todas las áreas operativas concernientes al proceso productivo de la empresa Best Cotton sigan un sistema de gestión de mantenimiento que está basado en prácticas preventivas y predictivas para atender el mantenimiento tanto de los equipos de instalación como de los sistemas de procesos (cinco pisos)

Todas las instalaciones operativas adopten inicialmente la gestión de mantenimiento, la cual se enfoca en intervalos definidos, pero que mediante los datos existentes así como la

experiencia de nuestros operarios, se transforme en predictiva (teniendo en cuenta los escenarios que se puedan dar).

Las instalaciones deberán adecuar sus programas de mantenimiento a los recomendados por sus proveedores (máquinas - fabricante). Sin embargo se deberán realizar los ajustes respectivos en base al comportamiento histórico y la experiencia de los trabajadores.

Es política de Best Cotton garantizar el correcto uso y conservación de todas las herramientas, equipos y estaciones utilizadas para los mantenimientos de las instalaciones.

Estrategias

- Un sistema de órdenes de trabajo con una prioridad de trabajo y programación establecidos, basados en los niveles de criticidad de los equipos.
- Garantía del correcto registro y archivo de los historiales de mantenimiento de los equipos y su uso como herramienta de referencia para futuros mantenimientos.
- Una planificación anual de mantenimiento que abarque todos los equipos de la planta y organizados por nivel de criticidad.
- Programa de mantenimiento predictivo
- Mantener actualizado el inventario de repuestos de la instalación, primordialmente de los equipos y sistemas críticos;
- Procedimientos escritos de mantenimiento para todo equipo, control, instrumento y sistema, que deberán ser actualizados cada cierto tiempo y con acceso al personal competente y de fácil comprensión.
- Programas de inspección, calibración y pruebas, principalmente en la instrumentación crítica de la planta.
- Garantía de la correcta conservación de todas las instalaciones, bajo cualquier régimen de operación al que esté sometida, ajustando y revisando el Programa de Gestión de Mantenimiento para adecuarlo a todas las condiciones que puedan presentarse.
- Programa de entrenamiento en mantenimiento y requisitos de calificación, siguiendo la política de la empresa.

Productividad

Actualmente la empresa cuenta con maquinarias que se dedican en su mayoría al proceso de confección de polos entre ellos contamos con maquinaria. Lo que se buscara en este rubro será lo siguiente:

- Incremento de productividad en Mano de Obra
- Incremento del % de operación.
- Reducción de fallas.
- Reducción de tiempo de no-operación.
- Reducción de emergencias (cero).

Calidad

Sin duda uno de los principales problemas que se presentan durante el proceso son los defectos en los polos que produce la empresa es por ello uno de los principales objetivos a conseguir una vez aplicado la gestión de mantenimiento son los siguientes:

- Reducción de defectos en el proceso.
- Reducción de defectos por rechazos.
- Reducción de defectos por reclamaciones de clientes.

Costos

Mediante la aplicación de la gestión de mantenimiento lo que se pretende lograr es un uso eficiente de los recursos que nos permitan minimizar costos a continuación los logros a cumplir:

Reducción en costos del mantenimiento.

Conservación de energía.

Inventarios

Parte de la estrategia de la gestión de mantenimiento será el de generar un stock de piezas que constantemente se malogran (por su uso constante) para que al momento de realizar

su mantenimiento (según calendario a proponer) no paralicen el proceso y no generen pérdidas por retraso:

Creación de un sistema de inventarios de piezas y repuestos.

Incremento de rotación de inventarios.

Organización estructura relaciones del mantenimiento

Como solución de la problemática de la estructura del mantenimiento. El presente grupo propone un modelo óptimo para la sistematización del mantenimiento, soportando el diseño con Ingeniería de mantenimiento

El presente modelo se diseñó con el fin de dar una solución a este problema que presente la empresa, como se comentó en las visitas previas realizadas se trabaja desde reparar solo cuando falle, hasta técnicas de detección para resolver problemas de mantenimiento. Es decir que nos guste o no se considera al mantenimiento como un proceso necesario. Toda gestión de mantenimiento debe ser construida bajo una organización y estructura que le darán soporte necesario para resolver cualquier tipo de problema de que presente. Por ello nuestro índice fue basado en la propuesta de una implementación de gestión para la empresa Best Cotton.

