



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS MULTIDISCIPLINARIOS
YURIRIA, GUANAJUATO

HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD PARA LA MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE UNA VENTAJA COMPETITIVA. CASO DE ESTUDIO: TEJIDOS GAYTÁN S.A. DE C.V.

QUALITY ASSESSMENT TOOLS FOR THE MESUREMENT AND ACQUISITION OF A
COMPETITIVE ADVANTAGE. STUDY CASE TEJIDOS GAYTAN S.A DE C.V.

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIATURA EN GESTIÓN
EMPRESARIAL**

**PRESENTA
MARÍA DE JESÚS LÓPEZ TORRES**

**DIRECTOR DE TESIS
DR. ALEJANDRO ORTEGA HERNÁNDEZ**



UNIVERSIDAD
DE GUANAJUATO

**HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD PARA LA MEDICIÓN Y
OBTENCIÓN DE UNA VENTAJA COMPETITIVA. CASO DE
ESTUDIO: TEJIDOS GAYTÁN S.A. DE C.V.**

QUALITY ASSESSMENT TOOLS FOR THE MESUREMENT
AND ACQUISITION OF A COMPETITIVE ADVANTAGE. STUDY
CASE TEJIDOS GAYTAN S.A DE C.V.

MARÍA DE JESÚS LÓPEZ TORRES

Universidad de Guanajuato
División de Ingenierías
Campus Irapuato-Salamanca
Departamento de Estudios Multidisciplinarios
Yuriria, Guanajuato 2016

**HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD PARA LA MEDICIÓN Y
OBTENCIÓN DE UNA VENTAJA COMPETITIVA. CASO DE
ESTUDIO: TEJIDOS GAYTÁN S.A. DE C.V.**

**QUALITY ASSESSMENT TOOLS FOR THE MESUREMENT
AND ACQUISITION OF A COMPETITIVE ADVANTAGE. STUDY
CASE TEJIDOS GAYTAN S.A DE C.V.**

Expositor:

MARÍA DE JESÚS LÓPEZ TORRES

Tesis de investigación presentada para obtener el título en:

LICENCIATURA EN GESTIÓN EMPRESARIAL

Director de tesis:

Dr. Alejandro Ortega Hernández

Universidad de Guanajuato
División de Ingenierías
Campus Irapuato-Salamanca
Departamento de Estudios Multidisciplinarios
Yuriria, Guanajuato 2016

Yuriria, Gto., a 26 de octubre del 2016.

**M. EN I. J. ANTONIO ÁLVAREZ JAIME
COORDINADOR DE ASUNTOS ESCOLARES
P R E S E N T E:**

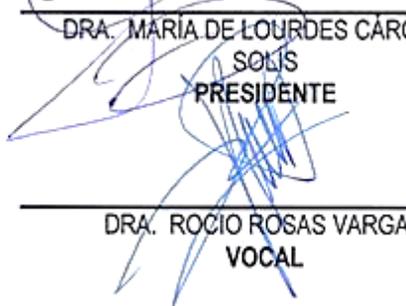
Por este conducto, se otorga autorización para proceder a los trámites de impresión, empastado de tesis y titulación al alumno (a) María de Jesús López Torres de la **Carrera de Licenciatura en Gestión Empresarial** y cuyo número de estudiante es: 800819, del cual soy director. El título de la tesis es: **"HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD PARA LA MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE UNA VENTAJA COMPETITIVA. CASO DE ESTUDIO: TEJIDOS GAYTÁN S.A. DE C.V."**

Hago constar que he revisado dicho trabajo y he tenido comunicación con los dos sinodales asignados para la revisión de la tesis, por lo que no hay impedimento alguno para fijar la fecha de examen de titulación.

ATENTAMENTE:



DRA. MARÍA DE LOURDES CÁRCAMO
SOLÍS
PRESIDENTE



DRA. ROCIO ROSAS VARGAS
VOCAL



DR. ALEJANDRO ORTEGA HERNÁNDEZ
SECRETARIO

Índice

Capítulo 1: Planteamiento del Problema	9
Antecedentes	9
Objetivos generales y particulares.....	23
Objetivo general:	23
Objetivos particulares.....	23
Preguntas de investigación.....	23
Hipótesis o supuestos de investigación.....	24
Justificación	24
Capítulo 2: Marco teórico.....	26
1. Definición de calidad.....	26
2. Cliente	27
3. Costo	28
(a) Tipos de coste.....	28
4. Precio	33
5. Diferencia entre costo de la calidad y precio con respecto en la calidad ..	34
6. Control de calidad.....	35
(a) Círculos de control de calidad (CCC)	37
(b) Círculos de control de calidad en Japón	38
(c) Círculos de control de calidad en Occidente.....	38
(d) Círculos de control de calidad en México	39
(e) Benchmarking.....	39
1. Control estadístico de la calidad (SQC).....	43
2. Control estadístico de procesos (SPC).....	44
(a) Histograma o diagrama de tallo y hoja.....	44
(b) Hoja de verificación.....	47

(c)	Gráfica de Pareto.....	50
(d)	Diagrama de causa y efecto.....	53
(e)	Diagrama de concentración de defectos.....	55
(f)	Diagrama de dispersión.....	56
(g)	Carta de control.....	57
(h)	Sistema <i>Poka-yoke</i>	58
4.	Estratificación.....	58
5.	Aseguramiento de la calidad.....	59
6.	Administración de calidad total (TQM).....	59
7.	Tableros de comando (<i>balanced scorecards</i>).....	61
8.	Calidad esbelta.....	62
9.	Seis Sigma.....	64
CAPÍTULO 3: MARCO REFERENCIAL.....		70
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA CIENTÍFICA.....		74
CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		76
	Introducción.....	76
	Conclusiones.....	122
	Bibliografía.....	126
	Anexos.....	128

Índice de figuras

Figura 1- Principales autores y sus aportaciones.....	17
Figura 2.-Proceso de benchmarking.....	43
Figura 3- Ejemplo de tabla de frecuencia para la realización del histograma	45
Figura 4.- Ejemplo de histograma.....	46
Figura 5.- Hoja de verificación del tipo: defectos y posibles causas.....	48
Figura 6.- Hoja de verificación para distribución de proceso	49
Figura 7.- Hoja de verificación para productos defectuosos	50
Figura 8.-Diagrama de Pareto	52
Figura 9- Estructura de diagrama causa-efecto.....	54
Figura 10- Diagrama de concentración de defectos de un tanque.....	55
Figura 11- Diagrama de dispersión con correlación positiva	56
Figura 12.- Estratificación par artículos defectuosos	59
Figura 13.- Características cualitativas y cuantitativas de la calidad total.....	60
Figura 14.-Relación las perspectivas y los objetivos de la empresa, basado en las cuatro perspectivas de medición Kaplan	62
Figura 15.-Operación de la manufactura esbelta.....	63
Figura 16.- Procedimiento DMAIC.....	66
Figura 17.- Cronograma de problemas detectados en el área de tintorería.....	77
Figura 18.- Histograma de peso por metro cuadrado de tela.....	82
Figura 19.- Prueba de normalidad para variable "peso por metro cuadrado de tela"	83
Figura 20.- Histograma de la variable "Precio de la Fórmula"	83
Figura 21.- Prueba de normalidad para la variable "Precio de la Fórmula"	84
Figura 22.- Fotografía de poka-Yoke de almacén de tela en crudo	85
Figura 23.- Sistema Poka-Yoke en almacén en crudo.....	85
Figura 24.- Problema que afecta la calidad del teñido de la tela.....	86
Figura 25.- Mejora propuesta	87
Figura 26 e Figura 27 .- Ejemplo de falla en poka-yoke de almacén de tela en crudo	87
Figura 28.- Ejemplo de Poka-Yoke en el formato de formulas.....	90
Figura 29.- Diagrama de causa-efecto de reprocesos en el área de tintorería	99

Figura 30.- Frecuencia de reprocesos por tipo de máquina.....	100
Figura 31.- Tipos de reprocesos	101
Figura 32.- Reproceso de la máquina Fong 1	102
Figura 33.- Reprocesos de la máquina Fong 2.....	103
Figura 34.-Reprocesos de la máquina Fong 3.....	104
Figura 35.- Reprocesos de la máquina Gastón 1	105
Figura 36.- Reprocesos de la máquina Gastón 2.....	106
Figura 37.- Reprocesos de la máquina Gastón 4.....	107
Figura 38.- Reprocesos para máquina Gastón 5	108
Figura 39.- Reprocesos de máquina Overflow 2.....	109
Figura 40.- Conteo de reprocesos del mes de mayo	110
Figura 41.- Histograma de reprocesos en kilogramos por cada turno	111
Figura 42.- Gráfico lineal de reprocesos en kilogramos por cada turno.....	112
Figura 43.- Histograma de número de reprocesos por turno.....	113
Figura 44.- Gráfica lineal de número de reproceso por turno.....	114
Figura 45.- Resultados obtenidos en SPSS para reporte de plegado.....	115
Figura 46.- Pruebas de normalidad	119
Figura 47.- Prueba de normalidad para las máquinas del área de tintorería	121

Capítulo 1: Planteamiento del Problema

Antecedentes

La base del éxito de las empresas radica no solo en una amplia variedad de opciones para el consumidor, depende en un grado más amplio del cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes de una manera eficiente y con la mejor calidad posible. Las empresas tratan de lograr lo que Juran sostiene como calidad, que consiste en crear productos o servicios con ausencia de deficiencias en las características que satisfacen al cliente (Cantú Delgado, 2011).

Como se sabe, la calidad es un concepto en constante cambio y actualización, por lo que diversos autores han implementado sus conocimientos para definir y aportar al tema de calidad; como puede notarse en la transición que se ha dado de este concepto a lo largo de los años.

Calidad es definida según Cuatrecasas (2005) como “el conjunto de características que posee un producto o servicio obtenidos de un sistema productivo; así como su capacidad de satisfacción de los requerimientos del usuario”. La norma ISO9000 (2008) a su vez interpreta a la calidad como “la integración de las características que determinan en qué grado un producto satisface las necesidades de su consumidor”. Por otro lado, Cantú (2011) refiere que "se puede definir a la calidad como todas las cualidades con que cuenta un producto o servicio, siendo sus características tangibles e intangibles las que satisfacen las necesidades del cliente". La calidad, se considera entonces, como un proceso mediante el cual se minimizan los costes y se aceleran los procedimientos de producción para satisfacer las necesidades de los consumidores y ser competitivo ante el mercado.

Estudiando la calidad desde un punto de vista histórico se puede denotar que ha venido cambiando y avanzando con el ser humano a lo largo de la historia en base a éxitos y fracasos que llevaron a mantenerla en constante cambio y actualización para que pusiera funcionar en un entorno que se encuentra en constante movimiento. Es bien sabido que la calidad ha acompañado a la historia del hombre desde el inicio, pues

al seleccionar los alimentos y vestidos que le beneficiaran ya se estaba dando un proceso de calidad (Cantú Delgado, 2011), un ejemplo clave de este proceso de calidad se puede observar en los murales egipcios que datan del año 1450 a. C mostrando evidencia de medición e inspección de las piedras utilizadas para la construcción de las pirámides; como se puede notar hasta estos días, el éxito de los egipcios fue el resultado de su diseño, uso congruentes de métodos y procedimientos de construcción bien desarrollados y sus dispositivos de medición precisos. (R. Evans & M. Lindsay, 2009). Otras culturas de la antigüedad donde se puede observar algunos registros de acciones humanas encaminadas a la calidad son China, Babilonia, Grecia, India, el antiguo Israel y Roma. Es posible que el término “calidad” haya sido utilizado por primera vez en la Grecia antigua para referirse a un trabajo bien hecho (Montaudon Tomas, 2010).

A partir de la creación de las primeras ciudades se fomenta un mercado estable en el cual se deja a manos de las personas, con buena reputación, las tareas y trabajos especializados, como lo fueron artesanos expertos quienes desempeñaban la función de fabricantes e inspectores de su trabajo, heredando sus conocimientos a sus aprendices, en esta etapa el aseguramiento de la calidad era informal y las personas que fabricaban un producto se esforzaban por incorporar la calidad en sus procesos (R. Evans & M. Lindsay, 2009), por su parte el consumidor hacia la selección de sus proveedores mediante una medición cualitativa de confianza, en la que el consumidor llegaba a considerar los productos del proveedor como una garantía de que cumpliría sus expectativas (Montaudon Tomas, 2010).

Posterior a esta época se da pie a la etapa de inspección de la calidad, siendo su impulsor el estadounidense Eli Whitney, quien al tener que hacer uso de partes intercambiables de mosquetes de armería notó que se requería un estricto control de calidad, por tal razón diseñó herramientas mecánicas especiales y capacitó a los trabajadores para hacer partes que siguieran un diseño fijo para luego ser medidas y comparadas con un modelo, con esto dando pie a las primeras inspecciones de producción en masa. Whitney subestimó el efecto de las variaciones en los procesos de producción, y por lo cual hizo al aseguramiento de la calidad un componente crítico del

proceso de producción durante la revolución industrial; la inspección de calidad es desarrollada por completo durante el auge de esta revolución dado que hizo una expansión en los procesos de manufactura y bienes de consumo. En esta etapa Ronald Fisher comienza a aplicar diseños estadísticos de experimentos y Walter E. Shewhart desarrolla el control estadístico de calidad (SPC), considerándolo a él como el padre de la calidad ya que consideraba la calidad como un problema de variación que se podía controlar y prevenir y así dejar de ser una inspección masiva y convertirse en inspección por muestreo, contribuyendo de esta manera a disminuir los costos que hasta este momento representaba la calidad (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

En la década de 1900, Frederick W. Taylor propone separar la función de planificación de la función de ejecución, con lo cual hace un gran aporte al mejoramiento de la calidad de las empresas, dando a los administradores e ingenieros la tarea de planificar; así como a los obreros y gerentes la parte de ejecución. Este método funciono debido a que los trabajadores carecían de educación necesaria para realizar la planificación, como consecuencia se dividió el trabajo en tareas específicas y la calidad paso a ser cargo de los supervisores (R. Evans & M. Lindsay, 2009). Por esta causa, las empresas pudieron enviar productos de calidad al mercado pero con costos muy elevados; con lo cual se dio paso a la supervisión como principal control de calidad, creando los departamentos de calidad dentro de las organizaciones, a quienes se les atribuía todo la responsabilidad, con lo cual solo se estaba especializando una minoría dentro de la empresa, siendo los directivos los más afectados al no contar con los conocimientos suficientes acerca de la misma, esta situación se vio reflejada en la crisis de calidad, pues al no estar preparados con los conocimientos necesarios para enfrentarla las empresas se vieron seriamente afectadas. En esta misma época, Henry Ford padre, establece una serie de bases que ahora son consideradas como prácticas de calidad total (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Por su parte, *Bell System* fue el líder del aseguramiento de la calidad industrial, al crear un departamento de inspección en su sucursal *Western Electric Company* ofreciendo apoyo a las empresas operadoras de *Bell*, con lo cual logro una excelente calidad debido a sus esfuerzos de inspección masivos. La preocupación de esta

empresa en torno a las prácticas de calidad la llevo a investigar y desarrollar nuevas estrategias; haciéndola crear un grupo de inspectores expertos en el área para que idearán nuevas teorías y métodos de inspección para mejorar y mantener la calidad; dentro de este grupo de expertos se encontraban personalidades como Walter Shewhart, Joseph Juran, George Edwards y W. Edwards Deming, entre otros; mismos que fueron pioneros en acuñar el término de aseguramiento de la calidad, crearon una variedad de técnicas para mejorar la calidad; de esta forma la calidad paso a convertirse en una disciplina técnica. A su vez, el grupo dirigido por Walter Shewhart introdujo el control estadístico de calidad (SQC), basado en la aplicación de métodos estadísticos para controlar la calidad. Dicho autor se hizo famoso por desarrollar las gráficas de control las cuales fueron consideradas como un medio para poder identificar los problemas que surgieran en la calidad de los procesos de producción y de esta forma asegurar la producción (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Durante la segunda guerra mundial el *War Production Board* ofreció capacitaciones gratuitas de métodos de control estadístico creadas por *Bell System*, logrando crear especialistas en la calidad dedicados a extender sus conocimientos en la industria manufacturera. A partir de este momento la calidad comenzó a ser competencia de los especialistas, sin ser tomados en consideración de los directivos, quienes aún consideraban la inspección en masa como la mejor opción de calidad. Para finales de 1940 y principios de 1950, Joseph Juran y W. Edwards Deming presentaron a los japoneses las técnicas de control estadístico de calidad; los japoneses incorporaron a la alta dirección y desarrollaron una cultura de mejora continua; pasaron casi 20 años para que su calidad superara la de los productores occidentales, pero como resultado de la implementación de este sistema obtuvieron niveles de más alta calidad de sus productos y una penetración en los mercados occidentales significativa, logrando grandes avances en un mercado dominado por compañías estadounidenses (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Edwards Deming tuvo una formación en estadística por lo cual gran parte de su filosofía tiene sus raíces en estas ciencias al reconocer la importancia de considerar los

procesos administrativos desde un punto de vista estadístico (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Deming relacionaba la calidad con el producto o servicio al ayudar a alguien y tener un mercado adecuado y sustentable donde posicionarse; desde el punto de vista de este autor la variación era la principal culpable de la mala calidad (R. Evans & M. Lindsay, 2009). Al impartir cursos de control de calidad al esfuerzo de defensa de los Estados Unidos, pudo percatarse de que enseñar estadística solo a los ingenieros y trabajadores de fábricas no solucionaría el problema de calidad que los aquejaba hasta el momento, era necesario resolver la problemática de la calidad en la manufactura (Cantú Delgado, 2011).

Al terminar la segunda guerra mundial, Deming fue enviado a realizar censos a Japón, donde estuvo en contacto con empresarios que lo contrataron para enseñar la teoría elemental de variación al azar y técnicas sencillas a técnicos e ingenieros japoneses. Al vivir la evolución de la calidad en Japón y hacer aportes trascendentales sobre el tema, fomentó el cambio radical en la economía de esta nación (Cantú Delgado, 2011).

A partir de los conocimientos generados en Japón, Deming desarrolló su modelo de calidad basado en 14 puntos para la administración, los cuales conducían a la empresa a una posición de productividad y competitividad, resumiendo en estas frases su contribución a la calidad total. Un punto importante a destacar es la creación del premio Deming y su estructura, siendo administrado por la Unión de Científicos e Ingenieros de Japón (Cantú Delgado, 2011).

Por su parte, Joseph Juran enseñó los principios de calidad a los japoneses en la década de 1950, formando parte de una fuerza importante para la reorganización de la calidad de Japón. Entre las aportaciones que hizo a los japoneses se encuentran el dirigir la calidad desde el nivel de dirección principal, capacitar a toda la jerarquía administrativa con los principios de la calidad, mejoramiento de la calidad a una velocidad mayor, informar de los avances de la calidad, hacer partícipes a la fuerza laboral en la calidad y revisar la estructura de recompensas y reconocimientos para incluir la calidad (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Al igual que Deming, Juran llegó a la conclusión de que las empresas estadounidenses se enfrentaban a un alto rezago en cuanto a calidad se refería, debido a los enormes costos de la mala calidad y la pérdida de ventas ante sus competidores extranjeros. Ambos autores creían que la solución al problema estadounidense radicaba en cambiar la mentalidad acerca de la calidad dentro de todos los niveles jerárquicos administrativos. Pero a diferencia de Deming, Juran no propuso un cambio cultural importante; Juran buscaba adaptar el sistema con el que los directivos estaban familiarizados para mejorar la calidad, pues afirmaba que cada nivel de la organización “hablaban” un idioma diferente, y los mediadores eran la gerencia media, quien fungía como traductor en ambos sentidos (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Por tal razón, Juran se inclinó por la calidad dirigida a la dirección, y decidiera hacer uso de la contabilidad de costos de calidad y el análisis para centrar la atención en los problemas de calidad. Hablando de la parte operativa, se enfocó en aumentar el cumplimiento de las especificaciones por medio de la eliminación de defectos por medio de herramientas estadísticas. Razones por las cuales, R. Evans y M. Lindsay (2009) concuerdan que: su filosofía se adapta muy bien a los sistemas administrativos existentes.

Como es señalado por R. Evans & M. Lindsay (2009), Juran propone una sencilla definición de calidad: “adaptación al uso”. Considerando la calidad desde dos perspectivas: la satisfacción del cliente y cero deficiencias; proponiendo la calidad vista desde dos perspectivas dentro de la empresa: la misión de la empresa como un todo para lograr una alta calidad de diseño y la misión de cada departamento de la empresa para lograr alto cumplimiento.

Juran recomienda entonces tres puntos procesos de calidad principales, llamados la Trilogía de calidad: **planificación de la calidad** (preparar los pasos para cumplir los objetivos de calidad), **control de calidad** (proceso de satisfacer los objetivos planteados) y **mejora de la calidad** (alcanzar los niveles de desempeño sin precedentes). Estableció a su vez, que las empresas deberían tener claro que el control de calidad requería de determinar qué se va a controlar, las medidas que serían utilizadas para evaluar la información de manera objetiva, fijar las normas de

desempeño, medir el desempeño real, medir las diferencias entre desempeño real y las normas y emprender una acción para mitigar las diferencias (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Desde la década de 1950 hasta 1980, en Estados Unidos fue un período de cambio notable y consiente respecto a la calidad por parte de los consumidores, la industria y el gobierno. La transición del criterio de los consumidores sobre la calidad de los productos nacionales se vio afectada al comparar con los competidores globales, lo cual los llevo considerar sus compras con mayor detenimiento y criterio con respecto a la calidad que les era ofrecida por cada uno de ellos. A partir de sucesos históricos trascendentales con respecto a la calidad como: el retiro del mercado de numerosos productos por parte de la *Consumer Product Safety Commission* y el desastre del transbordador *Challenger*; los consumidores fueron capaces de comparar, evaluar y seleccionar los productos con base a su valor total y no al costo, con lo cual denotaban la importancia de ofrecer productos con calidad, precio y capacidad de funcionamiento (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Las características determinantes de la calidad y su gestión, que deben ser establecidas como características del sistema de calidad, pautas de actuación u objetivos a alcanzar son: 1) establecimiento de la calidad y su nivel, los cuales son definidos por el cliente, quien determinara también los criterios y valoraciones sobre el producto o servicio; 2) la información, educación y motivación, donde se adecuada la información sobre calidad a los recursos humanos con el fin de que exista una implicación activa del concepto, dando pie a reconocer los objetivos de la empresa, las mejoras que se obtienen y la forma práctica y efectiva de cómo aplicar las ideas de calidad, motivando al personal a realizar dichas actividades; 3) el liderazgo activo de la dirección por medio del cual se dará el ejemplo a toda la empresa de la actitud y forma activa y constante en que se debe actuar para alcanzar los objetivos de calidad trazados; 4) ventaja competitiva siendo que la calidad constituye un factor básico para impulsar este punto; 5) implicación de todos los recursos humanos para poder llevar a cabo una verdadera gestión de la calidad, la cual comienza desde los altos directivos y termina por el ultimo operario participando en un proyecto común; 6) los proveedores

son fundamentales para que la aplicación de calidad llegue a realizarse de manera efectiva dentro de cualquier empresa, pues constituyen el primer eslabón de la cadena y desde ellos se actúa para obtener la calidad desde su origen y 7) la ética de la calidad, que consiste en una serie de actitudes positivas encaminadas al mejoramiento de los procesos desde que se inician hasta llegar a la satisfacción de los clientes (Cuatrecasas, 2005).