IMPLEMENTACION DE PLAN Y EJECUCIÓN

Estrategias de mejoras en la gestión del mantenimiento

Para lograr las Mejores Prácticas de Mantenimiento se tiene que desarrollar ciertas estrategias, que vayan de acuerdo a los objetivos del área de mantenimiento, lo cual tendrá influencia y ayudar a cumplir con la misión y visión de la empresa.

Elaboración de Manuales de Mantenimiento.

De esta manera se asegura de cumplir con las políticas de mantenimiento. Las cuales consisten en mantener la continuidad de los procesos de producción y prolongar la vida útil de los equipos.

El objetivo es comunicar la política de mantenimiento y definir las funciones de cada elemento del Sistema de Mantenimiento.

Política de mantenimiento: Implementar un Sistema de Mantenimiento, que permita incrementar los niveles de productividad, calidad, y seguridad en la planta. A través de la adopción de técnicas y sistemas de mantenimiento más adecuados a la realidad de la empresa y la capacitación continua del personal para garantizar el cumplimiento de la programación de producción, en el caso de BEST COTTON el sistema de mantenimiento se mantiene en cierto punto obsoleto debido a la falta de documentación y actualización de datos referentes a procedimientos, tiempos y otro tipo de información relevante para el día a día.

Para desarrollar lo anterior será necesario:

Responsabilidades de la dirección; establecer y difundir el compromiso e involucramiento de la Gerencia de Producción y Mantenimiento con la Gestión de mantenimiento y el Sistema de mantenimiento.

Sistema de Mantenimiento; dotar a la planta de un sistema de Mantenimiento que asegure el cumplimiento de los programas de producción, en este caso ya se posee uno debido a los requerimientos de las buenas prácticas de producción.

Otras estrategias que pueden ser aplicadas aunque algunas discrepan con las nuevas máximas del mantenimiento proactivo son las siguientes:

Mejoras individuales en los equipos:

En esta mejora se establecerá las condiciones óptimas operativas de los equipos realizando pequeñas mejoras individuales en cada máquina, cabe mencionar que también se puede establecer un sistema de detección de consecuencias de tal forma que uno pueda generar mejoras en la funcionalidad del equipo mucho antes que alguna falla se presente.

Proyectos de Mantenimiento Preventivo y Costo del Ciclo de Vida:

Se trata de establecer la evaluación de la conveniencia de adquirir maquinas nuevas, con el fin de mejorar la confiabilidad, mantenibilidad, operacionalidad y economía. En el proyecto de mantenimiento preventivo se hace un análisis del historial del equipo para determinar mejoras, que tengan por objetivo la eliminación de problemas futuros, y consecuentemente reducir el costo de Ciclo de Vida.

Educación y capacitación:

Se busca planificar la capacitación de los operadores, mantenedores e ingenieros de producción, es decir del personal de operación y mantenimiento, de esta forma son capaces de responder a situaciones de emergencia sin la intervención de mantenimiento, en muchos casos estas acciones inmediatas pueden salvar horas de operación y costos para la empresa.

Mantenimiento autónomo:

Comprende el desarrollo de la conciencia del concepto de que " a mi maquina la cuido yo " y el cambio de las características inadecuadas del local de trabajo.

Elaboración de Estrategias basadas en la norma ISO 9001.

Se trata de generar mejoras basadas en la espiral de Deming para la mejora continua.

Elaborar planes y programas de mantenimiento anual, adaptados a las actividades de mantenimiento de infraestructura, equipos y vehículos, donde se especifique la periodicidad de cada una de ellas y el ejecutor del servicio.