Las empresas comenzaron a reconocer las mejoras duraderas mediante una atención significativa hacia la calidad de las prácticas administrativas cotidianas; dándose cuenta que al escuchar a los clientes y establecer relaciones a largo plazo, crear estrategias, medir el desempeño y analizar datos, premiar y capacitar a los empleados, diseñar y ofrecer productos y servicios y los administradores actuaran como líderes en sus organizaciones, son los factores que realmente logran la calidad, la satisfacción del cliente y los resultados en el negocio. De esta forma comenzaron a utilizar los términos Big Q, que se refiere a la administración para lograr la calidad en todos los procesos de la organización y Little Q que se centra solo en la calidad de manufactura. Cuando las organizaciones comenzaron a integrar principios de calidad en sus sistemas administrativos, se volvió popular la idea de una gestión de la calidad total (TQM), con la cual la calidad asumió un nuevo papel que permeó cada aspecto en el funcionamiento de una empresa (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Según Cuatrecasas (2005) la gestión de calidad total conserva cuatro pilares fundamentales que constituyen su base: 1) ajustarse a los requerimientos de los clientes pues son los que dictaran a la empresa el rumbo a seguir en base a la calidad percibida; 2) la eliminación total de los despilfarros asegurándose de realizar los procesos y actividades con el mínimo de consumo de recursos, disminuyendo tiempos y costos a su vez; 3) mejora continua que permita a la empresa que se mejore continuamente la organización, los procesos y el consumo de recursos y así la calidad obtenida aumente constantemente; 4) participación total de todas las personas que integran la organización como único camino para que los pilares anteriores puedan funcionar y alcancen sus objetivos de forma óptima.

Son considerados varios personajes a lo largo de la historia como los grandes gurús de la calidad, como a continuación se muestra en la figura 1, con sus aportes más importantes y ordenados cronológicamente según el autor Cuatrecasas (2005):

Figura 1- Principales autores y sus aportaciones

Autor	
Walter A. Shewhart	Es considerado como padre del control estadístico de procesos (SPC). Siendo el primero en realizar estudios sistemáticos sobre calidad y así desarrollar métodos estadísticos. Con sus aportes consiguió reducir el porcentaje de defectos en la empresa <i>Bell Telephone</i> .
W. Edwards Deming	Al ser discípulo de Shewhart su preparación estadística crece desde este punto. Con sus experiencias en Japón logro crear y establecer los 14 puntos de calidad.
Joseph M. Juran	Conocido por desarrollar la trilogía de la calidad: planificación, control y mejora de la calidad. En 1945 trata de inculcar en la <i>Western Electric</i> un nuevo enfoque de calidad que persigue una mentalización de las personas y de todos los miembros de la empresa y no solo una simple inspección.
Armand V. Feigenbaum	Quien en los años cuarenta desarrolla el concepto de calidad total ampliando

	<p>el concepto de gestión de la calidad. Este autor es considerado, según Cuatrecasas (2005), el precursor de la moderna gestión de la calidad total. En sus trabajos, Feigenbaum, establece la participación de todos los estamentos y departamentos de la empresa en busca de la calidad en todas las actividades y así poder alcanzar la máxima satisfacción de los clientes.</p>
<p>Kaoru Ishikawa</p>	<p>Al ser experto y pionero en el control de la calidad en Japón, es conocido por el desarrollo de los círculos de calidad. Ishikawa consideraba la calidad como la principal característica para obtener el éxito a largo plazo. Creador del diagrama causa – efecto, el cual es considerado como una de las siete herramientas básicas de la calidad.</p>
<p>Philip B. Crosby</p>	<p>Al proponer el concepto de cero defectos aplicado en la ITT, logrando reducir en gran cantidad las inspecciones. Al preocuparse por la prevención de la calidad, la mejora continua y los costes de la ausencia de calidad, comienza a ofrecer incentivos a los trabajadores si se reducían los defectos.</p>

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de Cuatrecasas (2005).

Con el desarrollo del concepto de calidad total se comienzan a integrar todas las áreas de la empresa para crear una verdadera cultura de la calidad dentro de la misma, siendo su principal objetivo la satisfacción del cliente al tratar de reducir la variabilidad y buscar los niveles de operación **Seis Sigma**. Considerándose con este desarrollo el origen de la Gestión de la calidad total, la cual consiste en realizar las cosas bien desde un inicio para evitar el paso de inspección y reprocesado, siendo la calidad un enfoque global que se encuentra presente en todos los departamentos, liderada por la alta dirección y con la participación de todos los trabajadores. Este nuevo enfoque conjuga técnicas utilizadas desde el control estadístico de la calidad y las diferentes etapas por las que transcurrió, incorporando nuevas herramientas como el análisis modal de fallos o el despliegue funcional de la calidad, ayudando a emplear de forma integrada la planificación, optimización y control de la calidad de productos y servicios. (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

Al evolucionar el concepto de calidad se ampliaron los objetivos y han variado las orientaciones, ha pasado a lo largo de la historia y tomado importancia al evolucionar desde solo considerarse como un control o inspección hasta convertirse en uno de los pilares de la estrategia global de las empresas (Cuatrecasas, 2005).

La TQM (*Total Quality Management* o administración de calidad total) ayudo a cambiar la visión de las organizaciones acerca de la calidad, dado que los altos directivos comenzaron a reconocer que todas las actividades de negocios fundamentales necesitaban ser coherentes con los principios de calidad, trabajar juntas como un sistema y ser mejoradas de forma continua conforme lo ameritara la organización. Sin embargo, el fracaso de la implantación de la TQM casi siempre tiene sus raíces en los enfoques y sistemas utilizados, como estrategias de calidad deficientes o buenas estrategias que fueron mal ejecutadas y no en los principios básicos de la administración de calidad (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

El principal problema de algunas empresas, sobre todo las de nueva creación, es que no le dan la importancia necesaria al tema de calidad dentro de todas las actividades de la empresa, siendo este factor un punto clave que puede llevar al

fracaso a la empresa si no se tiene plenamente considerado. Por consiguiente, si la empresa no labora con calidad dentro de toda la organización, se verá afectada tanto en la imagen que tendrán los clientes del producto y de la empresa, como en los costos que se generaran derivados de las prácticas que se llevan a cabo.

La calidad es un factor importante para hacer que los clientes regresen a la empresa; un cliente satisfecho es la mejor publicidad que puede tener una organización si se superan sus expectativas con calidad en el servicio y en el producto que ha adquirido, así como en aspectos intangibles que el cliente puede percibir, como la atención de los empleados o el servicio en la post venta, con esto la imagen de la corporación en general será mejor valorada por los clientes.

La importancia de la calidad dentro de las empresas, más aun dentro de las empresas de nueva creación, radica en satisfacer y exceder las expectativas de los clientes con los productos o servicios ofrecidos, pues al mejorar su perspectiva con respecto a nuestro producto obtendrá una grata experiencia de compra que lo hará recordar a la empresa la próxima vez que tenga que adquirir un producto o servicio con características semejantes o iguales, contribuyendo así a crear clientes fieles a la organización.

Para que una empresa pueda mantenerse en un mercado y tenga una buena participación se debe manejar la calidad en cada uno de los aspectos que influyen directa o indirectamente en la misma, gracias a esto podrá lograr entregar productos y servicios en tiempo y forma, satisfaciendo y superando, en algunos aspectos, las necesidades de los clientes y el aseguramiento de la utilización eficiente de todos sus recursos.

El mercado global, nacional y local ha logrado percatar a las organizaciones en todo el mundo a que entiendan que su supervivencia depende de la alta calidad (R. Evans & M. Lindsay, 2009). Por lo cual se imminente el fracaso de las organizaciones que no se apeguen a estos principios y pongan en marcha estrategias para asegurar la calidad.

Al observarse los diferentes puntos de vista de la calidad se puede notar que tanto cualitativa o cuantitativamente podrían llegar a contraponerse, ya que como lo explica Montaudon (2010) “Si la calidad fuera analizada desde el punto de vista de lo que se ha escrito o dicho sobre esta noción podemos observar que no es posible encontrar la definición ‘perfecta’ de calidad debido a la gran variedad de definiciones existente. La calidad ha sido definida como algo que se puede observar (Pirsig, 1984), que se puede medir (Crosby, 1980; Kanji, 2002), controlar (Feigenbaum, 1990; Shewhart, 1986; Vaughn, 1974) o mejorar (Mizuno, 1988; Imai, 1986). Puede ser categorizada o clasificada (Ishikawa, 1989) o ajustada a una dimensión (Garvin, 1988; Winder, Robinson y Judd, 1992). La calidad se puede inspeccionar (Shewhart, 1939), administrar (Juran, 1995), asegurar (Abromovitz, 1997; Juran 1995), y se puede alcanzar o perder (Taguchi, 2001)”.

A su vez, se ha considerado que la calidad dentro de toda la organización va encaminada a crear una ventaja competitiva en el mercado, debido a que se pretende alcanzar un nivel de aceptación en los clientes, mayor que la competencia, al superar sus expectativas respecto al producto o servicio que van a adquirir. Pero esta premisa solo es posible si la empresa logra trabajar en conjunto y establecer un dinamismo dentro de la empresa que permita una verdadera cultura de calidad donde se adapte a las alteraciones que sufra el entorno donde se encuentra; debido a que como lo dice Porter (2005), las industrias venden sus productos y servicios a una gama de diferentes compradores, el cual rara vez es un grupo homogéneo desde un punto de vista estructural; lo cual le permite a los compradores un poder de negociación que resulta ser una de las fuerzas competitivas que llegan a determinar la rentabilidad potencial de un sector industrial.

A su vez los compradores o clientes requieren distintos niveles de servicios, calidad o durabilidad del mismo producto ofertado Porter (2005); y es una de las principales razones por las cuales la empresa oferente debe establecer estándares de calidad basados en la perspectiva de sus clientes y no como una perspectiva general de la empresa, de esta forma tendrá un punto de partida para exceder cada perspectiva.

Algunos de los criterios que se pueden establecer para seleccionar a los clientes mediante una estrategia y así contribuir a mantener a la empresa en una cierta heterogeneidad y requerimientos de sus compradores en su totalidad son: la relación que tienen las necesidades de compra con las capacidades de la compañía, el crecimiento potencial, la posición estructural y el costo que generara el servicio. Todo esto se hace con el fin de determinar la calidad de los compradores desde una perspectiva estratégica (E. Porter, 2005).

Por otro lado, se puede crear una ventaja competitiva mediante el costo vs calidad, los clientes castigan un producto defectuoso, pues les preocupa más la calidad, por lo cual están dispuestos a pagar un precio elevado por ella y tenderán a seguir adquiriendo si estos productos han correspondido a sus expectativas en el pasado (E. Porter, 2005). Otro punto destacable es que “el cliente tenderá a ser insensible al precio, si el producto o servicio le ahorra al comprador tiempo y dinero, si le da un buen rendimiento o si puede mejorar el desempeño de su producto” (E. Porter, 2005), lo cual se puede interpretar como $\text{calidad} = \text{tiempo}$, donde la empresa será más eficiente al realizar todas sus actividades con calidad y reducir tiempo ocioso y material defectuoso que debe ser reprocesado, acarreando como consecuencia una disminución de costos; para el cliente esta ecuación se manifiesta como la satisfacción de obtener lo que espera de la forma que lo necesita y en el tiempo correcto, haciendo que su costo respecto al tiempo sea mucho menor que si se decidiera por uno de menor calidad.

Objetivos generales y particulares

Objetivo general:

Desarrollar un modelo de negocios cuya ventaja competitiva esté basada en la calidad.

Objetivos particulares

- Determinar las principales variables que afectan la calidad dentro de la empresa Tejidos Gaytán;
- Identificar los principales sistemas de gestión de calidad utilizados en la empresa Tejidos Gaytán;
- Diseñar un modelo de negocios basado en la calidad que contribuya a incrementar el valor de la empresa Tejidos Gaytán.

Preguntas de investigación

- ¿Al determinar las principales variables que influyen en el fomento de la calidad dentro de la empresa se puede mejorar sustancialmente su ventaja competitiva?
- ¿Se puede observar y mejorar los sistemas de gestión de calidad utilizados hasta el momento?
- ¿Se puede crear un modelo de negocios a partir de la mejora de los principales sistemas de gestión de calidad que son utilizados hasta el momento para aumentar el valor actual de la empresa?

Hipótesis o supuestos de investigación

- Se puede detectar y corregir las variables que afectan la calidad dentro de la empresa
- De los sistemas de control de calidad que funcionan en la empresa, el sistema poka-yoke tiene una falla, no imputable al sistema pero que puede ser corregido.
- Un modelo de negocios que incremente la acción de calidad dentro de la empresa hará más fuerte a la misma y creará una ventaja competitiva mayor.

Justificación

La realización de este trabajo radica en la importancia que tiene la calidad dentro de todas las actividades que realiza una empresa, dado que es uno de los factores determinantes para la penetración y consolidación en el mercado, tanto a nivel nacional como internacional.

El mercado actual se encuentra en constante actualización y cambio, por lo que es trascendental que las empresas logren colocarse dentro de la percepción de los consumidores con la mejor imagen posible para que puedan ser recordados de una manera positiva; esto solo se logra si la empresa puede llegar a superar las expectativas que el cliente tiene con respecto a un producto o servicio ofertado, creando un valor agregado para los mismos y respondiendo a sus necesidades.

En la actualidad Guanajuato se ha convertido en un punto clave para el establecimiento de empresas extranjeras, debido a las ventajas que ofrece el estado, tanto en localización como en mano de obra calificada. Convirtiéndose también en un parte aguas para la creación de nuevas empresas que detectan grandes oportunidades de negocio en la región. Pero, el problema existente hasta el momento es la falta de competitividad de las empresas nacionales ante la competencia extranjera, dado que no se cuenta con los recursos tecnológicos necesarios para hacer frente a este nuevo mercado competitivo; por lo cual es imperativo que las empresas nacionales utilicen de forma eficiente sus recursos para poder permanecer en el mercado en un largo plazo.

La calidad juega un papel fundamental en el problema actual de las empresas, debido a que los consumidores son cada día más exigentes y tienen a su alcance una amplia variedad de productos provenientes de todo el mundo.

Lo que se busca con este trabajo es darle las herramientas estadísticas necesarias a la empresa para la inspección, medición, control y prevención de la calidad mediante un modelo estadístico, con el cual puedan generar una ventaja competitiva que esté basada en la calidad de los productos mexicanos y dicha ventaja pueda ser utilizada a nivel mundial, proyectando a empresas nacionales a un nicho de mercado mayor.

El cambio de paradigma dentro de la población de la región juega un papel fundamental para asegurar el éxito de la implantación de la calidad como una ventaja comparativa ante empresas extranjeras, un claro ejemplo lo podemos encontrar en la percepción que tienen los mexicanos sobre la calidad de los productos mexicanos, considerándolos malos o inferiores a productos extranjeros; esto puede visualizarse en la campaña de concientización y promoción de los refrescos Mundet, donde se realiza un sondeo al azar para determinar la percepción de los consumidores sobre artículos hechos en México, llegando a la conclusión que el mexicano no se siente parte de una cultura que genera productos de calidad para sus pobladores y tiene que recurrir a productos extranjeros.

Por lo tanto, el cambio de mentalidad dentro y fuera de la organización es imprescindible para poder obtener una cultura de calidad funcional, donde la población pueda ser partícipe de dicho cambio e impulsar el desarrollo, imagen y economía de las empresas nacionales.

Capítulo 2: Marco teórico

1. Definición de calidad

La definición de calidad es un término ambiguo, debido a que se consideran diversos criterios basados en funciones individuales dentro de la cadena de valor de producción – comercialización; no existe una definición universal para el término calidad, pues se encuentra en constante evolución (R. Evans & M. Lindsay, 2009). Respecto a la literatura y antecedentes presentados, se pueden definir palabras clave como lo son la perfección, cero errores, reducción de tiempo y costo, planeación, consistencia, satisfacción y control.

Al definir calidad en base a diversas perspectivas se puede llegar a una conclusión de su definición. Una perspectiva con base al juicio se podría determinar como una noción que los consumidores tienen y utilizan con frecuencia la cual la consideran como sinónimo de superioridad o excelencia. Visto desde una perspectiva con base en un producto, se puede decir que la calidad está dada en base a una función de una variable medible, específica y que las diferencias de calidad reflejan diferencias en la cantidad de algún atributo del producto, por lo cual la evaluación de los atributos puede variar de manera considerable entre las personas. Una perspectiva más es la que se da en base al usuario, la cual está basada en la suposición de que la calidad se determina de acuerdo con lo que el cliente quiere. La perspectiva basada en el valor es la relación que tiene la utilidad o satisfacción con el precio; se considera como un producto de calidad a aquel que es tan útil como los productos con los que compita y se vende a un menor precio, o que ofrece una mayor utilidad o satisfacción a un precio comparable. Y la perspectiva con base en la manufactura es otra definición de calidad, donde se basa en la manufactura y define a la calidad como resultado deseable de la práctica de ingeniería y manufactura. Al integrar todas estas perspectivas de calidad se puede concluir en que la calidad del producto del producto debe ser importante para todos los individuos en la cadena de valor; por lo cual se considera que la calidad comienza con los proveedores de mis proveedores y termina con los clientes de mis clientes (R. Evans & M. Lindsay, 2009).

El término calidad también es usado como una forma de describir un excelente producto o servicio que cumple o rebasa las expectativas del cliente. Por lo tanto, cuando un producto sobrepasa las expectativas es considerado con calidad, la calidad es algo intangible que se basa en la percepción. Siendo que la calidad puede definirse por la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{P}{E}$$

Donde Q = calidad

P = desempeño

E = expectativas

Si Q es mayor a 1.0, el cliente tiene buena noción del producto o servicio. Por lo tanto, la determinación de P y E se basará en la probabilidad de percepción, donde el vendedor determina el desempeño y el cliente las expectativas (Besterfield, 2009).

Según Montgomery (2011), la calidad se puede definir como la adecuación al uso, esto es basándose en el punto de vista de que los productos y servicios deben satisfacer y cumplir los requerimientos de quienes los usan. Este mismo autor propone una definición más amplia de calidad, la cual nos dice: “calidad es inversamente proporcional a la variabilidad”, implicando en esta definición la causa y efecto, debido a que, si las variabilidades de las características de un producto disminuyen, la calidad del producto aumenta.

2. Cliente

Cliente es definido como la gama de posibles compradores a los que se enfrenta una industria, rara vez homogéneo desde un punto de vista estructural; por cual el nivel de negociación con este grupo es de suma importancia para las fuerzas competitivas que determinan la rentabilidad potencial del sector industrial (E. Porter, 2005). Los clientes difieren en sus necesidades de compra por lo que requieren distintos niveles de servicio al cliente, calidad o durabilidad del producto; aunado a esto, difieren en su

potencial de crecimiento por lo que el costo de atender a cada cliente es diferente; pues su volumen de compra varía entre cada uno de ellos por lo que la distribución de los componentes cuesta mucho más (E. Porter, 2005).

3. Costo

Los costes son una medida que ayuda a determinar los ingresos totales obtenidos en una empresa; siendo fáciles de determinar debido a en su mayoría que dependen de los planes de la empresa (Santesmases Mestre, 2012). Puede ser definido como la utilización o sacrificio de bienes y servicios que son necesarios para la fabricación de un producto o servicio que constituye el objeto principal de la empresa y que es valorado en unidades monetarias (Departamento de formación de Lex Nova, 2009).

Para que una empresa pueda tomar decisiones estratégicas que le permitan aprovechar las ventajas que es otorgan la fabricación o comercialización de sus productos en el mercado debe tomar en cuenta el precio del coste de los mismos (Departamento de formación de Lex Nova, 2009).

De acuerdo con el Departamento de formación de Lex Nova (2009), existen dos valoraciones de costes:

- La parte técnica: es la medición de unidades físicas del consumo realizado al elaborar el producto en un período de tiempo. Siendo esta valoración la parte objetiva de los costes.
- La parte económica: es la valoración que se da en unidades monetarias; por lo tanto, resulta en una valoración subjetiva y relativa.

(a) Tipos de coste

De acuerdo con el departamento de formación de Lex Nova (2009), existen diversos tipos de coste:

- Coste total, el cual se da en un período de tiempo y esta conformado por los costes de producción y los costes de dicho período.
- Coste del producto, es el consumo necesario para su fabricación , también llamados costes industriales del producto, su principal característica es que están relacionados directamente con la actividad principal de la empresa.
- Coste de material, sin los factores tangibles aplicados al proceso de elaboración de productos. Costes de materiales indirectos, son aquellos que no son controlables económicamente y no forman parte física del producto.
- Costes de personal, es la remuneración que se otorga al factor trabajo que es aplicado al proceso, puede ser directo o indirecto.

Esta misma literatura nos marca que los costes pueden ser clasificados también por su naturaleza:

- Por su integración en el proceso productivo:
 - Costes directos: los que se identifican claramente en un producto o servicio al ser observados.
 - Costes indirectos: son los componentes necesarios para la fabricación del producto, pero no son fáciles de identificar al observar un producto terminado.
- Por su comportamiento en relación al volumen productivo:
 - Costes fijos: son los que se mantienen constantes ante un nivel de variación de actividad dentro de los límites fijados y para un período de tiempo determinado, son controlables y no están relacionados directamente con el nivel de actividad.
 - Costes variables: son los que fluctúan ante variaciones de actividad dentro de los límites establecidos y para un período determinado de tiempo, son controlables al corto plazo y en ellos tiene más influencia la actividad productiva que el tiempo.

- Costes semifijos: tienen una parte fija y la otra variable y se caracterizan por ser reversibles, varían cuando aumenta o disminuye la producción.
- Según el momento del cálculo:
 - Costes históricos o reales: son calculados al finalizar el proceso de producción y ya han pasado, son exactos ya que se ha realizado una evaluación de todas las incidencias surgidas.
 - Costes previsionales: son los que la empresa prevé para el siguiente período, son necesarios para la elaboración de presupuestos.

A su vez, Montgomery (2011) plantea que los costos una subdivisión de los costos de la calidad donde se encuentran:

- Los costos de prevención de la calidad: son aquellos que se encuentran asociados a los esfuerzos de diseño y manufactura dirigidos a la prevención de disconformidades, son los costos que incurren en un esfuerzo por realizar bien a la primera los procedimientos. Los principales costos de prevención son:
 - Planeación e ingeniería de calidad: son aquellos relacionados con los costos de creación del plan general de calidad, el plan de inspección, el de confiabilidad, el sistema de datos y todo aquel plan o especialización dirigida al aseguramiento de calidad.
 - Revisión de productos nuevos: costos por presentación cotizaciones por la evaluación de nuevos diseños desde un punto de vista de la calidad, de la elaboración de pruebas y programas para evaluar su desempeño y costos relacionados con las etapas de desarrollo y preproducción de nuevos productos.
 - Diseño del producto/ proceso: son los costos que en que se incurre durante el diseño de un producto o la selección del proceso de producción dirigidos a la mejora de la calidad global.

- Control de procesos: costo de las técnicas dedicadas a controlar los procesos, tales como las cartas de control.
- Encendido: los costos de la operación antes del embarque del producto, previniendo las posibles fallas al principio de su uso.
- Capacitación: los costos derivados de preparar, desarrollar, implementar, operar y mantener programas de capacitación de calidad.
- Adquisición y análisis de datos sobre la calidad: los costos de correr el sistema de información para adquirir los datos sobre la calidad del desempeño del producto y el proceso, y el costo que genera el análisis de dichos datos.
- Costo de valuación: son los que se asocian con la medición, evaluación o auditoria de los productos, componentes y materiales adquiridos; se incurre en estos costos para conocer la condición de producto desde el punto de vista de la calidad y poder asegurarla; sus subcategorías son:
 - Inspección y prueba de material de entrada: se observan y prueban todos los materiales obtenidos de los proveedores, incluyendo la inspección y prueba de recepción, la inspección, prueba y evaluación de las instalaciones del proveedor y una auditoria periódica al aseguramiento de la calidad del proveedor.
 - Inspección y prueba del producto: la verificación del producto en sus diferentes etapas de fabricación, la verificación del empaque y embarque y cualquier verificación previa al entregarse al cliente.
 - Materiales y servicios consumidos: es el costo de las pruebas destructivas o que se demeritan en las pruebas de confiabilidad.
 - Mantenimiento de la precisión del equipo de prueba: el costo del sistema que calibra los instrumentos y equipos de medición.
- Costo de fallas internas: se da cuando productos, materiales, componentes y servicios no cumplen con los requerimientos de calidad y dichas fallas se descubren antes de entregar el producto al usuario, las principales fallas internas son:

- Desechos: la pérdida neta de todo el proceso de producción que resulta de un producto defectuoso cuya reparación o aprovechamiento no es económicamente factible.
- Reprocesamiento: costo de corregir las unidades defectuosas para que cumplan con las especificaciones de calidad.
- Repetición de pruebas: costo de realizar la inspección o comprobarla nuevamente en productos reprocesados.
- Análisis de fallas: costos que se dan por el análisis de las causas de las fallas del producto.
- Tiempo ocioso: costo por la suspensión de actividades debido a una disconformidad con los requerimientos del producto.
- Pérdidas de rendimiento: el costo por un rendimiento del proceso ineficiente.
- Degradación/fuera de especificación: es el diferencial del precio de venta normal y el precio de venta que podría obtenerse de un producto que no cumple con los requerimientos del cliente.
- Costo de fallas externas: ocurren cuando el producto no se desempeña satisfactoriamente cuando llega al cliente, existen diversos tipos de fallas externas:
 - Ajuste de quejas: costes de investigación y quejas justificadas atribuibles al producto.
 - Productos/materiales devueltos: costos de recepción, manejo y remplazo de productos o materiales que fueron devueltos.
 - Cargos por garantía: son los costos incluidos por los cargos de contratos de garantías.
 - Costos de responsabilidad legal: concesiones o costos por un litigio de responsabilidad legal.
 - Costos indirectos: se incurre cuando existe una insatisfacción del cliente con la calidad del producto entregado.

4. Precio

Para Santesmases (2012) el precio desde el punto de vista del consumidor, no solo es definido por la cantidad de dinero que se paga por obtener un producto, también implica el tiempo utilizado para conseguirlo, el esfuerzo y las molestias que se toman para conseguirlo. Por lo tanto, para el cliente el precio de un producto implica la disposición que este tiene para conseguirlo, si se encuentra a su alcance y si vale la pena el esfuerzo implicado para su obtención, por lo cual considera otorgarle un valor a cambio de la utilidad que le otorga el producto.

El precio es considerado un factor de calidad, en la mayoría de los casos, un precio más bajo denota poca calidad y un precio más elevado es indicador de calidad según la percepción de los clientes; es un instrumento a corto plazo de rápida modificación teniendo en cuenta factores condicionales como el mercado, los objetivos de la empresa y la vida del producto (Santesmases Mestre, 2012).

Para Santesmases (2012) la fijación de los precios depende de tres políticas relativas:

1. Costes, márgenes y descuentos: son determinados por factores económicos preventa, como los costes de comercialización, los márgenes de beneficio y los descuentos a aplicar por volumen de venta, entre otros.
2. Fijación de precios a un solo producto: su fijación se puede dar considerando tres criterios fundamentales: por su costo, por medio de los precios establecidos por la competencia o por la sensibilidad de la demanda de los distintos segmentos de mercado.
3. Fijación de precios en una línea de productos: al intentar maximizar el beneficio que pueda generar una línea de productos a la empresa se deben considerar las elasticidades cruzadas de los diversos productos que forman parte de la línea.

5. Diferencia entre costo de la calidad y precio con respecto en la calidad

Una de las diferencias más claras que se puede llegar a percibir es que el coste de la calidad afecta de manera directa a la empresa en un mediano o largo plazo. La importancia de mantener una alta calidad en la fabricación radica, según Welsch, *et al* (2005) en la presión que ejerce la competencia externa y los nuevos métodos de fabricación. Al darle una mayor importancia a la calidad del producto, la oportunidad del costo por producto de baja calidad o la oportunidad de ganancias por productos de alta calidad interactúan entre sí (Welsch, Hilton, Gordon, & Rivera Noverola, 2005).

De acuerdo con Cuatrecasas (2005) la calidad supone unos costes que deben afrontarse, al tiempo que otros deberán evitarse; los costes de calidad son considerados como los costes producidos por la obtención de la calidad, donde son considerados los costes de evaluación (costes de medición, análisis, inspección y control de los servicios o productos ya elaborados, semielaborados o en proceso) y los costes de prevención (evitar o reducir errores y problemas de calidad en cualquier proceso mediante planeación preventiva de la calidad); a su vez los costes de la no calidad son los que se consideran por la falta de calidad, de la no conformidad o del incumplimiento de las necesidades del cliente o por no alcanzar los niveles adecuados de la calidad; para los costes de la no calidad se toman en cuenta los costes internos (son los costes detectados antes de que lleguen al consumidor externo, son los detectados dentro del sistema de producción) y los costes externos (constituye el coste originado de un producto o servicio que trasciende al consumidor, son los fallos o defectos no detectados a tiempo, son de difícil evaluación y con una importante trascendencia para la empresa).

El precio de la calidad a su vez es más subjetivo, pues no existe una norma o medida que pueda evaluar si el precio que se ofrece al mercado es el justo por la calidad que se le otorga en la adquisición de productos o servicios; en la actualidad la calidad juega un papel de suma importancia para el mercado, ya que, como lo menciona Cuatrecasas (2005): “en la situación actual de gran competencia, una mala imagen debido a la calidad puede provocar la pérdida de clientes”. El mercado esta

acostumbrado a que si un producto o servicio tiene un precio elevado su calidad es mejor en comparación de un producto o servicio con características similares pero a un precio menor, dicha premisa no siempre es acertada, pero aun se ve la preferencia de los consumidores que buscan calidad en productos cuyo precio es elevado.

Si un producto o servicio no logra satisfacer los requerimientos de calidad que busca un cliente la empresa puede verse afectada seriamente, dado que un cliente insatisfecho puede incidir en otros clientes potenciales y genera una mala imagen de la corporación (Cuatrecasas, 2005), por lo que el precio por una mala calidad se paga no solo con los clientes alcanzados, también abarca a los posibles futuros clientes, por lo cual le cuesta mas a la empresa que producir con calidad; recuperar la imagen perdida es una labor ardua y costosa en tiempo y dinero, por tal razón es importante realizar acciones que tengan como objetivo principal el mejorar, controlar y prevenir la calidad evitando en lo posible las inconformidades que puedan surgir en los clientes (Cuatrecasas, 2005).

6. Control de calidad

De acuerdo con Besterfield (2009) “el control de calidad es el uso de técnicas y actividades para lograr, mantener y mejorar la calidad de un producto o servicio”. Implicando especificaciones, diseño, producción o instalación, inspección y examen de uso. Al adoptar estas actividades se proporciona un mejor producto a un costo mínimo; con la intención de una mejora continua en la calidad.

Las técnicas estadísticas son consideradas herramientas críticas en el control y mejoramiento de la calidad, pero su éxito radica principalmente, en que, para que su uso sea más efectivo deben ser implantadas y formar parte de un sistema de administración con una motivación particular por la calidad; este sistema debe ser dirigido con una filosofía de mejoramiento de calidad asegurando su implementación en todos los aspectos de la organización; algunas de las técnicas utilizadas para llevar a cabo estas tareas es la administración de calidad total (TQM), control de calidad en

toda la compañía (CWQC), el aseguramiento de calidad total (TQA) y seis sigma (Montgomery, 2011).

Una herramienta, que Montgomery (2011) considera importante para el control de calidad es el uso de un experimento diseñado, pues es de gran utilidad para la identificación de las variables clave que influyen en las características de la calidad; es un enfoque que hace variar de una manera sistémica los factores controlables de entrada del proceso y así poder determinar el efecto que tienen sobre los parámetros del producto de salida. El diseño de experimentos factorial es importante dentro del control de calidad, pues permite que los factores varíen conjuntamente para probar todas las combinaciones posibles de los niveles de factores, produciendo mejores resultados algunos tipos de combinaciones. Este tipo de experimentos permite tener un mayor control de calidad fuera de línea, pues por lo general es usado durante las actividades de desarrollo y en las etapas iniciales de manufactura, jugando un papel crucial para la reducción de la variabilidad.

Al ser identificadas las variables importantes que afectan la salida del proceso, es necesaria una modelación de las variables de entrada influyentes y las características de calidad de salida, algunas de las técnicas útiles para la creación de dichos modelos son: el análisis de regresión y el análisis de serie de tiempos; al hacer una cuantificación entre la relación que existe con las variables importantes y las de salida del proceso es posible aplicar de manera más efectiva una técnica de control estadístico de procesos en línea para monitorear y vigilar dicho procedimiento; permitiendo hacer ajustes rutinarios al proceso para enfocar los valores futuros de las características del producto al objetivo planteado, también llamado un control de ingeniería, control automático o control de retroalimentación (Montgomery, 2011).

Una tercera área que se discute dentro del control y mejoramiento de la calidad es el muestreo de aceptación, que según el autor Montgomery (2011): “guarda una estrecha relación con la inspección y la prueba del producto”, siendo uno de los primeros aspectos que conforman el control de calidad; la inspección puede darse en cualquier etapa del proceso, por lo que el muestreo de aceptación es la inspección y clasificación de muestras tomadas al azar ocurriendo en un lote terminado o en las

materia primas o componentes de entrada. El muestreo de aceptación ayuda a reforzar la conformidad con respecto a las especificaciones de calidad. Dado que el control estadístico del proceso y el diseño experimental tienen un importante impacto sobre la manufactura, las actividades del diseño del producto y el desarrollo del proceso, la implantación de los mismos en una empresa marcan el principio de mejoramientos de la calidad, de los costos y de la productividad dentro de la organización; por lo que para empresas poco maduras es recomendable el uso inicial de muestreo de aceptación y posteriormente incorporar las demás técnicas de control de calidad.

(a) Círculos de control de calidad (CCC)

El concepto central versa en el sentido de que, en el área productiva, los supervisores y trabajadores formen grupos para discutir los problemas de calidad y de esta manera se auto entrenen en las técnicas de control de calidad (Reyes Aguilar & Simón Domínguez, 2001).

Los CCC son formados por diferentes individuos pertenecientes a la planta, que se reúnen para definir, seleccionar y resolver problemas de calidad, normalmente entrenados antes de su participación. La filosofía que existe detrás de estos círculos de calidad es que la gente de producción conoce su trabajo mejor que nadie, y debe estimularse para reducir gastos, costos y proporcionar soluciones. Estos círculos son usados para mejorar la calidad, la productividad y el ambiente laboral, proporcionando el reconocimiento de sus participantes como importantes para la empresa (Banks, 1989).

Deming señala que: “debe ser establecido desde el principio, que el círculo de calidad es un concepto, no un sistema, ni un programa, es una forma de vida, una filosofía. Con esto no debe cambiar la estructura organizacional, lo que debe cambiar es la forma en que se relaciona la gente en el ambiente laboral” (Deming, 1982).

(b) Círculos de control de calidad en Japón

En los años setenta, los japoneses vieron la necesidad de proporcionar más educación al supervisor, considerándolo como el enlace entre los trabajadores y la administración. Los círculos de control de calidad (CCC) propuesto por el Dr. Kaouru Ishikawa, nacen a partir de la reunión de los supervisores con los trabajadores para discutir los problemas del área, naciendo otro de los desarrollos mayores de administración por calidad (Reyes Aguilar & Simón Domínguez, 2001).

(c) Círculos de control de calidad en Occidente

Los CCC fueron introducidos por la asociación de calidad de Estados Unidos de Norteamérica (ASQC) por una misión de estudio al Japón en 1965; presentando la idea a una gran audiencia occidental en Estocolmo en la Organización Europea para el Control de Calidad en 1966, teniendo como principal ponente al Dr. Joseph Juran que, al igual que Armand Feigenbaum, Edward Deming y Kaoru Ishikawa, influyeron en el desarrollo del control de calidad japonés. El primer círculo de calidad fue introducido en Norteamérica en 1973 dando como resultado sorprendentes ahorros a la empresa *Lockheed Space Missile System Division*, motivando a otras empresas a la implantación de los CCC. El desarrollo de los CCC en occidente se puede resumir en tres etapas importantes:

- **Introductoria:** el énfasis se encuentra en las historias exitosas del Japón y en Estados Unidos.
- **Intermedia:** se da un énfasis en aspectos operacionales de los círculos de calidad y su adaptabilidad.
- **Maduración:** un especial énfasis en aspectos estratégicos de los CCC y la occidentalización de los CCC.

Al comparar la implantación de los CCC en Estados Unidos y Japón, se denota que los círculos de calidad de ambos países son diferentes, pues los estadounidenses parecieran considerarlo solo cómo un medio de desarrollo organizacional (Reyes Aguilar & Simón Domínguez, 2001).

(d) Círculos de control de calidad en México

En México los CCC son promovidos en los años setenta, con apoyo del gobierno en turno y asociaciones empresariales, fomentando la visita de profesionistas mexicanos a Japón con el objetivo de conocer las experiencias de ese país en cuanto a administración por calidad. Iniciando este movimiento en el noreste de México en 1976 (catorce años después que Japón). En 1979 es formado el Instituto Mexicano de Círculos de Calidad, A. C. en la ciudad de Monterrey con el fin de apoyar la implantación de los CCC, cerrando sus operaciones en 1982.

Los CCC fueron fuertemente desarrollados entre 1980 y 1985, debido a las grandes promociones a nivel nacional e internacional que se hicieron sobre el tema, cobrando auge a raíz de la crisis de 1982 y frente al ingreso de México al GATT. Pero debido a la crisis económica de 1990 y la excesiva dependencia de los consultores, la mayoría de los CCC desaparecieron, dejando como resultado a final de los ochenta solo CCC dentro de empresas con un alto compromiso de sus altos directivos y gerentes (Reyes Aguilar & Simón Domínguez, 2001).

Reyes y Simón (2001) nos dice que: “en México la nueva generación de los CCC está resurgiendo como un sistema de trabajo eficiente y ordenado, permitiendo el desarrollo humano a través de la capacitación, la educación, el entrenamiento y la aplicación estandarizada de los conocimientos”.

(e) Benchmarking

Para Cuatrecasas (2005) el objetivo principal del benchmarking es ayudar a las estrategias estructurales de la empresa que se basan en la Gestión de la Calidad Total para que puedan obtener una mayor ventaja competitiva con el uso de esta herramienta empresarial; con el objetivo de alcanzar la excelencia tratando de entender y adaptar los objetivos y gestión de aquellas empresas base de estudio.

A su vez Cantú (2011) define el concepto de benchmarking como: “una herramienta asociada a la administración de calidad total que tiene como objetivos: conocer las características de los productos y servicios de la competencia que afectan de modo favorable al consumidor, detectar los mejores procesos productivos y administrativos que puedan incorporarse a la empresa para hacerla más competitiva y establecer medidas de desempeño para incorporarlas en las metas y objetivos de la organización...”.

El benchmarking nos permite tomar una marca como referencia fijando un estándar para poder realizar una comparación y posterior aprendizaje de las empresas líderes en el sector, consideradas un ejemplo a seguir y superar. Para este proceso se requiere de una actualización constante de los datos y mantener un continuo aprendizaje para poder alcanzar la auto-superación; se deben considerar dos aspectos básicos: las practicas o formas de actuar y la medición, la importancia de la selección correcta de las prácticas radica en que posteriormente a su estudio deberán ser adaptadas a la empresa que realiza el benchmarking, por lo tanto deben ser medidas bajo criterios que puedan ser analizados posteriormente (Cuatrecasas, 2005).

Para Cuatrecasas (2005), el benchmarking contiene cuatro aspectos clave que lo definen y rigen al momento de llevarlo a cabo:

- Conocerse a sí mismo: las empresas deben analizar su forma de operar y estudiar sus procesos y métodos, con el fin de descubrir los puntos fuertes y débiles.
- Conocer la competencia: se debe evaluar y conocer a la competencia la perfección, en especial las empresas líderes del mercado, y poner principal atención a sus resultados, formas de operar, practicas, puntos fuertes, entre otros. Dos aspectos que son de suma importancia a considerar son: la fiabilidad de los datos de la competencia y la actualización constante de los datos para conocer en todo momento su estado, evolución y resultados.
- Aplicar lo aprendido: al obtener los resultados del benchmarking se debe aterrizar lo aprendido a la empresa, adaptando e incorporando los

conocimientos adquiridos a los procesos, prácticas y métodos, o cualquier aspecto susceptible a ser mejorado.

- Alcanzar la excelencia y liderazgo: el objetivo de realizar este procedimiento es aspirar a ser mejores que los líderes del mercado.

Por otro lado, Cantú (2011) señala los 10 pasos para realizar un procedimiento de benchmarking:

1. Decidir qué proceso se desea mejorar mediante la identificación del área de oportunidad más importante del negocio. Es necesario identificar los procedimientos clave de la operación del negocio y los efectos que tienen en el cumplimiento de la misión.
2. Indicar qué organización cuenta con el proceso más competitivo. Se da mediante el análisis del proceso de la empresa haciendo cambios que lo mejoren.
3. Planear la investigación. Se hace con el fin de determinar qué datos se requieren para este proceso, el método a utilizar para su obtención y quienes integrarán la observación de las mejores prácticas.
4. Determinar las diferencias respecto al mejor proceso. Al terminar el proceso investigación y observación se determinan las diferencias respecto al mejor proceso.
5. Proyectar niveles de desempeño futuro. Se deben considerar de forma realista las diferencias que existen, los procedimientos y acciones que deberán adoptarse para acercarse a niveles de desempeño del líder.
6. Comunicar los resultados de la investigación y buscar la aceptación de los cambios propuestos. Se da con el propósito de comprometer y agilizar a los involucrados en el proceso de mejoramiento.
7. Revisar las metas de desempeño. Los resultados recabados de la investigación se convierten en acciones operativas a desarrollar dentro de la empresa las cuales describen los procesos a mejorarse mediante la incorporación de las prácticas observadas.

8. Desarrollo del plan de implantación. Consiste en implantar las acciones definidas en el punto anterior, asignando responsables con compromisos de fechas límite para concretar los cambios que fueron acordados.
9. Poner en práctica las acciones y monitorear su avance. Para llegar a este punto, los pasos acordados en el punto anterior deben cumplirse completamente.
10. Revisar continuamente los indicadores de otras empresas. Se da con el objetivo de incorporar otras ideas de cambios a los procesos que conduzcan a un nivel de productividad y calidad mejores, es revisado de manera continua en otras empresas. Este es un proceso de mejoramiento continuo el cual nunca termina y está en constante cambio y actualización.

Aunado a esto, Cuatrecasas (2005) denota cuatro tipos de benchmarking:

- Benchmarking interno: se da al conocerse a sí mismo, detectando puntos fuertes y débiles con los que se cuenta, la ventaja de este benchmarking es que los datos proporcionados por la propia empresa están disponibles en todo momento y no existen problemas de falta de fiabilidad.
- Benchmarking competitivo: el objetivo es conocer a la competencia, para ser comparada con la propia empresa y averiguar cómo mejorar los puntos débiles mediante la observación de los líderes del mercado; la confidencialidad de las empresas competidoras es un obstáculo en la obtención de información.
- Benchmarking funcional: se hace una comparación entre funciones, en este punto se buscan líderes en una función específica, buscando analizar y solucionar las deficiencias con que cuenta la empresa que aplica el benchmarking basándose en aquellas compañías que destacan en este aspecto.
- Benchmarking genérico: abarca un conjunto de objetivos más amplios, se centra más en los procesos de forma global, tratando de investigar todo tipo de prácticas y suele llevarse a cabo en conjunto con el benchmarking funcional.

Ejemplo del proceso de benchmarking (figura 2), de acuerdo a Cuatrecasas (2005):

Figura 2.-Proceso de benchmarking



Fuente: Datos extraídos de Cuatrecasas (2005).

1. Control estadístico de la calidad (SQC)

“Es la colección, análisis e interpretación de datos que se usan en actividades de control de calidad” (Besterfield, 2009).

Se puede considerar al SQC (*stadistical quality control*), como el uso de métodos y técnicas estadísticas modernas en el control y mejoramiento de la calidad, con el objetivo de resolver los problemas dirigidos a mejorar la calidad y aplicar dichas

herramientas en una variedad de situaciones de manufactura y servicios; aplicando dichos métodos en cualquier área de la compañía u organización (Montgomery, 2011).

2. Control estadístico de procesos (SPC)

El control estadístico de procesos (*statistical process control*) en conjunto con el muestreo de aceptación conforman las dos partes principales del control estadístico de la calidad (Besterfield, 2009). A su vez Lind, *et al* (2012), lo define como un grupo de estrategias, técnicas y acciones de una organización para asegurar que la fabricación de sus productos o servicios son de calidad, iniciando el procedimiento en la etapa de planeación del producto especificando sus atributos y continua en la etapa de producción; para el uso eficiente del control de calidad deben ser desarrollados atributos y especificaciones medibles para poder ser comparados con los atributos reales.

El control estadístico de procesos es una técnica cuantitativa de control, el cual abarca generalmente métodos como: diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, hojas de comprobación, diagrama de flujo de procesos, diagrama de dispersión, histogramas, graficas de control y graficas de corrida (Besterfield, 2009). La carta de control es una de las principales técnicas de este proceso, dado que es una herramienta muy útil cuando se tienen fuentes inusuales de variabilidad y una difícil detección de las mismas (Montgomery, 2011).

El SPC es un de herramientas para resolver problemas, siendo muy útil para conseguir estabilidad y mejorar la capacidad del proceso mediante la reducción de la variabilidad; además crea un ambiente en el que los individuos de la organización desean el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad, dicho ambiente se desarrolla mejor cuando la organización se encuentra en un proceso de mejora de calidad continuo (Montgomery, 2011).

(a) Histograma o diagrama de tallo y hoja

Según los autores Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar (2009), el histograma es una representación gráfica, en forma de barras de la distribución de un conjunto de

datos o una variable, donde los datos son clasificados por su magnitud en cierto número o clases, cada una representada por una barra y su longitud es proporcional a la frecuencia de valores representados.