Desarrollar instrumentos para la medición de la Gestión del Mantenimiento en la Unidad de Mantenimiento, tales como formularios de Control de ejecución del mantenimiento,

satisfacción del cliente, registro de inconformidades y conformación del servicio, con el fin de mejorar la gestión del proceso y ofrecer un mejor servicio.

Realizar formatos para llevar un historial de los vehículos y equipos, esto mejorará el control y por ende reducirá costos de mantenimiento correctivo y permitirá un desempeño más eficiente en la Unidad.

Establecer prioridades para la ejecución de las actividades de mantenimiento de infraestructura, equipos y vehículos, en la Unidad de Mantenimiento.

Diseñar un sistema de indicadores que permita controlar la gestión del mantenimiento en la Unidad de Mantenimiento.

Documentar el Proceso de Gestión de Mantenimiento de la Unidad de Mantenimiento, según lo establecido por la Norma ISO 9001:2008 de los Requisitos del Sistema de Gestión de Calidad.

Programa de actividades de mantenimiento

La programación de actividades de mantenimiento se da principalmente en las máquinas de fabricación, en este caso la máquina de costura recta y la remalladoras principalmente en la primera debido a la Falta de disponibilidad de la máquina y alta carga que tiene por la cantidad de productos que se fabrican en la misma, ya que existen constantes fallas en la máquina que hace que baje la productividad de la empresa; por otro lado las remalladoras, son aquellas máquinas que se encuentran en el inventario de fallas, ya que estas han sido durante años los cuellos de botellas, por lo cual se consideraron obsoletas; actualmente se ha dispuesto de un programa de mantenimiento predictivo y proactivo, los maquinistas se encuentran en capacitación constante para regular la máquina y aprender a detectar y solucionar anomalías de índole menor, mientras que también se les capacita para notificar sobre fallas de mayor escala como paradas por falla eléctrica, sobre calentamientos, etc.

Figura 85. Ejecución de actividades de mantenimiento

Fuente propia

FUNCION DE CONTROL Y EJECUCIÓN

Sistemas de control de la gestión de mantenimiento

La empresa viene implementando un sistema de software SAP como plataforma administrativa para estandarizar la gestión y centrarla en la planificación, en donde se tiene configurado como soporte para la gestión, de este modo se incrementó la confiabilidad de las líneas de producción centralizándose los procedimientos de mantenimiento.

En cuanto a los temas de control se establece en el área el uso de indicadores clave para mantenimiento basados en la confiabilidad de las líneas de producción como:

- Tiempo promedio para restaurar un equipo, maquinaria, línea o proceso desde una falla funcional – Indicador de eficiencia de mantenibilidad
- Indicador de aprovechamiento Horas- Hombre
- Disponibilidad

Medidas para las Mejoras	Descripción
Mantenimiento Preventivo	En este pilar se busca establecer los tipos de mantenimiento, es decir la estandarización de las actividades de mantenimiento estableciendo un lenguaje común de comunicación para todos en la empresa.
Mejoras individuales en los equipos	En él se trata de establecer las condiciones óptimas operativas de los equipos.
Proyectos de Mantenimiento Preventivo y Costo del Ciclo de Vida	Se trata de establecer la evaluación de la conveniencia de adquirir maquinas más caras, pero de mejor confiabilidad, mantenibilidad, operacionalidad y economía. En el proyecto de mantenimiento preventivo se hace un análisis del historial del equipo para determinar mejoras, que tengan por objetivo la eliminación de problemas futuros, y consecuentemente reducir el costo de Ciclo de Vida.
Educación y capacitación	Se busca planificar la capacitación de los operadores, mantenedores e ingenieros de producción, es decir del personal de operación y mantenimiento.
Mantenimiento de la calidad	En este pilar se busca establecer la evaluación de la interferencia y de la condición operativa del equipo en la calidad del producto o servicio ofrecido por la empresa con la definición de parámetros que puedan ser indicadores de esta interferencia.
Medio Ambiente, seguridad e higiene	Se refiere al tratamiento de políticas de prevención de accidentes, estableciendo las recomendaciones de seguridad y la adecuación del sistema para que sean implementadas en las Órdenes de Trabajo.
Mantenimiento autónomo	Comprende el desarrollo de la conciencia del concepto de que " a mi maquina la cuido yo " y el cambio de las características inadecuadas del local de trabajo.