De acuerdo con Gutiérrez Pulido, *et al* (2009) este tipo de diagrama se obtiene, comúnmente a partir de una hoja tabla de frecuencias, donde:

1. Se divide el rango de variación de datos en cierta cantidad de intervalos que cubran el rango y se determina cuantos datos caen en cada intervalo, se recomienda que sea de 5 a 15 el número de intervalos. Puede ser utilizada la regla de *Struges* que señala que el número de clases es igual a $1+3.3 \log_{10}$.

A su vez Cantú (2011) menciona una serie de pasos para la construcción de un histograma:

1. Obtención de una serie de pasos que se desea representar, pueden ser datos de análisis, control de procesos, para la regulación de una variable o para aceptar o rechazar un lote. Deben ser datos representativos para poder llegar a conclusiones.
2. Se deben identificar el dato más grande y el más pequeño y calcular ente 5 y 15 rangos entre estos dos valores.
3. Contabilizar donde se ubica cada rango y representarlo mediante una barra que sea proporcional al número de datos correspondientes al rango correspondientes.

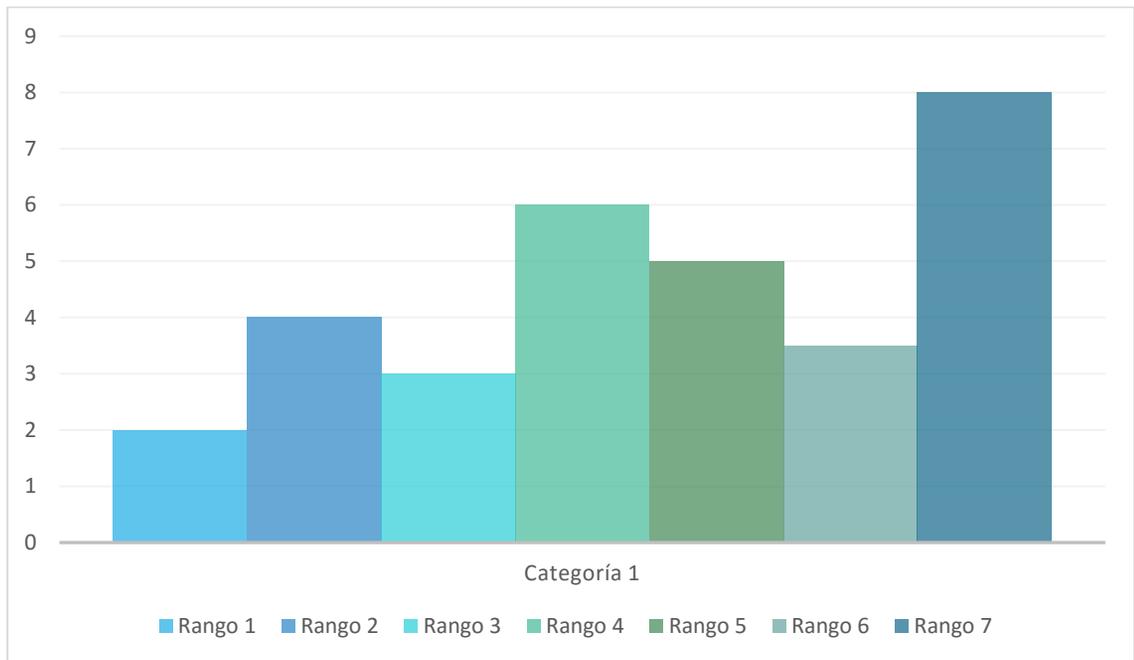
Gráficamente es representado de la siguiente manera:

Figura 3- Ejemplo de tabla de frecuencia para la realización del histograma

Clase	Grosor de discos, x	Marcas para conteo	Frecuencia	Frecuencia porcentual
1	$1 < x \leq 2$	////	6	%
2	$2 < x \leq 3$	////////	9	%
3				
4				
5				

Fuente: Datos extraídos de Gutiérrez *et al* (2009).

Figura 4.- Ejemplo de histograma



Fuente: Elaboración propia, 2016.

De acuerdo con Gutiérrez, *et al* (2009) la interpretación del histograma se realiza a partir de que el número suficiente de datos son representativos del estado del proceso durante el período del interés y se da mediante la consideración de:

- Observar la tendencia central de los datos y observar las barras con mayor frecuencia.
- Estudiar el centrado del proceso y observar la posición central del cuerpo del histograma con respecto a la calidad óptima y a las especificaciones.
- Examinar la variabilidad del proceso donde se compara la amplitud de las especificaciones con el ancho del histograma; se considera que la dispersión no es demasiada cuando el ancho del histograma cabe de forma holgada en las especificaciones.
- Analizar la forma del histograma.
 - La forma de campana es de las más comunes y tiene salida a la distribución normal.

- La distribución sesgada puede ser hacia la derecha o hacia la izquierda lo que indica que existen procesos viciados al momento de obtener las mediciones, un desempeño especial en el proceso o el desplazamiento paulatino de un proceso debido a un desgaste o desajuste.
- La distribución multimodal muestra dos picos o modas que denotan dos tendencias centrales diferentes, lo cual refleja dos o más realidades o condiciones diferentes.
- La distribución muy plana muestra unas características similares a las de la multimodal, con la diferencia de que son menos fuertes, pero con afectaciones serias al proceso.
- La distribución con acantilados las causas para este tipo de distribución pueden ir desde un lote de artículos que fueron seleccionados previamente donde fueron excluidos los artículos que no cumplían con alguna medida mínima o que excedían una medida máxima, problemas con el equipo de medición, errores en la medición o inspección, este tipo de distribución es anormal y debe buscarse su causa.

Las limitaciones que puede presentar un histograma al llevarse a cabo es que no considera el tiempo en que se obtuvieron los datos, no es una técnica apropiada para comparar de manera práctica varios procesos o grupos de datos y la cantidad de clases o barras influye en las formas del histograma (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

(b) Hoja de verificación

Es un formato construido para coleccionar datos de tal manera que su registro sea sencillo, sistemático y fácil de analizar desde un primer análisis para apreciar las principales características de la información buscada (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009). Es ideal para su implementación en etapas iniciales de la implementación del SPC, debido a la necesidad de la colección de datos acerca del

proceso bajo investigación; el resumen con una orientación en el tiempo es importante y valioso para buscar tendencias y otros patrones importantes (Montgomery, 2011).

Al diseñar una hoja de verificación es necesario especificar el tipo de datos que van a recabarse, el número de parte u operación, la fecha, el analista y cualquier otra información relevante, en algunos casos es útil una corrida de prueba para validar que sea útil la disposición y el diseño de la hoja de verificación (Montgomery, 2011). Las hojas de verificación pueden resultar de utilidad cuando se describe el desempeño o resultados de un proceso, clasificar las fallas, defectos o quejas detectados, confirmar posibles causas de problemas de calidad y analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

La finalidad de la hoja de verificación es fortalecer el análisis y el desempeño de la empresa, obteniendo información que permita orientar esfuerzos, actuar y decidir objetivamente (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009). Así mismo, Gutiérrez, *et al* (2009) maneja tres tipos de hojas de verificación especificadas en la figura 5, figura 6 y figura 7:

Figura 5.- Hoja de verificación del tipo: defectos y posibles causas

Hoja de verificación para defectos de válvulas			
Modelo de producto	Zona del molde		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	B	00000	0000000000
	XXX	XX	XXXXXX
	+++	++ //	/
B	0000	00000	0000000000
	XX	XXXXX	XXXXXXX
	+++ /	/	++
C	00000	0000	00000000
	X	XXX	XXXXX
	+		/
D	0000	000000	000000000000
	XX	XX	XXXXX
	++ //	/	++++

Códigos para defectos: o porosidad, + maquinado, x llenado, / ensamble

Fuente: Datos extraídos de Gutiérrez, *et al* (2009)

Figura 6.- Hoja de verificación para distribución de proceso

Hoja de verificación														
Producto											Responsable			
Especificaciones											Fecha			
Frecuencia total			1	2	5	10	15	21	13	9	5	3	1	
Frecuencia	30													
	25													
	20						/							
	15						////							
	10					////	////	///						
	5		/	//	///	////	////	////	////	////	////	///	/	
Color	60.2	60.6	61.0											

Fuente: Datos extraídos de Gutiérrez *et al* (2009).

Figura 7.- Hoja de verificación para productos defectuosos

Hoja de verificación		
Producto		Fecha
		Inspector
Defectuosa por	Frecuencia	Subtotal
Movida	//// // // // // // // // // // //	24
Mordida	//// /	6
Ángulo	//// // // // // // // // // //	17
Otros	////	4
	Total	51

Fuente: Datos extraídos de Gutiérrez, *et al* (2009).

Las recomendaciones que Gutiérrez, *et al* (2009) da sobre el uso de una hoja de verificación es:

- Determinar la situación a evaluar, sus objetivos y el propósito para poder definir qué tipo de información o datos son requeridos.
- Establecer el período del cual se obtendrán los datos.
- Diseñar el formato apropiado con: fecha, turno, máquina, proceso e inspector; siempre buscando mejorar los formatos para que cada día sean más claros y útiles.

(c) Gráfica de Pareto

Es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son datos categóricos con el objetivo de ayudar a localizar los problemas vitales y sus principales causas (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009). Dicho gráfico clasifica los datos

en forma descendente, de izquierda a derecha, considerando las clasificaciones de datos como fallas de campo. Otras clasificaciones posibles pueden ser problemas, causas, tipos de no conformidad. Los pocos vitales se encuentran en la izquierda y los muchos útiles están en la derecha. En ocasiones es necesario combinar algunos de los muchos útiles en la clasificación llamada otros, cuando se usa esta categoría siempre está en el extremo derecho. La escala vertical está en valor monetario, frecuencias o porcentaje (Besterfield, 2009).

La idea es que se con base a la información y los datos aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos a donde se tenga un mayor impacto y de esta forma mejorar un proceso o atender un problema (Gutiérrez & de la Vara, 2013).

La diferencia entre los diagramas de Pareto y los histogramas es que en un diagrama de Pareto la escala horizontal es de categorías, a diferencia del histograma que es numérica. Son utilizados para identificar los problemas más importantes, en general el 80% del total se debe el 20% de los elementos. (Besterfield, 2009). Esta es la viabilidad y utilidad del diagrama, el cual está respaldado por el llamado principio de Pareto o la “Ley 80 – 20” que dice que existen pocos vitales y muchos triviales, y reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%) y el resto de los elementos proporcionan muy poco del efecto total (Gutiérrez & de la Vara, 2013).

Se reconoce que más del 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, son acciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Además, se sabe que en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar (2009) recomiendan realizar una serie de pasos para hacer un correcto uso del diagrama:

- 1.- Decidir y delimitar el problema o área de mejora que se atenderá, con un objetivo claro.

2.-Se discute y decide el tipo de datos que se van a necesitar y los posibles factores importantes a estratificar. Posteriormente se construye una hoja de verificación bien diseñada para la colección de datos.

3.- Determinar si la información se obtendrá de reportes anteriores o se va a coleccionar, definiendo el periodo en que se tomara la información y la persona encargada de hacerlo.

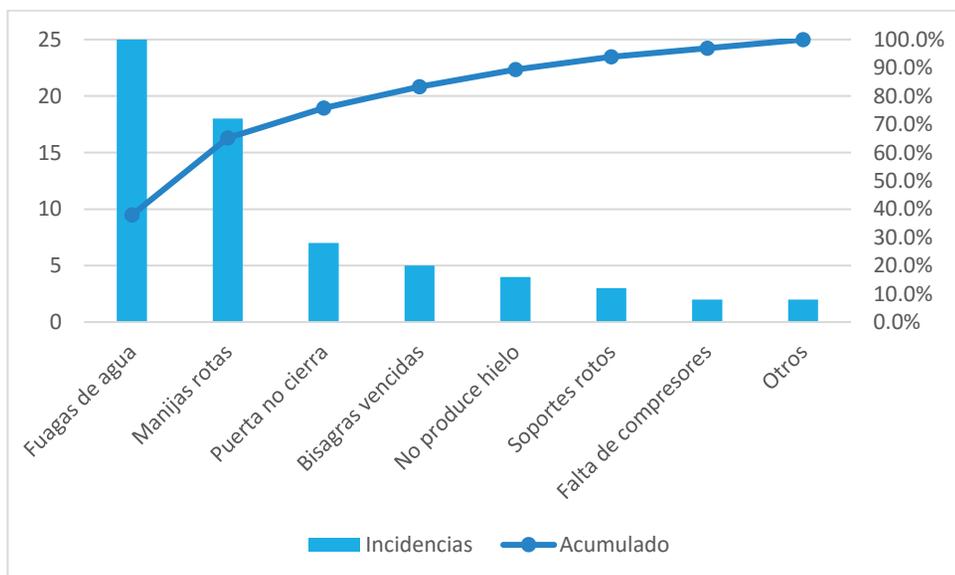
4.- Al terminar de obtener los datos se construye una tabla cuantificando la frecuencia de cada defecto, porcentaje y demás información.

5.- Decidir el criterio con que se jerarquizarán las diferentes categorías, determinando si será directamente la frecuencia o se multiplicará por su costo o intensidad correspondiente y se procede a hacer la gráfica.

6.- Se documentan las referencias del diagrama, como son títulos, periodo, área de trabajo, entre otros.

7.- Se interpreta el diagrama y de existir una categoría que predomina se hace un análisis de Pareto de segundo nivel para localizar los factores más influyentes en el mismo.

Figura 8.-Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de Cantú (2011).

(d) Diagrama de causa y efecto

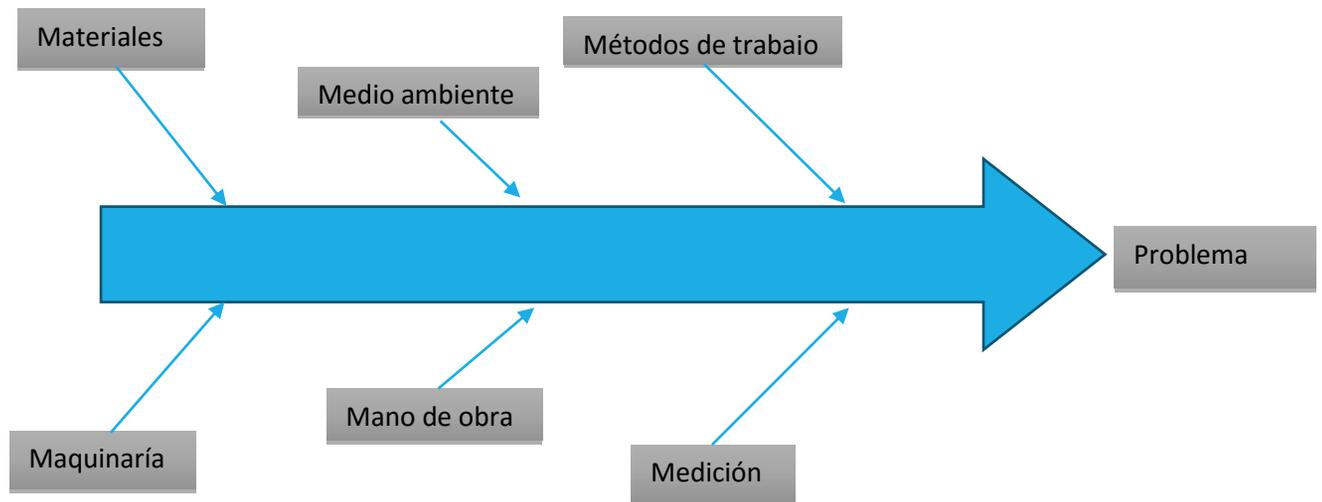
Es el método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009). Este método es usado a partir de un defecto o error identificado, el cual es aislado para su estudio adicional, se comienzan a analizar las causas potenciales de este efecto aun cuando dichas causas no son obvias, este método es de utilidad para determinar las causas principales (Montgomery, 2011).

De acuerdo con Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar (2009), existen tres tipos básicos de diagramas de causa y efecto:

- Método de las 6M: agrupa las causas principales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. La pregunta principal para este tipo de construcción es ¿qué aspecto de esta M se refleja en el problema bajo análisis?
- Método tipo flujo de proceso: la línea principal del diagrama sigue la secuencia normal del proceso de producción o administración, se detectan los factores que pueden afectar la característica de calidad y se agregan en el orden en que corresponden, según el proceso. La pregunta que se realiza en este caso es: ¿qué factor o situación en este punto del proceso puede tener un efecto sobre el problema especificado?
- Método de estratificación o enumeración de causas: implica la construcción de un diagrama considerando directamente las causas potenciales, pero sin agrupar de acuerdo a las 6M. muchas veces la selección de estas causas se hacen mediante una lluvia de ideas con el fin de atacar las causas reales, preguntándose un mínimo de cinco veces el problema a fin de profundizar en la búsqueda de las causas. A partir de este análisis previo se realiza la construcción del diagrama, reduciendo de esta manera la búsqueda y con una probabilidad de resultados más positivos. Este método es contrastante con el de 6M ya que este va de lo

general a lo particular y el método por estratificación va directamente a las causas potenciales del problema.

Figura 9- Estructura de diagrama causa-efecto



Fuente: Datos extraídos de Cantú (2011).

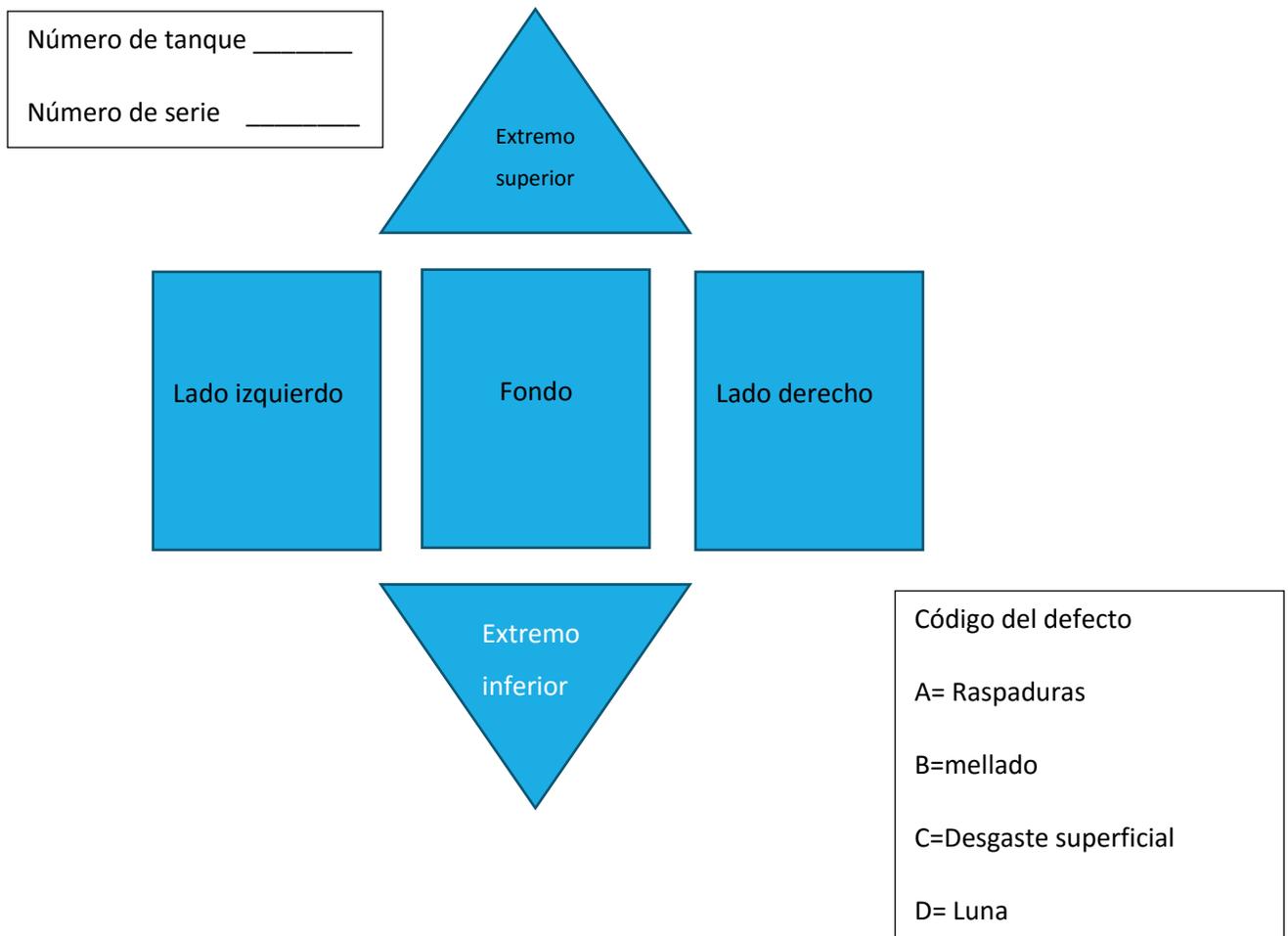
De acuerdo con Gutiérrez *et al* (2009), el diagrama de causa-efecto proporciona ventajas y desventajas a quien lo utiliza, entre las que se encuentran:

- Ventajas: agrupamiento claro de las causas potenciales del problema, permite centrarse en el análisis del problema, es menos complejo que otros procedimientos.
- Desventajas: pueden llegar a omitirse algunas causas potenciales importantes, puede ser difícil de definir las subdivisiones principales, requiere un mayor conocimiento del producto o proceso y se requiere de igual conocimiento de las causas potenciales.

(e) Diagrama de concentración de defectos

Se realiza mediante un dibujo de la unidad mostrando todas las vistas relevantes, posteriormente se marca en dicho dibujo los diversos tipos de defectos y este diagrama se analiza para determinar si la localización de los defectos transmite información útil sobre las causas potenciales de los defectos; es frecuente el uso de diferentes colores para indicar diferentes tipos de defectos. Al ser realizado en un número suficiente de unidades, pueden surgir patrones y al localizar estos patrones se encuentra bastante información sobre las causas de los defectos (Montgomery, 2011).

Figura 10- Diagrama de concentración de defectos de un tanque



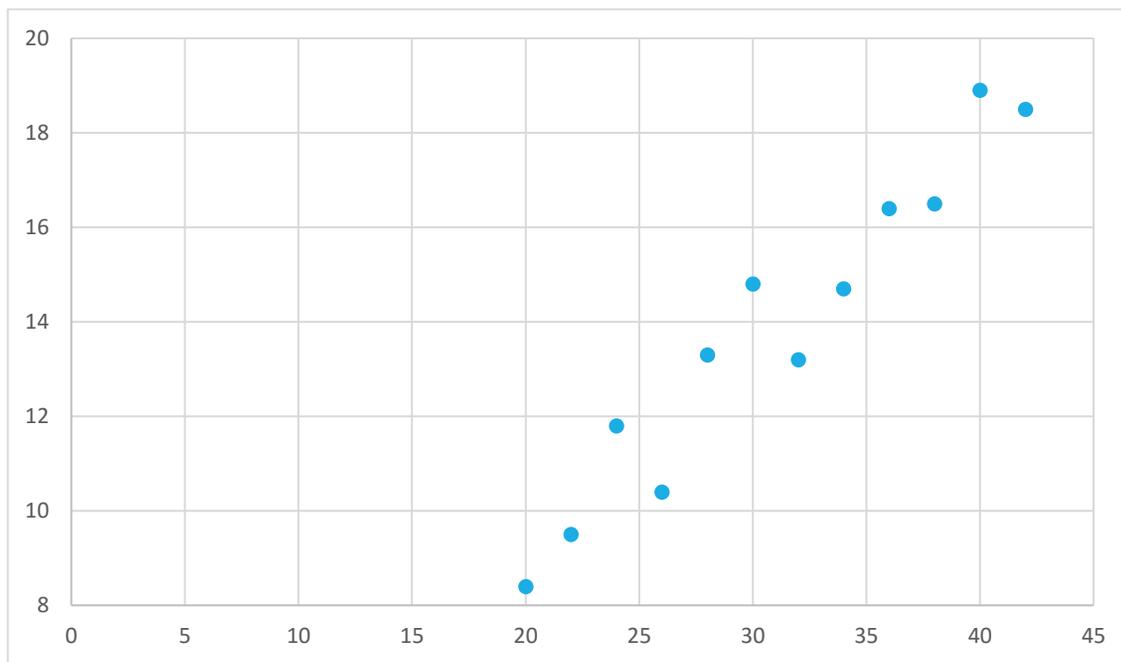
Fuente: Datos extraídos de Montgomery (2011).

(f) Diagrama de dispersión

Es una gráfica para identificar la relación potencial entre dos variables, los datos son colectados por pares de las dos variables X y Y, posteriormente se grafican contrastando dichos pares, la forma de este diagrama suele indicar el tipo de relación que puede existir entre las dos variables (Montgomery, 2011).

El objetivo de esta gráfica es el análisis de estas dos variables y la forma en que están relacionadas. Lo resultado pueden ser: que no exista una correlación (cuando los puntos en la gráfica se presentan sin ningún orden o patrón aparente), correlación positiva (cuando las variables se relacionan de forma lineal positiva, de tal manera que si uno aumenta el otro también lo hace) y correlación negativa (se relacionan las variables en forma lineal, cuando una variable crece la otra disminuye y viceversa) (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

Figura 11- Diagrama de dispersión con correlación positiva



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de Gutiérrez (2009).

(g) Carta de control

Es un recurso que describe de manera precisa lo que se pretendió exactamente por medio del control estadístico, debido a esto puede usarse en una variedad de formas, es una de las principales técnicas del SPC (Montgomery, 2011). Su objetivo principal es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo, para detectar las variaciones por causas comunes y especiales, de esta manera se caracteriza el proceso y se decide la mejor acción de control y mejora (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009). La carta de control solo detecta las causas asignables y por lo general es necesaria la acción de la administración, del operador y del área de ingeniería para eliminar dichas causas asignadas (Montgomery, 2011).

De acuerdo a Montgomery (2011): el uso más importante de la carta de control es para mejorar el proceso, debido a que la mayoría del proceso no operan en un estado de control estadístico y por lo cual el uso rutinario y atento de cartas de control identificara las causas asignables, si dichas causas pueden eliminarse del proceso la variabilidad se reducirá y se mejorara el mismo.

Existen dos tipos de cartas de control: para variables y para atributos. Las cartas de control para variables, son diagramas que se aplican a características de calidad de tipo continuo y son las que requieren un tipo de medición (peso, volumen, voltaje, longitud, resistencia, humedad, temperatura) y las más aplicables son: de medidas, de rangos, de desviación estándar y de medidas individuales. A diferencia de las características de calidad que no pueden ser medidas con un instrumento de medición en una escala continua o numérica, deben ser aplicadas las cartas de control para atributos, la cual juzga al producto como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos; las cartas para atributos son: proporción o fracción de artículos defectuosos, número de unidades defectuosas, número de defectos y número de defectos por unidad (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

Si esta técnica se lleva a cabo correctamente contribuye a la mejora de la productividad, llega a prevenir los defectos, previenen el ajuste innecesario del proceso, proporcionan información del diagnóstico realizado y de la capacidad del proceso (Montgomery, 2011).

(h) Sistema *Poka-yoke*

El sistema *poka-yoke* consiste en diseñar sistemas y métodos de trabajo, así como procesos a pruebas de errores. Este sistema propone atacar los problemas desde su causa y actuar antes de que ocurra el defecto desde su mecánica; lo que hace un sistema *poka-yoke* es la inspección desde la fuente o causa de error y así poder determinar si se tienen las condiciones para poder producir con calidad, un dispositivo *poka-yoke* también permite que las personas revisen su propio trabajo (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

Los dos tipos de sistema *poka-yoke* que Gutiérrez (2009) menciona son:

- Dispositivos preventivos *poka-yoke*: son los que no permiten el error.
- Dispositivo detector: el cual manda una señal cuando hay posibilidad de error.

Los dispositivos *poka-yoke* son diseñados para prevenir la ocurrencia de defectos, no solo se crea un dispositivo que auto-verifiquen la calidad, además es preciso atender la causa de forma que se evite el error o mitigar su impacto. De acuerdo a Gutiérrez (2009) las características que se buscan de un sistema *poka-yoke* son:

- Simples y baratos, para que su uso sea efectivo tanto para resolver el problema como desde el punto de vista del costo.
- Deben formar parte del proceso cuando son enfocados a la inspección en la fuente del error.
- Están cerca de donde ocurre el error, proporcionando una retroalimentación inmediata a los operarios de forma que los errores puedan ser evitados o corregidos.

4. Estratificación

También conocido como clasificación de datos, consiste en analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos y agrupándolos de acuerdo con los factores que se cree que pueden influir en la magnitud de los mismos. La estratificación es una estrategia de búsqueda que facilita entender cómo influyen los factores que intervienen

en una problemática para identificar diferencias y prioridades que permitan profundizar en la búsqueda de las verdaderas causas del problema. Es una estrategia común de todos los métodos básicos (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

Figura 12.- Estratificación par artículos defectuosos

			Fecha	
Razón de rechazo	<i>Departamento de piezas chicas</i>	<i>Departamento de piezas medianas</i>	<i>Departamento de piezas grandes</i>	<i>Total</i>
Porosidad				
Llenado				
Maquinado				
Molde				
Total				

Fuente: Datos extraídos de Gutiérrez (2009).

5. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad se refiere a todas las actividades planeadas o sistemáticas, necesarias para proporcionar la confianza de que un producto o servicio va a satisfacer determinados requerimientos de calidad; comprendiendo una evaluación continua de la adecuación y la efectividad, con el objeto de aplicar medidas correctivas oportunas y realizar la retroalimentación adecuada (Besterfield, 2009).

6. Administración de calidad total (TQM)

La TQM (*total quality management*) también conocida como la administración de calidad total, es la base de una organización en mejora continua con la aplicación de métodos cuantitativos y de recursos humanos para mejorar los procesos en la organización y exceder las necesidades del cliente, ahora y en el futuro. Es una técnica

demostrada para garantizar la supervivencia en la competencia a nivel mundial (Besterfield, 2009).

Es una estrategia para implementar y administrar las actividades de mejoramiento de calidad aplicándose en la organización completa, ha venido evolucionando desde su nacimiento en 1980, incorporando nuevos conceptos como las organizaciones y una cultura laboral participativa, el cliente como centro de atención, el mejoramiento de calidad del proveedor, integración de las metas con el sistema de calidad y demás conceptos y actividades integrándolos a la meta del mejoramiento de calidad (Montgomery, 2011).

Figura 13.- Características cualitativas y cuantitativas de la calidad total

Administración de la calidad total		
Principios y practicas	Herramientas y técnicas	
	Cuantitativas	No cuantitativas
Liderazgo	Control estadístico del proceso	ISO 9000
Satisfacción del cliente	Muestreo de aceptación	ISO 14000
Participación del empleado	Confiabilidad	Benchmarking
Mejora continua	Diseño experimental	Mantenimiento productivo total
Sociedad con el proveedor	Ingeniería de la calidad de Taguchi	Herramientas administrativas y de planeación
Medidas de desempeño	Análisis de modo y efecto de falla	Calidad por diseño
	Despliegue de la función de la calidad	Responsabilidad por los productos
		Tecnología de la información
		Manufactura esbelta

Fuente: elaboración propia con datos extraídos de Besterfield (2009).

7. Tableros de comando (*balanced scorecards*)

De acuerdo con Cantú (2011) los tableros de comando son una herramienta eficaz para una efectiva realización y desarrollo de la visión común de los colaboradores mediante acciones: estratégicas, operacionales y organizacionales. Al establecer un proceso de estructura se crean medidas y objetivos adecuados que permiten la integración de los grupos garantizando la alineación de toda la organización.

Esta herramienta permite traducir con claridad las estrategias en acciones interrelacionadas, lo que permite dar un mejor panorama a los trabajadores para que puedan medir y comprender como su desempeño ayuda a cumplir dichas estrategias; con lo cual la empresa se vuelve más ágil y proactiva administrando de manera más eficiente los cambios internos y externos (Cantú Delgado, 2011).

Para Cantú (2011) la estructura del tablero de comando permite dar seguimiento a los proyectos planteados por medio de indicadores basados en los objetivos estratégicos a cumplir, los cuales son adaptados a la misión, metas y estrategias de la empresa; dichos indicadores se integran en cuatro perspectivas principales:

- Financiera: atendiendo los objetivos de los accionistas.
- Clientes: definiendo como satisfacer las expectativas y necesidades de los clientes.
- Procesos: identificando los procesos que agregan valor.
- Aprendizaje organizacional: midiendo habilidades de adaptación de la empresa ante los cambios del entorno.

La estructura de esta herramienta se visualiza como podemos observar en la figura 14, que a continuación se muestra:

Figura 14.-Relación las perspectivas y los objetivos de la empresa, basado en las cuatro perspectivas de medición Kaplan



Fuente: elaboración propia con datos extraídos de Cantú (2011).

8. Calidad esbelta

También conocida como *Kaizen* en japonés, es una herramienta utilizada para la mejora continua intentando eliminar todos los esfuerzos no productivos en los procesos, señalando los pequeños incrementos sin técnicas sofisticadas con esta técnica se impulsa a los trabajadores a mejorar sus procesos de trabajo mediante las aportaciones de sus ideas (Besterfield, 2009).

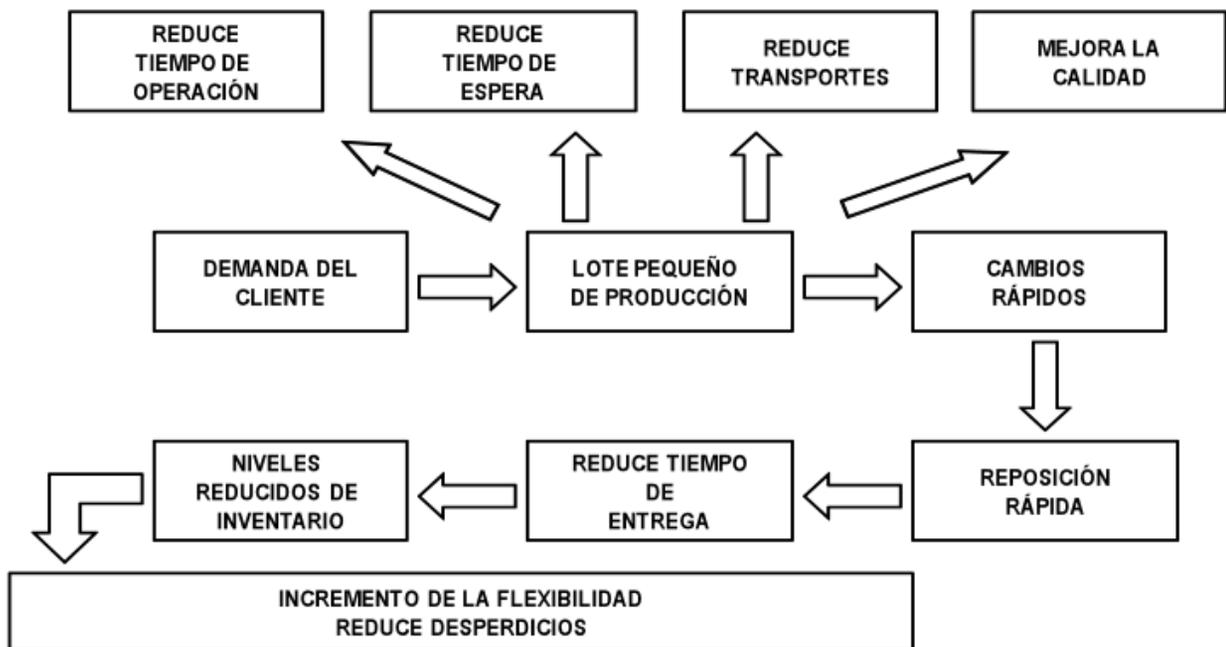
Los principales objetivos de la manufactura esbelta, a la cual es perteneciente la calidad esbelta, es el implementar herramientas que permitan llevar a cabo una mejora continua permitiendo a las organizaciones reducir costos, mejorar los procesos y reducir los desperdicios conllevando a la satisfacción del cliente y manteniendo una utilidad (Gutiérrez Garza, 2000).

De acuerdo con Gutiérrez Garza (2000), los 5 principios del pensamiento esbelto son:

- Definir el valor desde el punto de vista del cliente, donde la mayoría buscan una solución a un problema no un servicio o producto.
- Identificar la corriente de valor propia de la empresa, eliminando los desperdicios en los procedimientos que no agregan valor al producto final.
- Crear un flujo, donde en cada procedimiento se agregue valor hasta llegar al cliente final.
- Producir el “jale” del cliente, donde se produce según especificaciones del cliente y no por especulaciones de ventas.
- Perseguir la perfección, añadiendo eficiencia en todos los procedimientos posibles.

De acuerdo con el Concyteg (2010), la operación del sistema de manufactura esbelta es el siguiente:

Figura 15.-Operación de la manufactura esbelta



Fuente: imagen extraída de Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas (Niño Luna & Bednarek , 2010).

9. Seis Sigma

EL programa Seis Sigma, desarrollado por Motorola, se centra en llevar la variabilidad de las características de la calidad clave a niveles improbables de fallas o defectos. Este modelo consiste en reducir la variabilidad del proceso de tal modo que los límites de las especificaciones se encuentren a seis desviaciones estándar de la media. Este programa se ha extendido fuera de Motorola, convirtiéndose en un programa para mejorar el desempeño comercial corporativo mediante el mejoramiento de la calidad y prestar atención a la reducción de costos (Montgomery, 2011).

Desde un punto de vista estadístico, su definición es asociada a la variabilidad del proceso en relación con la variación permitida por el diseño; por lo que es un enfoque disciplinado que se basa en el uso de la estadística para mejorar el desempeño de los negocios, eliminando los defectos que puedan tener los productos, los procesos y en las transiciones de una organización, disminuyendo así el costo de operación y el de productos vendidos, teniendo como consecuencia el incremento de la satisfacción del cliente final (Cantú Delgado, 2011).

La metodología de Seis Sigma, de acuerdo con Cantú (2011), se enfoca al mejoramiento de los procesos de la organización tanto en el diseño como en la calidad del producto o servicio y en su entrega; busca que el producto o servicio se desempeñe de forma consciente, siendo el análisis más profundo y complejo el que ayuda a obtener mejores resultados. La base de dicha metodología se centra en un procedimiento llamado DMAIC el cual constituye un sistema para resolver los problemas, el nombre proviene del proceso de:

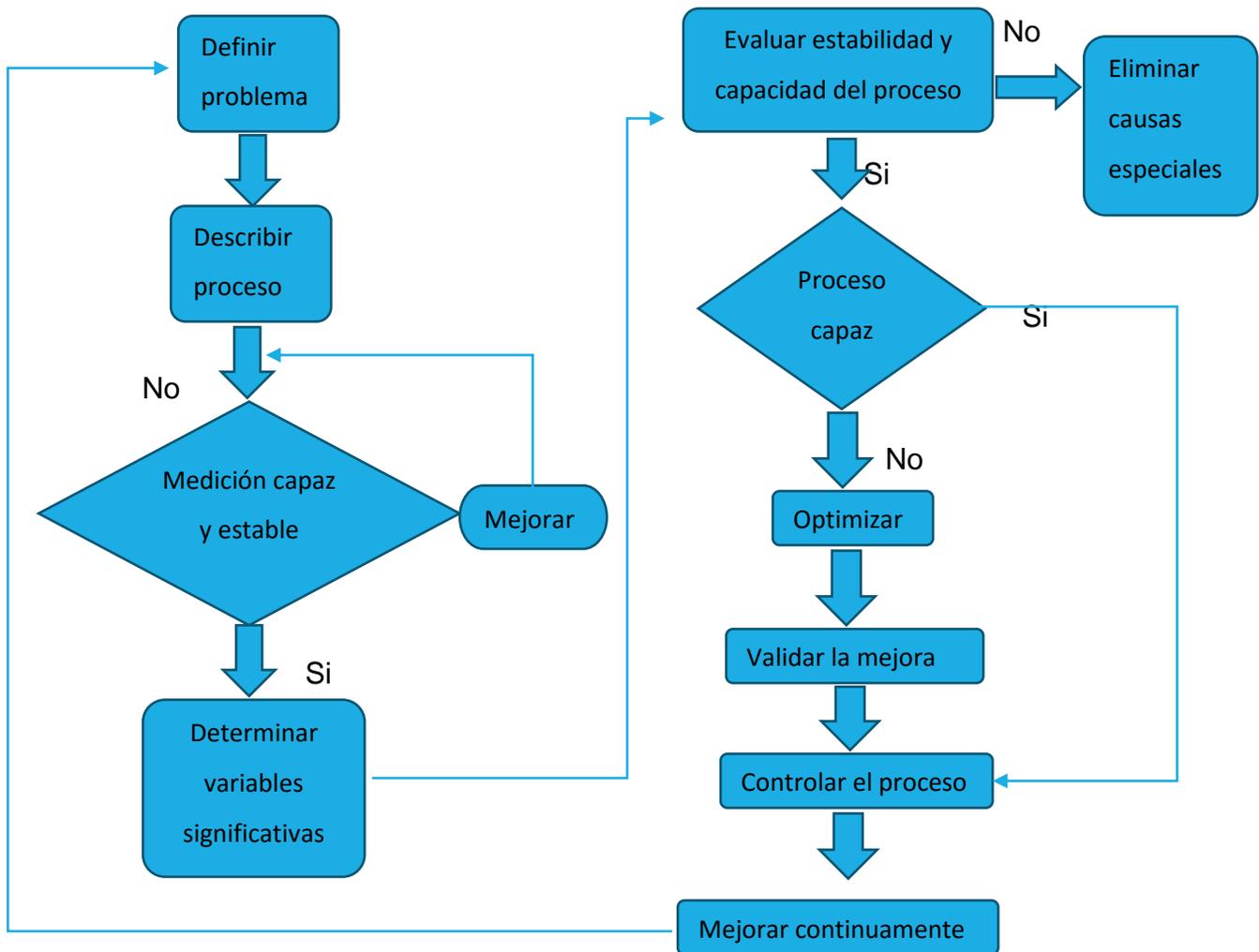
- Definir: se debe definir el problema, detectando las oportunidades de mejoramiento, seleccionando el equipo definiendo un objetivo de manera clara y completa; posteriormente se debe definir el proceso y su análisis en este paso se definen los elementos del proceso, sus pasos, entradas y salidas, así como sus características.
- Medir: los objetivos de medir son la toma de datos para validar y cuantificar el problema o la oportunidad, permitiendo y facilitando la identificación de las causas reales del problema; se debe evaluar la

capacidad y la estabilidad de los sistemas de medición por medio de estudios de repetitividad, reproducibilidad, linealidad y exactitud.

- Analizar: su propósito es evaluar la estabilidad y la capacidad del proceso, determinando la habilidad de este a fin de producir entre especificaciones mediante estudios de capacidad y calculando la fracción actual del proceso; el análisis permite descubrir la causa de origen empleando distintas herramientas de calidad.
- Mejorar: para llevar a cabo esta etapa es necesario que intervengan todos los participantes en el proceso y el despliegue de su capacidad creativa. Implica diseño e implementación, validando la mejora del proceso realizando nuevos estudios de capacidad, una vez validada se debe poner en práctica las nuevas condiciones de operación.
- Controlar: deben ser definidos indicadores que permitan visualizar la evolución del efecto de la mejora en el diseño del proceso; dichos indicadores mostrarán los puntos problemáticos del negocio ayudando a caracterizar, comprender y confirmar los procesos.

El DMAIC (por sus siglas en inglés o DMAMC) es desarrollado de acuerdo a Cantú (2011) de la siguiente forma (figura 16):

Figura 16.- Procedimiento DMAIC



Fuente: elaboración propia con datos extraídos de Cantú (2011).

Las características que comprende el uso de Seis Sigma, según Gutiérrez (2009) son:

1. Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo. Es considerado un programa gerencial que implica un cambio al momento de tomar decisiones y operar, por lo que la estrategia debe ser comprendida y apoyada desde los altos niveles de dirección
2. Seis Sigma se apoya en una estructura que incluye gente de tiempo completo. Para crear un compromiso con esta herramienta de trabajo es necesaria la creación de una estructura directiva que integre a los líderes del negocio, de

proyecto, expertos y facilitadores, otorgando a cada uno de ellos las roles y responsabilidades específicas para las mejoras; los roles que comúnmente se llevan a cabo dentro del programa 6σ (DMAMC o DMAIC) son:

- *Comité directivo para 6σ*: son los encargados de operar la estrategia de implantación, establecen programas de entrenamiento e impulsan 6σ; además validan los ahorros de proyectos e identifican los costos de la mala calidad.
 - *Líder ejecutivo champions*: directivos medios y superiores que establecen los proyectos a desarrollar en 6σ, patrocinando y revisando los proyectos y cuentan con un conocimiento de DMAIC.
 - *Master black belt*: son expertos técnicos que generalmente se dedican de tiempo completo a 6σ, lideran proyectos y apoyan a mantener una cultura de mejora de procesos, son el soporte metodológico y tienen un conocimiento de DMAIC y herramientas estadísticas.
 - *Green belt*: participan y lideran proyectos para atacar problemas de sus áreas, siendo expertos técnicos que se dedican a formar parte parcial de 6σ, conocen DMAIC y herramientas estadísticas de nivel práctico.
 - *Yellow belt*: son los propietarios de los problemas, participantes en los proyectos y tienen un papel crucial en la etapa de control, aportan en la búsqueda de causa y solución, además de la obtención de datos.
3. Entrenamiento. Depende de cada uno de los actores del proceso, la duración del mismo es de entre 120 y 160 horas. Lo conveniente es organizar este entrenamiento en cuatro o cinco semanas no consecutivas de capacitación intensiva relacionada con las cinco fases del proceso DMAIC, las semanas en las que el alumno no se encuentra en capacitación regresa a sus labores cotidianas para aplicar parte de lo aprendido y de esta manera avanza en el desarrollo de un proyecto 6σ.
 4. Acreditación. Para alcanzar una acreditación como actor Seis Sigma no existe un proceso estandarizado, pues implica una nueva forma de trabajar, solucionar problemas, de establecer prioridades y de lograr la satisfacción del cliente.