MEDICION Y EVALUACION

Control de costos calidad y otros de mantenimiento

Control de costos

Los criterios que se sugiere para efectuar el control de costos son los siguientes:

Los costos deben ser controlados por las actividades que se han definido para realizar el mantenimiento preventivo, ayudará a tener un mejor control de los costos.

Dentro de cada actividad el control debe subdividirse en los siguientes:

- Materiales.
- Servicios.

- Mano de obra.
- Energía eléctrica.
- Herramientas, etc.

Cada ítem de los mencionados anteriormente deben ser subdivididos en tantos elementos como sea convenientes con tal de poder controlar los costos en los que se incurre al momento de realizar el mantenimiento preventivo.

Definir los formatos necesarios para la obtención de los datos.

Control de la calidad en el mantenimiento:

Existen muchas herramientas estadísticas que nos pueden ayudar a controlar la gestión de mantenimiento que se desea implementar, entre ellos tenemos a los siguientes:

- Histogramas.
- Ishikawa
- Análisis de Pareto (ABC)

También se puede utilizar el siguiente diagrama para controlar y mejorar la calidad del mantenimiento:

Estadísticas indicadores de mantenimiento

Los indicadores sirven para ver la condición en la que se encuentra el equipo, dando a conocer si es que necesita mantenimiento preventivo o correctivo dependiendo de la criticidad del mismo. Además, estos indicadores sirven para generar la retroalimentación respectiva. Los indicadores que maneja la empresa son los siguientes:

Indicador de Actividades de Mantenimiento: Indicador que define el cumplimiento del plan de mantenimiento.

Indicador Aprovechamiento de Horas Hombre: Indicador que mide el grado de aprovechamiento del personal en el área de mantenimiento, obtenido mediante la comparación directa de los tiempos operativos efectivos y el disponible para realizar las labores programadas.

De esta manera se procederá a elaborar los indicadores basados en el plan anual de Mantenimiento, objetivos del área y garantizar un servicio óptimo de acuerdo a las necesidades de la empresa

Se listan los siguientes indicadores:

INDICADOR 1:

LOGO	DEFINICIÓN DE INDICADOR % De cumplimiento de programa de mantenimiento	VERSION: 01	PAGINA: 1 de 1
		CODIGO: IND-01	

1. OBJETIVO DEL INDICADOR: Cumplir por lo menos con el 95% del programa de mantenimiento planeado para un mes.
--

2. FORMULA / CALCULO: $\% \text{ de Mantenimiento preventivo realizado} = \frac{\text{Mantenimiento preventivo realizado}}{\text{Mantenimiento preventivo programado}} \times 100$
--

3. CARACTERISTICAS DEL INDICADOR: Semáforo: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="background-color: green; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Igual o mayor a 95%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Entre 95 % y 85%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Menor a 85%</td> </tr> </table>		Igual o mayor a 95%		Entre 95 % y 85%		Menor a 85%
	Igual o mayor a 95%					
	Entre 95 % y 85%					
	Menor a 85%					

4. RESPONSABLE DE GESTION: Jefe de Mantenimiento.
--

5. PUNTO DE LECTURA E INSTRUMENTO: Punto de Lectura: Taller de mantenimiento. Instrumento: Hoja de control

6. MEDICION Y REPORTE: Frecuencia de Medición: Mensualmente.	Reporte: Mensualmente. Responsable: Encargado del taller.
--	--

7. USUARIOS: Jefatura de mantenimiento
--

INDICADOR 2:

LOGO	DEFINICIÓN DE INDICADOR % De cumplimiento de presupuesto de mantenimiento	VERSION:	PAGINA:						
		01	1 de 1						
		CODIGO: IND-01							
1. OBJETIVO DEL INDICADOR: Cumplir por lo menos con el 98% del presupuesto de mantenimiento planeado para un mes.									
2. FORMULA / CALCULO: $\% \text{ de Cumplimiento de presupuesto} = \frac{\text{Presupuesto utilizado}}{\text{Presupuesto asignado}} \times 100$									
3. CARACTERISTICAS DEL INDICADOR: Semáforo: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="background-color: green; width: 20px;"></td> <td>Igual o mayor a 98%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow; width: 20px;"></td> <td>Entre 98 % y 90%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; width: 20px;"></td> <td>Menor a 90%</td> </tr> </table>					Igual o mayor a 98%		Entre 98 % y 90%		Menor a 90%
	Igual o mayor a 98%								
	Entre 98 % y 90%								
	Menor a 90%								
4. RESPONSABLE DE GESTION: Jefe de Mantenimiento.									
5. PUNTO DE LECTURA E INSTRUMENTO: Punto de Lectura: Area de presupuestos. Instrumento: Hoja de control									
6. MEDICION Y REPORTE: Frecuencia de Medición: Mensualmente. <div style="float: right;"> Reporte: Mensualmente. Responsable: Encargado de presupuestos. </div>									
7. USUARIOS: Jefatura de mantenimiento									

INDICADOR 3:

LOGO	DEFINICIÓN DE INDICADOR # de incidentes de trabajo	VERSION: 01	PAGINA: 1 de 1
		CODIGO: IND-01	

1. OBJETIVO DEL INDICADOR: Cumplir con el objetivo de ningún incidente de trabajo.						
2. FORMULA / CALCULO: Incidentes de trabajo: # de incidentes de trabajo.						
3. CARACTERISTICAS DEL INDICADOR: Semáforo: <table border="1" style="margin-left: 100px;"> <tr> <td style="background-color: green; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Igual a 0</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Entre 1 y 3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Mayor a 3</td> </tr> </table>		Igual a 0		Entre 1 y 3		Mayor a 3
	Igual a 0					
	Entre 1 y 3					
	Mayor a 3					
4. RESPONSABLE DE GESTION: Jefe de Mantenimiento.						
5. PUNTO DE LECTURA E INSTRUMENTO: Punto de Lectura: Taller de mantenimiento. Instrumento: Hoja de control						
6. MEDICION Y REPORTE: Frecuencia de Medición: Semanal. <div style="float: right;"> Reporte: Semanal. Responsable: Asistente de seguridad. </div>						
7. USUARIOS: Jefatura de mantenimiento						

INDICADOR 4:

LOGO	DEFINICIÓN DE INDICADOR % De Falla de equipos críticos	VERSION: 01	PAGINA: 1 de 1
		CODIGO: IND-01	

1. OBJETIVO DEL INDICADOR: No debe existir ningún tipo de falla en equipos críticos.						
2. FORMULA / CALCULO: $\% \text{ de Fallas de equipos críticos} = \frac{\text{Falla de equipos críticos}}{\text{Fallas totales}} \times 100$						
3. CARACTERISTICAS DEL INDICADOR: Semáforo: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="background-color: green; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Igual a 0%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Entre 1% y 5%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Mayor a 5%</td> </tr> </table>		Igual a 0%		Entre 1% y 5%		Mayor a 5%
	Igual a 0%					
	Entre 1% y 5%					
	Mayor a 5%					
4. RESPONSABLE DE GESTION: Jefe de Mantenimiento.						
5. PUNTO DE LECTURA E INSTRUMENTO: Punto de Lectura: Taller de mantenimiento. Instrumento: Hoja de control						
6. MEDICION Y REPORTE: Frecuencia de Medición: Semanal. <div style="text-align: right;"> Reporte: Semanal. Responsable: Encargado del taller. </div>						
7. USUARIOS: Jefatura de mantenimiento						