5. Orientado al cliente y con enfoque a los procesos. Una de las características clave de del Seis Sigma es buscar que todos los procesos se cumplan con los requerimientos del cliente y que los niveles de desempeño a lo largo y a lo ancho de la organización tiendan al nivel de calidad de Seis Sigma; por lo que se debe profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades, por lo que, para poder responder ante ellas es necesario revisar de manera critica los procesos de la organización.
6. Seis Sigma se dirige con datos. Los datos aunados al pensamiento estadístico orientas los esfuerzos implicados para la estrategia 6σ, debido a que son necesarios para la identificación de variables críticas de calidad; aunado a esto, los datos demuestran que un proyecto podrá hacer la diferencia que podrá percibir y sentir el cliente final.
7. Seis Sigma se apoya en una metodología robusta. Es necesaria una metodología que pueda resolver los problemas que los datos nos muestran. En 6σ los proyectos son desarrollados con la metodología de cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAMC).
8. Seis Sigma se apoya en entrenamiento para todos. Se apoya sobre la metodología DMAMC y las herramientas que se le relacionan. La capacitación es dada sobre la base de un proyecto que se desarrolla de manera paralela al entrenamiento, dando un soporte práctico a lo aprendido.
9. Los proyectos realmente generan ahorros o aumento de ventas. Esta es una de las características de los proyectos DMAMC, implicando: la selección de proyectos clave que en realidad atienden sus verdaderas causas, generan soluciones de fondo y duraderas y teniendo un buen sistema para evaluar los logros de los proyectos.
10. El trabajo por Seis Sigma se reconoce. A través del tiempo, la estrategia deber ser diseñada en formas específicas en las que se reconocen los esfuerzos y éxitos de las 6σ.
11. Seis Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, por lo que no desplaza otras iniciativas estratégicas, por el contrario, se integra y la refuerza. Las características de 6σ permiten la adecuación a las estrategias que se han

venido manejando antes de su implementación y fortaleciéndolas, pues es una herramienta poderosa para orientar y alinear los recursos para resolver problemas críticos.

12. Seis Sigma se comunica. Los programas 6σ están fundamentados en un programa intenso de comunicación, generando apoyo, comprensión y compromiso en el interior y exterior de la empresa. Los resultados obtenidos por con 6σ deben ser parte de este programa de comunicación.

Al hablar de calidad se habla de variabilidad, lo cual se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso. Reducir la variación es un objetivo clave del control estadístico y de Seis Sigma; para esto es necesario entender los motivos de la variación; teniendo en cuenta que las “6 M” (materiales, mano de obra, mediciones, medio ambiente, máquinas y métodos) determinan de manera global todo proceso y cada uno aporta algo de variabilidad y de la calidad de salida del proceso (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

La calidad puede ser medida por diversos métodos, como lo es el ciclo de calidad (ciclo PHVA) el cual consiste en cuatro etapas para desarrollar proyectos de mejora, está conformado por la etapa de planear (se desarrolla un plan de manera objetiva y profunda), hacer (probar a pequeña escala), verificar (analizar si se obtuvieron los resultados esperados y su magnitud) y actuar (se actúa en consecuencia a los puntos anteriores) (Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2009).

CAPÍTULO 3: MARCO REFERENCIAL

Como es señalado por Cárcamo *et al* (2010) la industria textil ha jugado un papel esencial dentro de la historia figurando como una de las industrias más antiguas y de mayor relevancia dentro de las actividades críticas de la economía de países en vías de desarrollo. Al ser un aspecto fundamental a lo largo de la vida del hombre, la industria textil tiene un impacto significativo dentro de la industrialización y la economía de un país; así como el aporte que ha generado a la sociedad con la generación de empleos y la remuneración que se otorga por realizar esta actividad económica.

El inicio de la industria textil en México se ha caracterizado por la importación de maquinaria proveniente de países industrializados, según Cárcamo *et al* (2010) para el periodo de 1830 a 1850 la mayoría de la maquinaria era importada de Estados Unidos, Inglaterra y Francia, razón por la cual se encontraban en amplia desventaja ante el mercado global por no tener el conocimiento necesario para el manejo correcto de dicha maquinaria.

La industria textil en México se vio consolidada entre 1850 y 1870, gracias al capitalismo de esta época que propicio la modernización de los talleres textiles; el desarrollo de este sector se dio gracias "...a la protección que otorgó el gobierno al sector al imponer elevados aranceles a la importación de telas y prendas de vestir provenientes del extranjero" Cárcamo (2010).

El presente trabajo de investigación ha sido adecuado a las necesidades e información proporcionada por Tejidos Gaytán S.A. de C.V.; el cual cuenta con un amplio acaparamiento de mercado a nivel nacional, contando con sucursales en Moroleón, Guadalajara, México, La Piedad, León entre otros. Siendo una empresa que cuenta con más de 45 años de experiencia en el ramo textil contando con una variedad de telas para uso industrial, venta de hilos y prendas confeccionadas.

Antecedentes de la empresa

La imagen de la empresa ha sido a lo largo de los años reconocida nacionalmente por su calidad en telas y diversos patrocinios. Se dio de alta en hacienda el 30 de septiembre de 1986, con el nombre de “tejidos Gaytán” de Moroleón S.A. de C.V. Teniendo su primera planta en Moroleón Guanajuato con 17 máquinas circulares de punto para el área de tejido, una máquina de afelpado, una plancha con caldera de 10 HP y contando con un personal de 30 trabajadores, con una capacidad instalada de 40 toneladas mensuales.

El 5 de mayo de 1987 comienza la construcción de la nueva planta en el pueblo de Cuamio, municipio de Cuitzeo, Michoacán. Para 1989 se adquiere la mejor máquina de estampado hasta ese momento, proveniente de España; la cual se instaló en la planta de Cuamio. A su vez en 1995, fue creada la planta de hilo en Yuriria Guanajuato, contando hasta ese momento con 4 máquinas de tricot rectilíneas, 12 máquinas circulares de tejido de punto y contando con una capacidad instalada de 12 toneladas de hilo de algodón.

En 1990 se inicia una nueva fase en la planta de Cuamio, al implementar el área de teñido y acabado de telas, con lo cual se pudo dar un enfoque más amplio de la organización.

El área de confección en la planta de Cuamio fue creada en 1998, contando con 6 máquinas de coser, 2 mesas de corte y 12 trabajadores; para el año de 2001 se puso en marcha una planta en la ciudad de Santa Ana Maya, Michoacán dedicada solamente a la confección de prendas; la cual contaba con 50 máquinas de coser, 3 mesas de corte, estampado, sublimado y diseño de molde por computación.

Tejidos Gaytán ha sido reconocido nacionalmente por ser un patrocinador oficial de clubs deportivos como lo fue el club Atlético de Celaya y el club de las Chivas rayadas del Guadalajara.

Actualmente la planta cuenta con 138 máquinas tejedoras, 2 calderas, 2 calentadores de aceite térmico, 3 máquinas rama, 5 máquinas de cardado, 1 compactadora, 1 plancha, 1 secador, y 2 máquinas abridoras.

Con respecto a las sucursales o puntos de venta, se cuenta con la zona de Moroleón, León, Plaza textil Bedolla, La piedad. A su vez, en el Distrito Federal, Morelia, Guadalajara y San Luis Potosí se encuentran representantes de venta. La planta dedicada a la confección de prendas que se encontraba en Santa Ana Maya fue incorporado a la planta de Cuamio; así como la sucursal de Yuriria fue separada como un corporativo separado de la planta de Cuamio.

La capacidad instalada que se tiene actualmente es de 400 toneladas por mes aproximadamente, debido a que desde hace algunos años ha optado por generar productos más ligeros.

Se entiende que para llevar a cabo el proceso de teñido de una tela se debe llevar a cabo un procedimiento previo al cual se le llama unión de puntas de tela para crear una cuerda, la cual es la unión de varios metros de tela, que dependen completamente de la máquina que teñirá la tela, este procedimiento se realiza para que la tela pueda circular sin mayor problema dentro de las máquinas.

En el mes de mayo de 2016, la empresa se encuentra compitiendo por una licitación para gobierno para la elaboración de las playeras que utilizan los (quienes ayudan a aprender el idioma español en comunidades alejadas) realizando una mezcla especial de fibras al momento de hacer los hilos y el tejido de los mismos para obtener una tela más resistente y suave al tacto, obteniendo así una ventaja ante la competencia.

Actualmente la empresa cuenta con un servicio outsourcing de pruebas de laboratorio específicas para telas teñidas, donde se analizan diversos aspectos que los clientes pidan para sus telas. NYCE Laboratorios, S.C. es el encargado de certificar que la tela cumple con los parámetros de calidad específicos que cada cliente marca para sus pedidos; cabe destacar que el uso de este outsourcing se da solo en los casos que el cliente haga la petición de la certificación. A continuación, se muestran ejemplos

de algunos informes de laboratorio donde puntualizan cada una de las pruebas realizadas, los métodos que se utilizaron para llevar a cabo la prueba, las especificaciones de la norma en la cual se basan, los resultados obtenidos en cada uno de los casos y observaciones que llegarán a surgir.

A su vez, el 9 de diciembre de 2014 la empresa consideró pertinente la evaluación y certificación de calidad de Coca-Cola para la compañía, dando como resultado un campo de mejora encontrado por los especialistas de Coca-Cola de 45 puntos de enfoque con amplia posibilidad de ser corregidos, entre los principales se encontró la falta de alarmas contra incendios, alumbrado de emergencia, capacitación de los obreros en materia de primeros auxilios, realización de simulacros contra incendios, duchas de emergencia para área de materiales peligrosos, estudio de contaminación de medio ambiente, programa de mantenimiento de maquinaria, estudio de riesgos potenciales de sustancias químicas, procedimientos para el bloqueo de energía.

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA CIENTÍFICA

La investigación implica el análisis e incorporación de aspectos concernientes al área de gestión empresarial como lo sería la investigación de campo para estimar la calidad dentro de las organizaciones muestra, se usará el sistema de instrumentación mediante el método de muestreo aleatorio simple, así como la técnica de encuesta para recolectar información de orden cuantitativa que permita conocer las fases de calidad en las que se encuentran las empresas. Así como la comparación de las cualidades de empresas con una cultura de calidad total en contraste con las muestras que se tiene.

El procesamiento de la información recolectada se hará mediante el programa estadístico SPSS, utilizando esta herramienta, se obtendrán análisis más precisos de los datos recopilando en el estudio de campo.

Hipótesis	Variables por hipótesis	Indicador	Método	Técnica	Instrumento
1.- Se puede detectar y corregir las variables que afectan la calidad dentro de la empresa	<p>Variable dependiente: Calidad de la producción</p> <p>Variables independientes: Problemas que afectan la calidad</p>	<p>Estándares establecidos por la empresa tejidos Gaytán, estándares establecidos por las necesidades específicas de sus clientes.</p> <p>Cambios de proveedor, reprocesos generados por causa humana, reprocesos generados por maquinaria y equipo, reprocesos provocados por tela.</p>	Registro censal	Concentración de información	Cuadro de concentración

<p>2.- De los sistemas de control de calidad que funcionan en la empresa, el sistema poka-yoke tiene una falla, no imputable al sistema pero que puede ser corregido.</p>	<p>Variable dependiente: Sistema poka-yoke</p> <p>Variable independiente: Fallas no imputables al sistema poka-yoke</p>	<p>Nivel de eficiencia del sistema poka-yoke</p> <p>Flujo de información del sistema, mala ejecución del mismo, falta de capacitación de los trabajadores, falta de sistema de inventario establecido</p>	<p>Registro censal</p>	<p>Concentración de información</p>	<p>Cuadro de concentración</p>
<p>3.- Un modelo de negocios que incremente la acción de calidad dentro de la empresa hará más fuerte a la misma y creará una ventaja competitiva mayor.</p>	<p>Variable dependiente: Modelo de negocios</p> <p>Variables independientes: Ventaja competitiva</p>	<p>Sistemas de calidad, estrategias organizacionales, estrategias comerciales</p> <p>Expansión de mercado, aumento de ventas, aumento de clientes, mejora de calidad, licitaciones, contratos, fidelización de clientes</p>	<p>Síntesis</p>	<p>Concentración de información cualitativa y cuantitativa</p>	<p>Diagrama</p>

CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Introducción

Dentro de la empresa Tejidos Gaytán se encontró un punto clave para el mejoramiento de la calidad de sus productos y obtener de esta manera un mayor alcance del mercado y una ventaja ante la competencia nacional, el punto de partida de esta investigación ha sido el departamento de tintorería y acabado de las telas teñidas. En este departamento se engloban diversas áreas que influyen drásticamente en el resultado final de la producción, afectando seriamente a la calidad si no se les presta la atención necesaria; como es el caso del área de tintorería, la cual es un procedimiento de atención especial debido al alto impacto que tiene en los procesos posteriores por el drástico cambio que sufre la producción y el alto costo que representa para la empresa un error en este procedimiento.

Las áreas en las que se llevó a cabo la medición de calidad fueron: plegado, costuras, tintorería, compactado, cardado, termo fijado, empaquetado, control de calidad de producto terminado. Además de dar un seguimiento del recorrido de los cartones y la utilidad – uso que se les da, si su funcionamiento permite que se detecten fallas relacionadas con la calidad y su correcto llenado.

Con la ayuda del control estadístico de procesos (SPC) se pudo llegar a determinar las características de calidad dentro de las etapas de producción de tela; se optó por esta herramienta de calidad dada la utilidad para resolver problemas disminuyendo su variabilidad y mejorando la capacidad y estabilidad de los datos que se obtienen con el uso de la misma. Las herramientas que fungieron como la base del desarrollo de la investigación son: diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, hojas de comprobación, diagrama de flujo de procesos, diagrama de dispersión, histogramas, graficas de control.

Dado que la empresa ya implementa parte de la administración de calidad total (TQM) se ha sugerido reforzar dicha administración con un programa de incentivos a los trabajadores haciendo conciencia en el cliente como centro de atención y los

procesos dirigidos a una mejora continua, ampliando la cultura laborar participativa con el fin de generar una lluvia de ideas entre todos los niveles organizacionales.

Además, dentro de la organización se encontraron procedimientos de manufactura esbelta dirigidos a la reducción de costos de materiales y métodos con el fin de mejorar las condiciones de trabajo que actualmente se realizan; tal es el caso del cambio de tubos de cartón para los rollos de producto terminado, donde se optó por un material más pequeño y de menor costo pero con una resistencia mayor; con lo cual se ha mejorado también la utilización de espacios en esta área en específico, dado que cabe más material en un mismo lugar. Otra mejora encaminada a la manufactura esbelta es la aplicación de sustancias químicas dentro del proceso de teñido en un nivel más alto de temperatura, sin esperar a llegar a la temperatura indicada, comprobando que se puede llegar a realizar esta acción en determinados productos con el fin de reducir tiempos de producción de hasta 15 minutos obteniendo la misma calidad que si se lleva a cabo el procedimiento de manera tradicional.

1) H₁: Se puede detectar y corregir las variables que afectan la calidad dentro de la empresa

Las principales variables detectadas dentro del proceso productivo en el área de tintorería son señaladas en el siguiente cronograma (figura 17), ponderando el tiempo en que se llevarán a cabo cada una de acuerdo con el nivel de importancia según observación en campo (2016):

Figura 17.- Cronograma de problemas detectados en el área de tintorería

Problema	Observaciones	Tiempo para resolverlos	Ponderación de tiempo aproximado
Etiquetas en puntas de tela	El pegamento de la etiqueta no permite coser las puntas adecuadamente ya que hace que al pasar las máquinas por donde se encuentra el pegamento la máquina se barre y se arruga la tela por lo cual la	Corto plazo	1 mes 18 de abril de 2016

	punta se cose de forma errónea.		
Guía no marcada en tela	Al no venir marcada en las puntas de las telas la guía que indica donde cortar para abrir la tela es difícil para el operador, además de generar tiempo muerto al buscar la guía por donde debe ser abierta la tela.	Corto a mediano plazo	1 mes 18 de abril de 2016
Rollos abiertos no son marcados en el cartón	Al momento de coser los rollos abiertos los trabajadores no se dan cuenta de que en el lote existen rollos abiertos y nos los cosen por un mismo lado, generando tiempos muertos al momento de abrir la tela pues deben girar la tela para abrir por los orificios que ya tiene la tela.	Corto plazo	6 meses 18 de septiembre de 2016
Tela en calcetín	Al almacenar la tela de esta forma se genera una tensión en las fibras de la tela, lo que provoca que al momento de hacer coincidir las puntas para unir las unas estén más grandes que otras.	Corto plazo	6 meses 18 de septiembre de 2016
Estandarización de formulas	Al hacer una sustitución en la fórmula con algún producto, no es cambiado en la fórmula que viaja con el cartón lo que puede llegar a generar confusión en los operarios de las máquinas.	Mediano a largo plazo	12 meses 18 de abril de 2017
Capacitación de personal de área de tintorería	Los operadores y supervisores de tintorería llegan a tener problemas en los procedimientos que llevan a cabo, lo cual genera reprocesos que pueden prevenirse, un conocimiento más amplio de las labores que se llevan a cabo en laboratorio puede darle un enfoque diferente para realizar su trabajo y conocer claramente cada una de las sustancias y procedimientos que realizan, las consecuencias de un mal procedimiento a una escala	Mediano a largo plazo	12 meses 18 de marzo de 2017

	menor y menos costosa y la importancia de realizar su trabajo correctamente.		
Base de datos con materiales existentes en el área de tintorería	Una forma de hacer más eficiente el trabajo dentro del proceso productivo es tener la información actualizada en cualquier momento, la base de datos para área de tintorería contendrá los materiales existentes de color y sustancias; a la cual podrán acceder el personal de laboratorio, formulación y compras.	Corto a mediano plazo	3 meses 18 de junio de 2016
Base de datos de los problemas (reprocesos) más frecuentes en cada una de las áreas	Al tener la información de los problemas más frecuentes dentro de tintorería se podrá diagnosticar con mayor certeza las causas de dichos problemas para poder corregirlas y prevenir nuevos casos.	Corto a mediano plazo	3 meses 18 de junio de 2016
Formatos con información adicional	Es necesario un formato con reprocesos detectados en puntos específicos de la cadena productiva.	Corto plazo	1 mes 18 de abril de 2016
Cartones no firmados correctamente	La información recabada dentro del cartón es indispensable para el flujo de información correcta y certera con el fin de hacer más eficiente la producción del área.	Corto plazo	1 mes 18 de abril de 2016
Habilidades detectadas por supervisores de área	Es importante conocer al personal que tiene un potencial para subir de puesto dentro de su área, esto con el fin de tener a personal con las habilidades específicas que requieren los diversos puestos de trabajo; los supervisores tienen un conocimiento de las habilidades de los trabajadores a su cargo, lo cual ayudaría a tomar decisiones de esta índole.	Corto a mediano plazo	12 meses 18 de marzo de 2017
Fidelidad a la empresa	Existe poca fidelidad de los trabajadores hacia la empresa, por lo que su sentido	Mediano a largo plazo	Tiempo indefinido

	de pertenencia no se encuentra consolidado y con lo cual se ve afectado el trabajo que llevan a cabo.		
Uso de anti espuma en máquinas	Los procedimientos que no llevan esta sustancia generan una incertidumbre en los operarios de las máquinas debido a que llevan a cabo su trabajo sin observar el comportamiento de las cuerdas a causa del exceso de espuma, lo que llega a generar diversos reprocesos de las telas.	Mediano plazo	6 meses 18 de septiembre de 2016
Protocolo para decidir un reproceso	Tener una guía con pasos específicos que pueda ayudar a los trabajadores a decidir si se requiere un reproceso o puede seguir el proceso productivo, con el fin de evitar la acumulación de reprocesos en el área de control de calidad que pudieron ser detectados desde tintorería.	Mediano plazo	3 meses 18 de junio de 2016
Turnos trabajando por kilogramos no por pedidos y calidad	Al cambiar la mentalidad de los trabajadores ante la producción en su área se pueden evitar reprocesamientos por errores comunes, incentivar a los trabajadores para que cambien su perspectiva de la producción puede generar un cambio sustancial en el producto terminado, puede ser manejado por metas y bonos al turno que logre cumplir y superar la meta planteada de producto terminado con calidad y sin reprocesos correctivos.	Mediano a largo plazo	Indefinido
Control de calidad recibe todos los problemas	Los problemas de calidad pueden ser detectados a lo largo de la cadena productiva, pero es control de calidad quien recibe un 90% aproximadamente de casos de reproceso que pudieron ser corregidos en procedimientos anteriores.	Corto plazo	4 meses 18 de julio de 2016

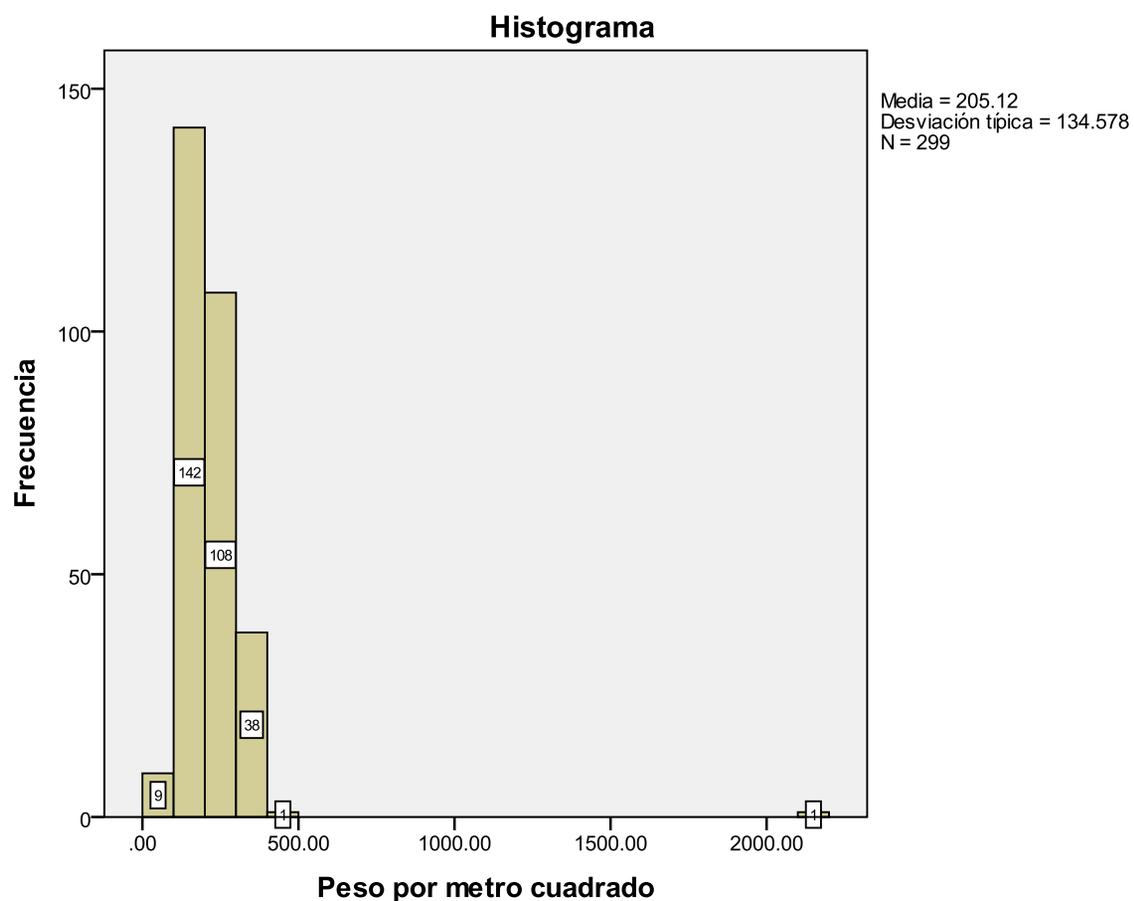
<p>Llenado inadecuado de los formatos ya existentes</p>	<p>La serie de formatos que se manejan hasta el momento no son llenados por completo, la información que puntualiza cada formato es de vital importancia para la mejora de la calidad y la detección de patrones que permiten la incidencia de reprocesos.</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>1 mes 18 de junio de 2016</p>
--	--	--------------------	--------------------------------------

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la observación de campo (2016).