INDICADOR 5:

LOGO	DEFINICIÓN DE INDICADOR % De Quejas o Reclamos de los Clientes	VERSION: 01	PAGINA: 1 de 1
		CODIGO: IND-01	

1. OBJETIVO DEL INDICADOR: El porcentaje de quejas de los cliente son supere el 5%						
2. FORMULA / CALCULO: $\% \text{ de Quejas o reclamo de clientes} = \frac{\text{Clientes que presentan una queja al servicio}}{\text{Clientes totales atendidos}} \times 100$						
3. CARACTERISTICAS DEL INDICADOR: Semáforo: <table border="1" style="margin-left: 100px;"> <tr> <td style="background-color: green; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Menor a 5%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Entre 5% y 15%</td> </tr> <tr> <td style="background-color: red; width: 20px; height: 15px;"></td> <td>Mayor a 15%</td> </tr> </table>		Menor a 5%		Entre 5% y 15%		Mayor a 15%
	Menor a 5%					
	Entre 5% y 15%					
	Mayor a 15%					
4. RESPONSABLE DE GESTION: Jefe de Mantenimiento.						
5. PUNTO DE LECTURA E INSTRUMENTO: Punto de Lectura: Vía correo electrónico Instrumento: Hoja de control						
6. MEDICION Y REPORTE: Frecuencia de Medición: Semanal Reporte: Semanal. Responsable: Asistente de mantenimiento.						
7. USUARIOS: Jefatura de mantenimiento						

En este plan anual, se muestra detallado la periodicidad de las actividades preventivas consideradas para el universo de máquinas distribuidas en las plantas de producción, este detalle de actividades servirá para extraer cuales corresponderán a la semana en curso, y de este modo, poder generar el Plan detallado Semanal de Mantenimiento.

Este plan, tendrá también aquellas actividades pendientes de ser corregidas en los equipos, maquinas o herramientas diversas utilizadas en actividades de producción, estas actividades son recopiladas por el personal de mantenimiento a través del chequeo diario de las pizarras de producción así como también son fruto de su propio análisis e identificación de puntos de mejora constante.

Este plan tendrá también la función de recopilar la información de toda la semana, tanto correctivas, preventivas, desplazamientos y labores de servicios generales, este registro de datos nos permitirá generar los indicadores.

Registro del Cumplimiento de las actividades programadas y de las actividades de Mantenimiento Correctivo

Las actividades programadas para la semana en vigencia deberán ser controladas diariamente y se debe consignar el cumplimiento de las mismas, adjuntando un motivo en el caso de que no se lleve a cabo lo programado, de modo que se pueda lograr un análisis posterior para identificar los limitantes principales.

Tácticas en la mejora de la operación del mantenimiento.

Saber	Saber hacer	Ser
Conceptos de políticas, procedimientos, manejo de software, uso de herramientas para mantenimiento, actividades a realizar, metodologías para determinar máquinas críticas; hoja de vida de la máquina	Interpretar políticas de mantenimiento; consultar manuales de máquinas para un óptimo proceso de mantenimiento, programar inspecciones predictivas y preventivas; análisis del estado actual de las máquinas.	Racional, coherente, disciplinado, responsable, trabajo en equipo, proactivo.

Retroalimentación del sistema de mantenimiento.

Es importante realizar un análisis continuo del proceso a fin de identificar puntos críticos a mejorar. Como podemos apreciar en el diagrama del Macroproceso de mantenimiento, el proveedor de información para el área de mantenimiento es el mismo que el cliente final del proceso. Esto nos asegura que se haga la retroalimentación debida para cada proceso en marcha.

Es responsabilidad del área de mantenimiento llevar las estadísticas y data histórica sobre los equipos en los cuales se trabaja y los materiales con los que se cuenta para realizar este trabajo, pero la calificación de este servicio y la medición a futuro para identificar mejoras deben involucrar a las áreas envueltas en el proceso como pueden ser producción, almacén, control de calidad o Investigación y desarrollo.