A cada una de las observaciones realizadas se les dio un periodo de mejora aproximado, donde se pretende corregir el problema presentado en el cronograma anterior, dando orden de importancia a los problemas que generan un mayor costo para la empresa.

Otro problema que ha podido ser detectado en el proceso de producción es el referente al peso por metro cuadrado de la tela producida; ya que como se observa en las siguientes 2 gráficas, no sigue una distribución normal, y su desviación estándar casi iguala el valor de la media.

Figura 18.- Histograma de peso por metro cuadrado de tela



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la observación de campo (2016).

Como los valores de la significancia son menores a 0.05 no se puede considerar que la variable "peso por metro cuadrado de tela" siga una distribución normal, por lo que Textiles Gaytán está produciendo tela con demasiado peso, según el histograma, lo que hace que se encuentre por arriba del promedio, por lo cual en el mediano plazo es un problema en el cual la empresa debería reparar; y nuevamente, esto se traduce en un costo para la empresa, el cual no se ve reflejado en su precio final por lo que la empresa está incurriendo en una pérdida.

Figura 19.- Prueba de normalidad para variable "peso por metro cuadrado de tela"

Pruebas de normalidad

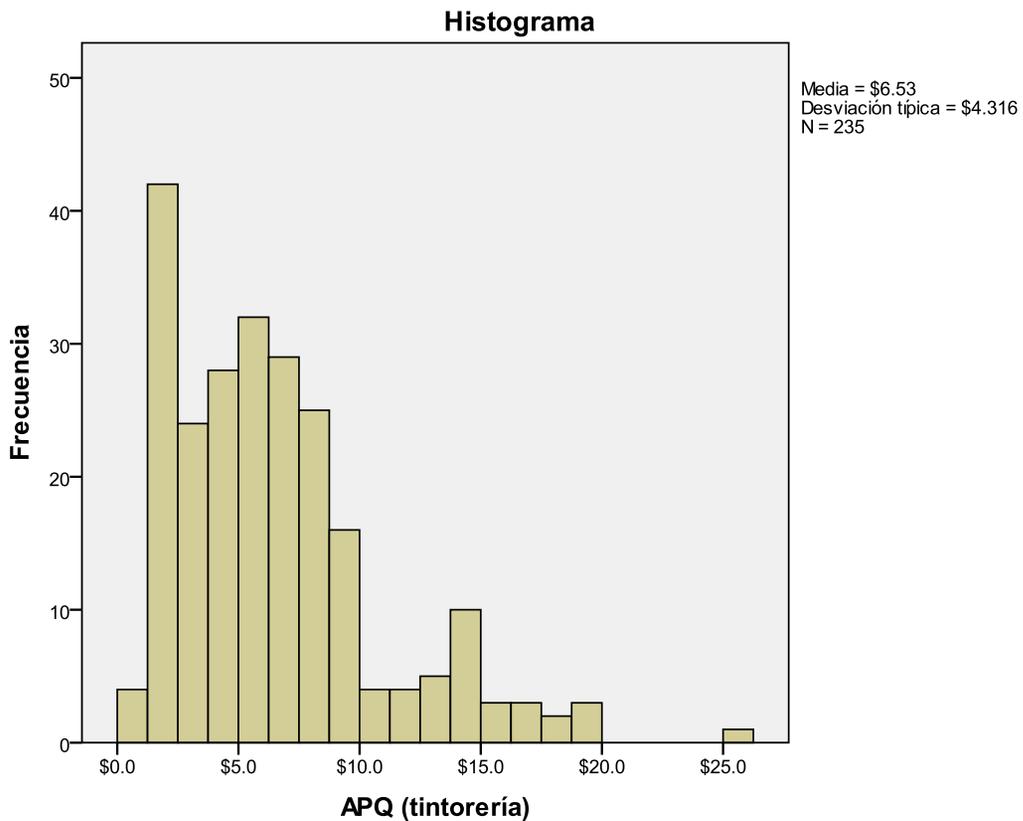
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso por metro cuadrado	.201	299	.000	.482	299	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la observación de campo (2016).

Como se observa en los siguientes 2 gráficos, sucede lo mismo con el precio de la fórmula para teñir la tela, al seguir una distribución normal según los principios del estadístico; sin embargo, ello es algo perfectamente entendible, dado el tipo de tela y color que se va aplicar a la misma.

Figura 20.- Histograma de la variable "Precio de la Fórmula"



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la observación de campo (2016).

Figura 21.- Prueba de normalidad para la variable "Precio de la Fórmula"

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
APQ (tintorería)	.119	235	.000	.907	235	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la observación de campo (2016).

2) H₂: De los sistemas de control de calidad que funcionan en la empresa, el sistema poka-yoke tiene una falla, no imputable al sistema pero que puede ser corregido

La aplicación incorrecta del sistema poka-yoke dentro de las primeras fases de producción ha provocado una serie de problemas a lo largo de la cadena productiva, dando como resultado un costo mayor de reprocesos dentro de la organización.

Los factores principales que han contribuido a que se susciten estos problemas son:

- El mal loteo de las telas en crudo
- La nula identificación de las telas en su etiqueta
- El acomodo incorrecto de las telas dentro de sus estantes
- El descuido de los operadores para llevar las telas a plegar
- La falta de interés de todos los operadores que intervienen dentro del proceso productivo para detener las telas incorrectas
- La identificación incorrecta de la tela en el cartón de pedido
- La mala aplicación de un sistema de inventario que les permita determinar el orden de salida de la tela.

Al no tener un control dentro del sistema poka-yoke que se maneja hasta el momento, no pueden detectar las mejoras y los errores que surgen al tenerlo en marcha. Aunado a esto, no existe un sistema de retroalimentación que permita determinar un patrón de errores dentro del sistema, por lo cual no se puede medir de

forma clara y concisa el funcionamiento del sistema poka-yoke (Fuente: Investigación de campo, 2016).

Figura 22.- Fotografía de Poka-Yoke de almacén de tela en crudo



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

La tela se encuentra dividida en pasillos por orden alfabético dependiendo del tipo de tela.

Figura 23.- Sistema Poka-Yoke en almacén en crudo

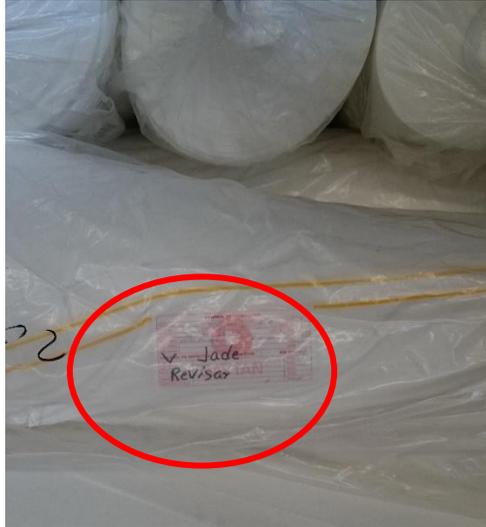


Fuente: información obtenida en campo, 2016.

En cada pasillo se encuentran dentro de estantes las telas correspondientes, ordenadas de acuerdo a fecha de llegada y lote para una mejor identificación. En la

imagen de la figura 23, se puede ver claramente el acomodo de una tela mundialista en su espacio correspondiente.

Figura 24.- Problema que afecta la calidad del teñido de la tela



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

En la figura 24, se puede observar un problema detectado dentro de la investigación, pues al pegar las etiquetas en la punta de la tela provocan que se derrape la máquina que cose dichas puntas y esto genera una pérdida de aproximadamente 2 metros cuadrados de tela mal teñida por cada punta mal adherida al momento de formar las cuerdas para las máquinas de teñido.

Figura 25.- Mejora propuesta



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

La propuesta de mejora se llevó a cabo a partir del mes de junio de 2016, evitando pegar las etiquetas en las puntas de las telas para evitar el barrido de la máquina que cose a causa del pegamento de la misma.

Figura 26 y Figura 27 .- Ejemplo de falla en Poka-Yoke de almacén de tela en crudo



TEJIDOS GAYTAN DE MORELEÓN

CONTROL

16-1771

7-MAY-16

Rafael Ortega

Rojo

63

Nº	KILO	M	FILAS	DEFECTOS	Nº	KILO	RECORRIDO (M/100)	KILO	RECORRIDO (M/100)
2570	91.30	26.75							
2580	79.86	18.15	411						
2620	143.18	22.54	411						
2533	121.22	27.59	444						
2550	118.36	26.90							
2570	89.32	20.30							
2513	105.82	24.05							
2566	110.88	25.20							
2710	115.72	26.30							
2570	115.06	26.15							
2435	107.36	24.40							
2500	132.50	31.25							
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									
98									
99									
100									
TOTAL	301.2	13							
	4								

Desmontar

301.2 vs 4 rollos

Fuente: Información obtenida en campo, 2016.

En la figura 26 y 27 se observa un serio problema ocasionado por un mal manejo del sistema poka-yoke, donde se tiene una tela en crudo con hilo pre-teñido, donde el cartón (figura 27) especifica tela con raya beige para teñir a rojo y quedar como la muestra superior derecha de la imagen de la figura 27, por equivocación toman tela con raya roja y lo tiñen a rojo y queda como se muestra en la parte inferior de la imagen de la figura 26, dado este suceso y que paso por diversas manos antes de ser teñido se puede concluir el poco interés de los operarios ante el trabajo que realizan. Este problema llevo a un desmonte de color para volver a teñir y convertir la tela en azul marino con línea roja.

Sin embargo, la empresa utiliza el sistema poka-yoke en otro punto de la cadena productiva sin percatarse del importante impacto que se genera con este procedimiento. El sistema es utilizado en la elaboración de las formulas, dónde se guía a los operadores mediante una hoja que es anexada a el cartón de la tela, paso a paso la ruta que tendrá que seguir a lo largo de su proceso, puntualizando específicamente las máquinas que se deberán utilizar, el volumen de agua correcto para el peso de la tela, los productos a utilizar y el orden en que se incorporarán a la máquina, así como los tiempos de espera, las pruebas de calidad correspondientes en ciertos procedimientos y el chequeo de P_H anexando una línea para su llenado.

Cabe destacar que, en este segundo sistema encontrado en la empresa, también existe una falla de carácter crítico, dada la importancia de seguir paso a paso el procedimiento mostrado en la hoja que se anexa y la simplicidad con la que se manejan los pasos los operarios aún tienen problemas para llevar a cabo todas las operaciones marcadas en la hoja, con particular enfoque en la adición de las sustancias correctamente y los procedimientos mientras la tela se encuentra en las máquinas de teñido.

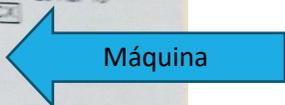
El problema principal de este segundo poka-yoke es la falta de atención de los involucrados en el proceso de teñido ante las sustancias manejadas, dividiéndose en dos puntos esenciales:

- A nivel cocina de químicos:
 - Un mal pesaje de los productos a utilizar puede alterar sustancialmente el resultado final, lo cual conlleva a la utilización de más sustancias y productos para corregir el error cometido.
 - Equivocar las sustancias utilizadas dentro de la formula, en específico colores, puede generar un resultado parecido al punto anteriormente mencionado. Dado que, cada color tiene una característica específica que otorga ciertas particularidades a la tela, que van desde darle opacidad al tono final o luminosidad.
- A nivel área de tintorería:
 - No seguir al pie de la letra las indicaciones que se marcan en la formula, puede llegar a ocasionar un reproceso preventivo e incluso correctivo de la tela al desviarse de su tono estándar por la falta de precaución de los operadores con respecto a la implementación de la formula.
 - Al no puntualizar el PH que se obtiene en cada uno de los procedimientos marcados, se genera cierta incertidumbre de el correcto funcionamiento de la formula, con lo cual al momento de un reproceso no se puede comprobar de manera física que se ha llevado a cabo el procedimiento al 100%.
 - La revisión de calidad al terminar el proceso de teñido de la tela concluye con la muestra de laboratorio, cuando debe concluir con la muestra recién salida de la máquina de teñido en contraste con la prueba de calidad que se realizó en laboratorio.

Figura 28.- Ejemplo de Poka-Yoke en el formato de formulas

TEÑIDO DE TELAS DE POLIESTER 100%

LOTE: 16-1605 TELA: HOLANDA COLOR: AMARETO P 16-0923 TCK FECHA: 29-Abr-16
 VOLUMEN DE AGUA: 3500 LITROS

G-1  **Máquina**

RUTA 5 PLEGADOR COSTURA JET CORTADORA BRUCKNER
 PESO DE TELA: 358.1 KGS

1 G/L OVADET CITROVA 3.500 KGS
 SUBIR TEMP A 60°C A 2°C POR MIN Y MANTENER 20 MIN DAR ENJUAGUE POR DERRAME DE 10 MIN

SUBIR TEMP A 50°C A 2°C POR MIN Y ADICIONAR PRODUCTOS

1 G/L ACIDO ACETICO 3.500 KGS. Ph= 4.5 - 5
 1.5 G/L AVCO LEVERLER NTO 5.250 KGS.
 1 G/L JECEPAL HF ECO 3.500 KGS. CHECAR Ph= _____
 1 G/L AVCO POLIQUEST 1960 3.500 KGS. DUREZA + - 80°
 0.2 G/L AVCO NAV SR-300 700 GRAMOS
 ADICIONAR POR SEPARADO EL AVCO CAR NTO
 0.5 G/L AVCO CAR NTO 1.750 KGS

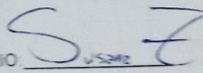
SUBIR TEMP 60°C Y ADICIONAR COLOR

0.076 AMARILLO DISPERSO S-4G 200% 272 GRAMOS
0.02225 ROJO DISPERSO 167 200% 80 GRAMOS
0.0125 AZUL DISPERSO 79 220% 45 GRAMOS

CIRCULAR 10 MIN
 SUBIR TEMP 135°C A 1.5°C POR MINUTO Y MANTENER 60 MINUTOS
 BAJAR TEMP A 80°C A 2°C POR MINUTO. CORTAR MUESTRA. SI ES OK. DAR BAÑO REDUCTIVO

ADICIONAR EN AGUA DE DESCARGA Ph= 6
 0.25 G/L ACIDO CITRICO 875 GRAMOS CHECAR Ph= _____
 ADICIONAR EN AGUA DE DESCARGA

	FECHA	HORA	COSTO DE FORMULA
ENTREGA A FORMULACION	Abril 29, 2016	12:00:00	\$2.77
FORMULACION	Abril 29, 2016	12:41:00	
ENTREGA A PRODUCCION	Abril 29, 2016		COSTO DE COLOR
SALIDA DE ALMACEN			\$0.18
EMPAcado			
LIBERACION DE PROD. TERMINADO			

AUTORIZACION LABORATORIO 

Fuente: información obtenida en campo, 2016.

En el formato de la formula, figura 28, se especifica claramente el tipo de fibra a teñir, el lote, la tela, el color a teñirse, el volumen de agua necesario, la maquina donde se llevará a cabo el proceso, la ruta que debe efectuar la tela y el procedimiento con las pausas y mediciones necesarias para asegurar la calidad del teñido según el proceso que se llevó a cabo dentro de laboratorio anteriormente. Este formato contiene la firma de quien se encargó de formular y la firma del jefe de laboratorio quién revisa que los pasos y la formula estén correctos. El principal

problema con este sistema es que los operarios confunden los gramos y kilogramos adhiriendo mayor o menos cantidad de producto requerido y el no revisar los productos que se entregan de cocina de color antes de agregarlos a la máquina para corroborar con la fórmula que sean los correctos.

3) H₃: Un modelo de negocios que incremente la acción de calidad dentro de la empresa creará una ventaja competitiva mayor

Dentro de la empresa se tiene un concepto de calidad erróneo, donde la mayoría de los integrantes del área de tintorería aseguran que la calidad pertenece y es responsabilidad del control de calidad que se encuentra en la última etapa del proceso, donde se llevan a cabo pruebas relacionadas con características que debe cumplir la tela para ser liberada. Sin embargo, no consideran que la calidad dentro de todo el proceso de teñido y matices de telas es nula, lo que ha tenido serias consecuencias dentro del proceso productivo, dentro de las cuales se encuentra:

- Reprocesos de telas fuera de tono estándar con el que deben ser liberadas.

Dichos reprocesos se pueden clasificar en dos vertientes: reprocesos preventivos los cuales se dan dentro de las máquinas que llevan a cabo el proceso de teñido de telas; y reprocesos correctivos los cuales son ejecutados cuando la tela ya ha recibido tratamientos posteriores al teñido y debe regresar a la máquina correspondiente para hacer algún tipo de ajuste para que el tono se encuentre dentro del estándar de calidad.

- Intercambio de telas y teñido incorrecto de las mismas.

Al no funcionar adecuadamente el sistema poka-yoke que se utiliza en el área de tela en crudo, los operadores llegan a confundir los lotes de las telas e inclusive el tipo de tela que deben ser llevado a teñir, lo que ocasiona una enorme pérdida de tiempo y dinero para la empresa.

La inexistencia de un sistema preventivo de errores en área de tintorería al momento de llegar nueva tela para ser plegada trae como consecuencia que este tipo de problemas lleguen a presentar un patrón regular, que puede ser evitado con facilidad desde los primeros procesos productivos, incluso antes de ser sometida la tela a cualquier tratamiento dentro de la máquina que deberá teñirla. Para prevenir estos errores deben realizarse las firmas correspondientes dentro del cartón para asegurar que la tela y las condiciones de la misma son las indicadas en el mismo, estos filtros de revisión se encuentran dentro del área de plegado, tejido de puntas y tintorería.

- Falta de revisión de las características que debe cumplir la tela antes de salir de la máquina.

Las pruebas de calidad que se llevan a cabo a nivel laboratorio dan una certeza de cómo podrá comportarse la tela con el proceso de enjabonado y la solidez que tendrá la tela al salir de la máquina, pero no se asegura que toda la tela se comporte la misma manera.

- Poco control de calidad posterior a la salida de la tela recién teñida.

Debido a que se tiene un control de calidad para determinar el comportamiento de la tela antes de seguir su proceso productivo, al seguir la cadena de producción los operarios no se percatan de posibles fallas, y de llegar a detectarlas en un 90% de los casos no se trasmite la información a los supervisores.

Dentro de la empresa, se encontró una alta resistencia al cambio por parte de los trabajadores, por lo cual se optó por comenzar con estrategias de calidad basadas en el trabajo en equipo y la unión del grupo de trabajo mediante una competencia sana y con enfoque claro hacia una meta específica, la cual fue la disminución de reprocesos preventivos y correctivos causadas por factor humano.

Se realizó un formato de reproceso para puntos específicos de la línea productiva, donde a cada uno se les dio ciertos criterios esenciales para determinar cuántas detecciones existen durante la transición de las telas con malas condiciones, la función principal fue concientizar a los operadores del área de los problemas que se generan debido a los procedimientos llevados a cabo de manera incorrecta e informar a

las demás áreas involucradas sobre los problemas de calidad presentados a lo largo del día. A continuación, se hace referencia de cada uno de los formatos (encontrados en la sección de anexos) y se describe su función principal:

- Rama Bruckner: dada la importancia de este procedimiento y lo crítica que se vuelve esta parte del proceso productivo, al tener un riesgo de cambiar la tonalidad, tacto o ancho de la tela si no se aplican las condiciones idóneas de pase, se generó un formato de productos terminados en esta área con defectos de calidad con el fin de determinar las causas principales de la incidencia de problemas generados en esta área.
- Producto terminado en compactadora: al ser el punto final de la tela en terminado tubular, es necesario llevar un registro de los problemas presentados en esta zona para determinar las acciones correctivas necesarias a lo largo de la cadena productiva; además de la detección de patrones de problemas referentes a esta gama de productos.
- Área de tintorería: siendo la clave de la transformación del producto, es de suma importancia controlar y corroborar los procedimientos llevados a cabo hasta el momento en el área de trabajo para llegar a estandarizar procedimientos de teñido de fibras; para esto es necesaria la recolecta de información precisa para poder dar seguimiento y descartar las actividades que no llegan a generar un valor agregado al producto final. Además de llevar un registro de los reprocesos generados en esta sección como manera preventiva para el resto del proceso productivo.

Cabe mencionar que esta iniciativa de mejora y recolecta de información fue severamente manipulada dada la situación de la resistencia al cambio por la cual pasa la empresa, por lo cual se decidió recolectar dicha información por otros medios ya existentes en la empresa, siendo no tan confiables por la informalidad con la que son llevados hasta el momento.

Para determinar las causas principales que generan reprocesos dentro del área de tintorería se llevó a cabo un diagrama de Ishikawa (figura 29) con el método tipo flujo de proceso para determinar las variables que llegan a afectar cada procedimiento

realizado al momento de teñir la tela. El diagrama se basó en 4 factores principales que llegan a afectar la calidad de teñido:

- Materiales: todo tipo de materiales y sustancias que se utilizan en el proceso de teñido y que llegan a tener un impacto en la calidad si no se les considera como un factor altamente influyente.
 - Combinación de proveedores: al combinar las familias de colorantes en una misma fórmula llega a generar problemas de reacciones ante diversos colorantes que afectan el color de la tela teñida, por lo cual deben ser reformulados los colores cada que existe un cambio de proveedor que se combinara con otra familia de colorantes. Ante esta situación el área de laboratorio realiza constantemente chequeos de color que posteriormente se utilizarán en planta y se comparan con el historial que ya se tiene del mismo colorante con lotes anteriores determinando de esta manera si es necesario un ajuste a la formula o puede seguir operando con normalidad.
 - Reacción de colorantes ante sustancias: si se llega a incorporar las sustancias en un orden diferente al marcado en la formula los colorantes reaccionan dejando manchas en la tela o no se fijan adecuadamente, con lo que se provoca una desviación del color estándar lo cual provoca un reproceso preventivo si se llega a detectar a tiempo o incluso un reproceso correctivo cuando ya se ha terminado el proceso de teñido de la tela.
 - Mala sustitución de materiales: Al cambiar un material por otro que no cumple con la misma función o necesita un auxiliar para funcionar igual se llega a ver afectada la calidad dentro del proceso productivo si no se hace la correcta sustitución del mismo.
 - Porcentajes erróneos de materiales: el adherir más de una sustancia o menos se afecta el tono final de la tela que en algunos casos no llega a notarse hasta que la tela termino el proceso productivo y se genera un reproceso por este factor, el cual es

considerado uno de los principales, y se debe tener una especial atención en el mismo.

- Maquinaria: otra variable primordial que llega a afectar seriamente la calidad del teñido si no se lleva a cabo el procedimiento adecuado de limpieza, programación y cuidado de la misma para sus óptimas condiciones.
 - Mantenimiento: al dar un mantenimiento solamente correctivo de la maquinaria utilizada se genera una serie de problemas prevenibles que afectan de manera significativa la producción, causas como los atorones en maquina por falta de lubricación o sistemas que llegan a tener fallas y no se detectan a tiempo son algunos de los principales problemas de este tipo de mantenimiento.
 - Tipo de programación: existen mejoras dentro del proceso que aún no se han incorporado dentro de la programación del ciclo de teñido y que hasta el momento se siguen realizando de forma manual.
 - Atorón de tela en máquina: se da cuando la cuerda de tela deja de circular en la máquina, lo que genera un paro de la misma y un reproceso por causa de las manchas que se generan al tener la tela sin movimiento circular.
 - Cantidad de metros de tela: si se llega a exceder la longitud máxima de la cuerda para cada máquina es seguro que se generará un atorón por enredo de la misma en el fondo de las máquinas.
- Mano de obra: factor decisivo y que llega a influir drásticamente en el resultado final, pero con gran desventaja al no generar conocimiento de lo que realizan a diario y en algunos casos, no saber que sustancias manejan, su función y el cuidado que se debe tener para el correcto manejo de las mismas.
 - Realización incorrecta de pruebas de calidad: la tela al estar en máquina debe ser constantemente vigilada por los operadores para

asegurar que todo el procedimiento se llevó a cabo de manera correcta sin ninguna falla, de ser así se pueden aminorar los reprocesos causados por descuido de los operarios.

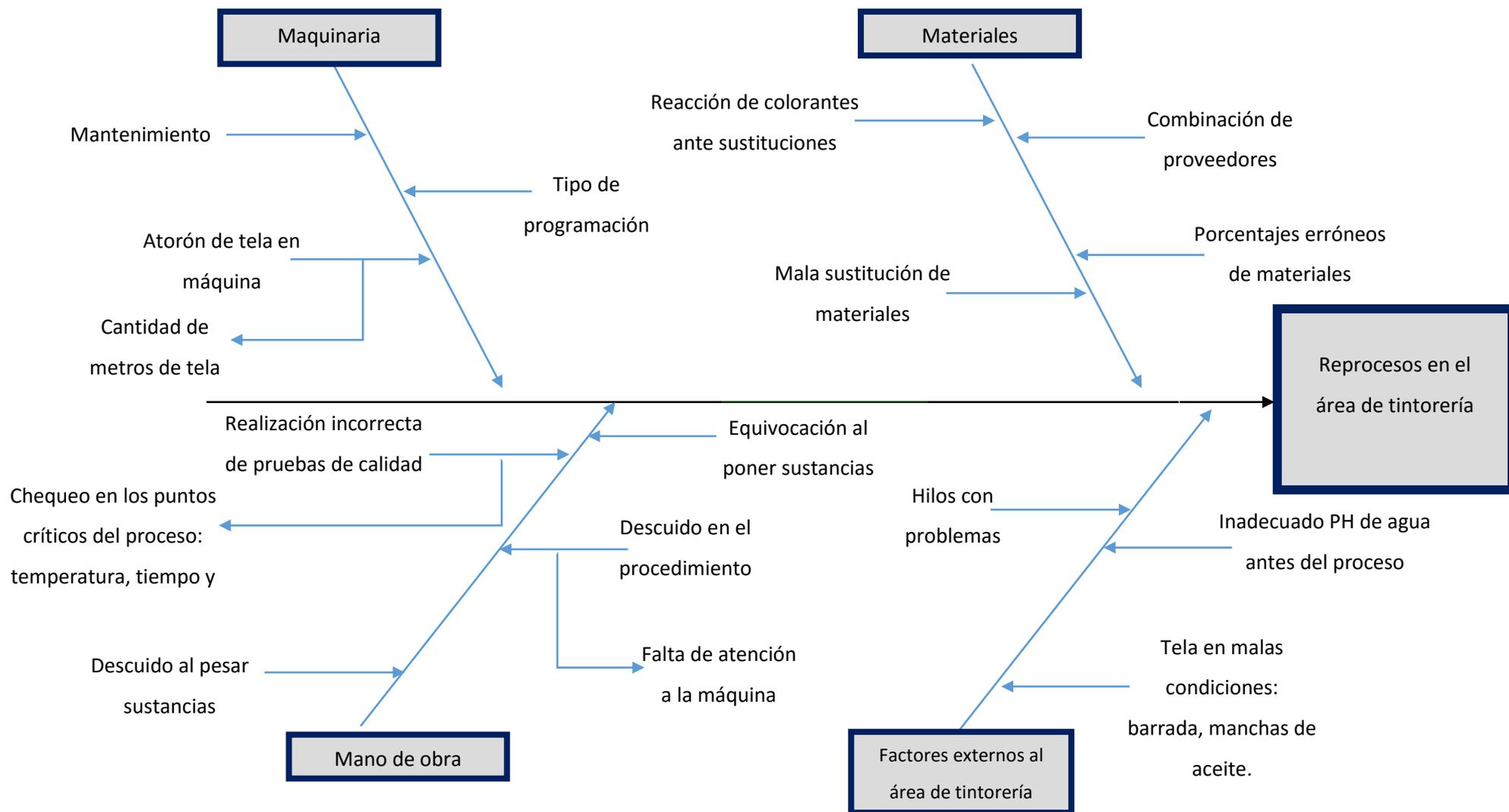
- Chequeo en los puntos críticos del proceso: los operadores realizan ciertos procedimientos de control de calidad para determinar si la tela cumple con los estándares que se requieren, dichos procedimientos son llevados a cabo en primera instancia por laboratorio, dentro de los que se encuentra: el enjabonado de la tela que sirve para determinar que tanto color se desprenderá antes de terminar el proceso de teñido, de ser aceptado se realiza este procedimiento dentro de la máquina, otro procedimiento que se realiza en laboratorio es la prueba de solidez la cual consiste en ver que la tela no desprenda más color, se lleva a cabo con dos tipos de tela: poliéster y algodón, se concluye que tiene buena solidez cuando ni el poliéster ni el algodón salen manchados después de realizar este procedimiento. El principal problema que se detecta aquí es que los operadores no revisan si la prueba de laboratorio coincide con el resultado obtenido en máquina, descargando la tela teñida corriendo el riesgo de caer en un reproceso correctivo debido a este descuido.
- Descuido al pesar sustancias: las personas encargadas de llevar a cabo esta tarea llegan a confundir los gramos con los kilogramos lo que posteriormente ocasiona un reproceso si no se detecta esta falla a tiempo. Este inconveniente es ocasionado por la falta de capacitación del personal, aunado a que la ausencia de un área de recursos humanos conlleva a problemas con las personas que no están calificadas para el área que se les ha asignado.
- Equivocación al poner las sustancias: principalmente se da al momento de pesar color, donde un 15% de los reprocesos

mensuales aproximadamente se dan debido a este factor en específico, dada la deficiencia de la información que se tiene dentro de la empresa este dato no se tiene claramente especificado.

- Descuido en el procedimiento: los operadores utilizan el poka-yoke de la formula, pero existen errores provocados por descuido de los mismos donde llegan a incorporar sustancias antes o después del tiempo marcado en el sistema poka-yoke; o sin revisar los productos que van a incorporar y si coinciden con la formula dada.
 - Falta de atención a la máquina: los operadores llegan a descuidar el trabajo de la máquina por hacer otras actividades que no son propias de su jornada laboral, se van fuera de su área de trabajo o se encuentran en el área, pero sin prestar la atención adecuada a su trabajo.
- Factores externos al área de tintorería: todos aquellos acontecimientos que llegaron a suceder en el transcurso de la elaboración del hilo, la tela, factores climáticos que no tienen cabida dentro del proceso de teñido, pero que afectan seriamente el resultado del mismo.
 - Hilos con problemas: la tela llega a presentar problemas de barrado, contaminación de hilo e incluso manchas de aceite de que no se llegan a observar de manera tan precisa en la tela en crudo.
 - Inadecuado PH del agua antes del proceso: debido a que el agua se encuentra en un poco para su utilización en el proceso productivo, su PH llega a variar sin ser detectado hasta el momento de su utilización, un problema en este punto es que el sistema poka-yoke de la formula maneja chequeo de PH y su estándar donde se marca una línea para que el operario escriba que PH se tiene en cada procedimiento que se marque este chequeo; lo cual llegan a hacer los operarios pero no a llenar con la información la fórmula que se les indica.

- Tela en malas condiciones: la tela en crudo puede venir con condiciones especiales que la afectan de manera drástica en el resultado final, como es el caso de tela barrada la cual no se puede detectar visualmente en la tela en crudo y se hace notorio hasta que la tela se encuentra teñida y con su proceso terminado; otro problema que se considera una mala condición son las manchas de aceite que derraman las máquinas tejedoras y causan una tonalidad diferente en la tela en los puntos donde se encuentra.

Figura 29.- Diagrama de causa-efecto de reprocesos en el área de tintorería

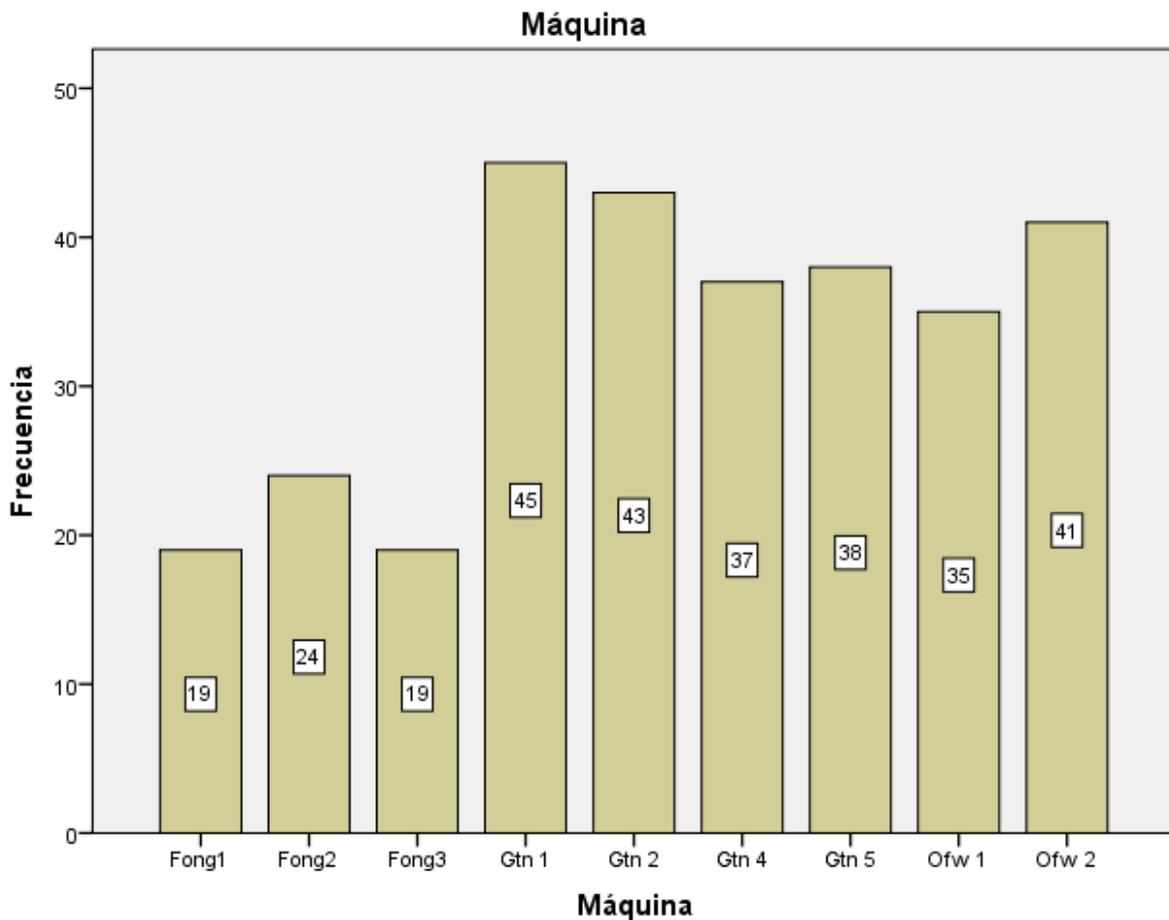


Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la observación de campo (2016).

A su vez, se llevó a cabo una revisión del uso de la maquinaria dentro del área de tintorería; así como los reprocesos dentro de cada una de estas maquinarias, para detectar si existe algún patrón que coincida con el alto número de reprocesos generados por mes.

A continuación, se muestra la frecuencia de reprocesos en el mes de febrero del 2016 por tipo de máquina, donde se puede observar que las máquinas con menores reprocesos son las Fongs 1 y 3, seguidas por la Fongs 2, a diferencia de la máquina Gastón 1 (Gtn 1) la cual es la que tiene un mayor número de reprocesos seguida por la Gastón 2 (Gtn 2) y la Overflow 2 (Ofw 2).

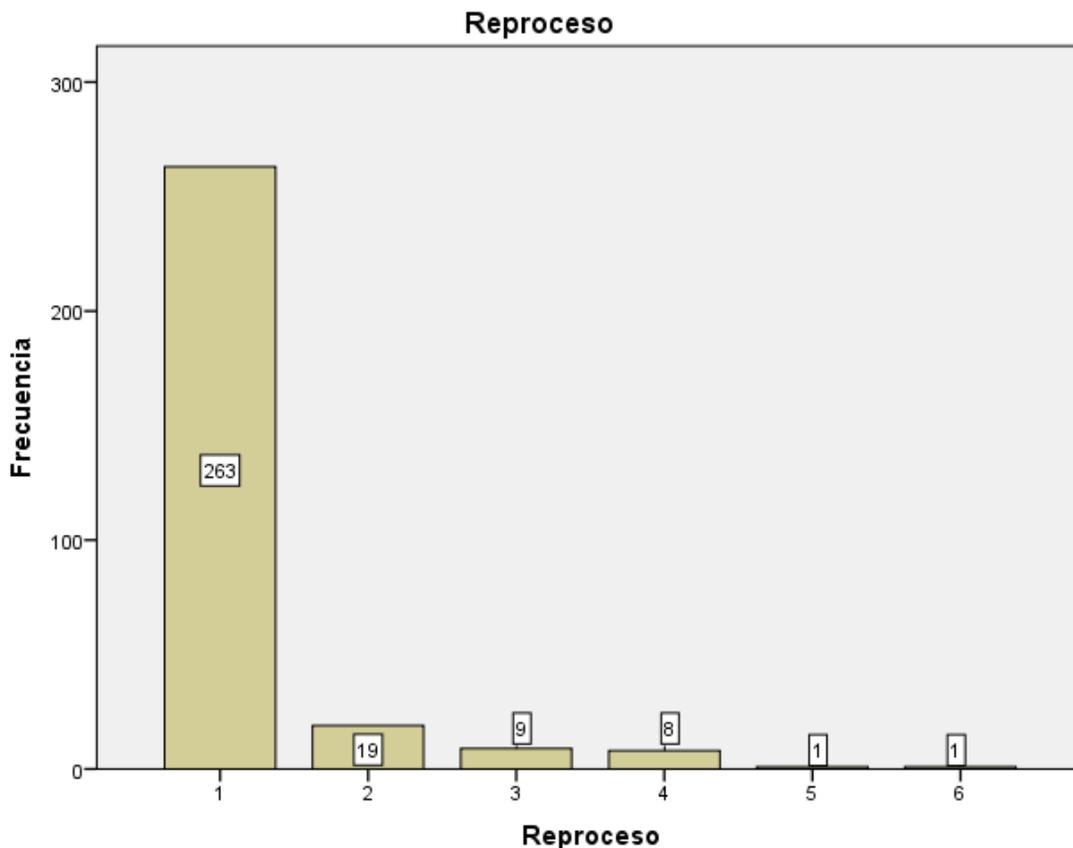
Figura 30.- Frecuencia de reprocesos por tipo de máquina



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

De igual manera, en el mismo lapso de tiempo se llevó a cabo un recuento de los reprocesos más comunes presentados en el área de tintorería, donde se puede observar claramente que de una producción de 263 baños de teñido, se tiene un 7.2% de matices con 19 totales en el mes de febrero, seguido por 3.4% de reprocesos no especificados por los operadores con un total de 9, un 3% correspondiente a un baño ciego que corresponde a 8 totales realizadas en el mes, además de un 0.3% para reprocesos por abrasión al igual que un 0.3% de reprocesos por antiquebres los cuales corresponden a 1 reproceso en el mes.

Figura 31.- Tipos de reprocesos



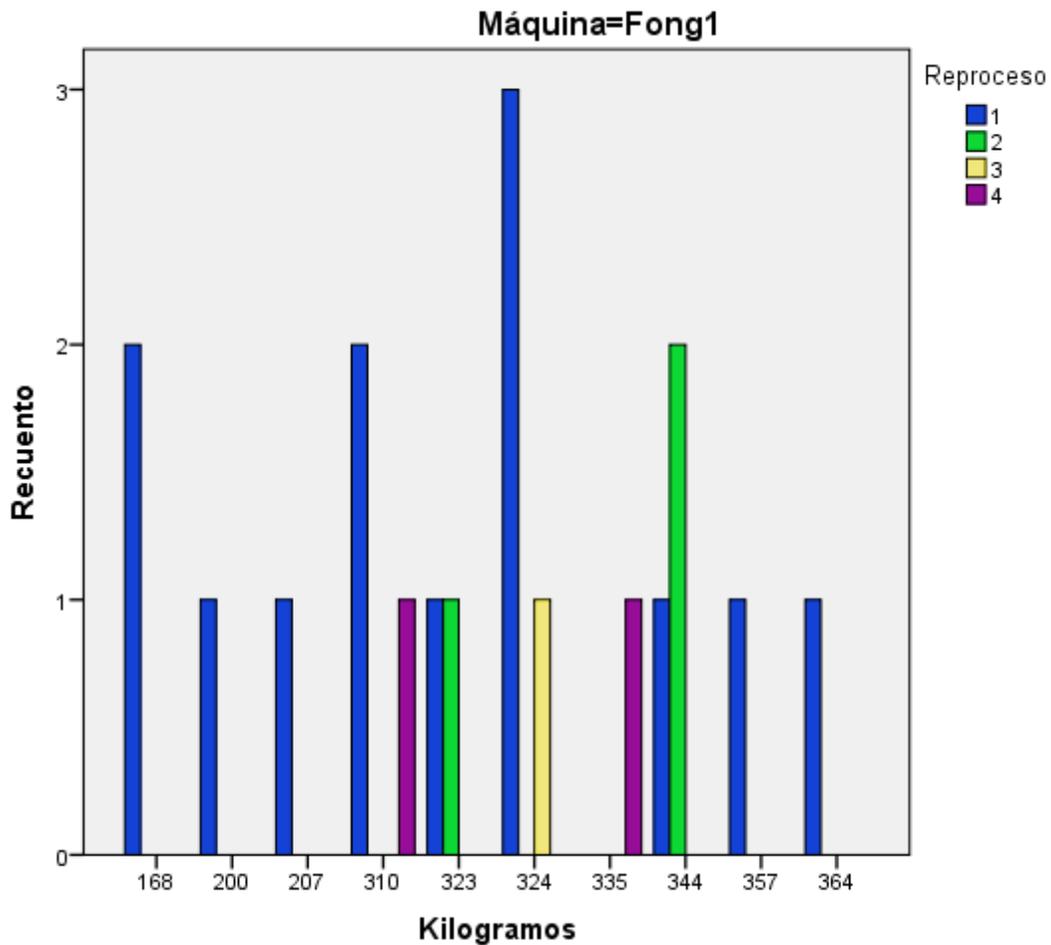
Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Donde, para el mes de febrero:

- 1 significa que no existe un reproceso
- 2 quiere decir que se llevó a cabo un matiz
- 3 existe un reproceso
- 4 se llevó a cabo un baño ciego
- 5 especifica una abrasión
- 6 a la tela se le agregó un proceso de antiquebres

Esta codificación se utilizará igual para las siguientes tablas de reprocesos por tipo de máquina.

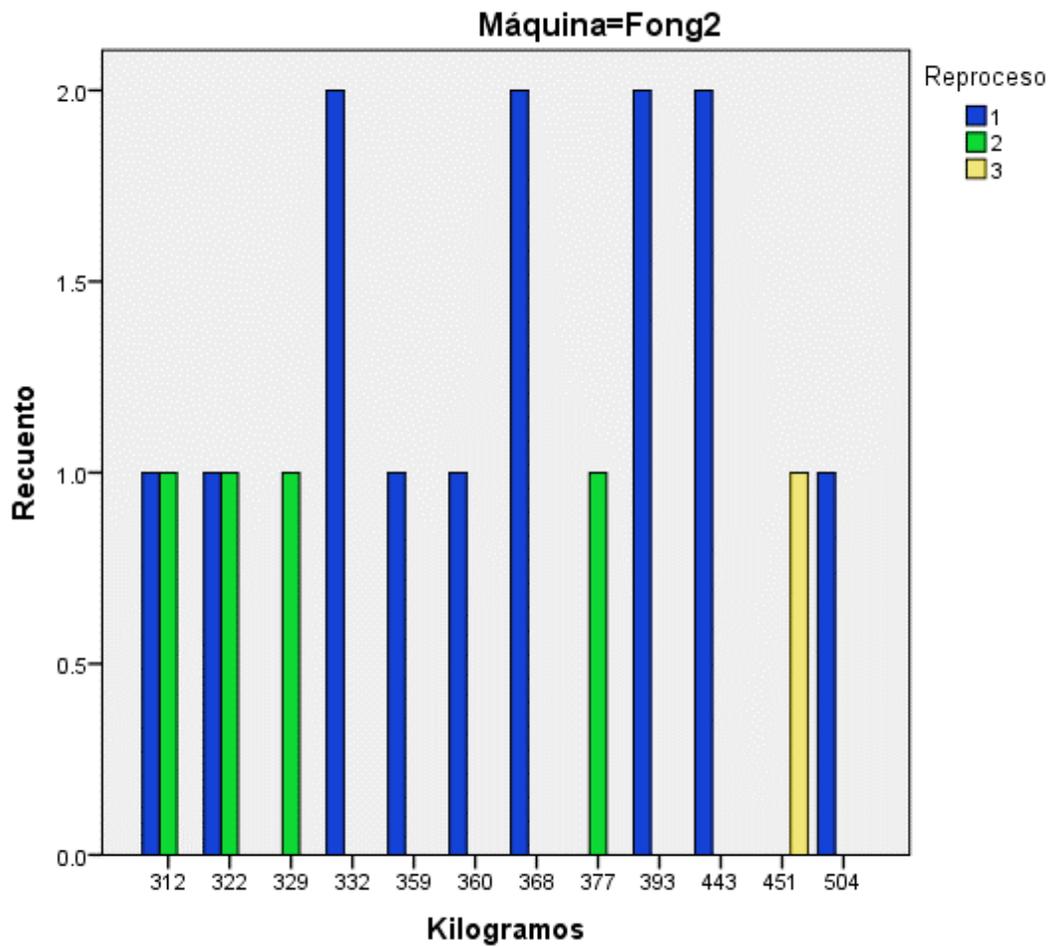
Figura 32.- Reproceso de la máquina Fong 1



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Además de este recuento se hizo uno de reproceso por tipo de máquina, donde se encontró que para la Fong 1, existen más reprocesos entre los 310 y 344 kilogramos de tela, siguiendo la misma codificación que la tabla anterior. Y dando como resultado que en esta máquina solo se encuentran, matiz, reproceso y baño ciego.

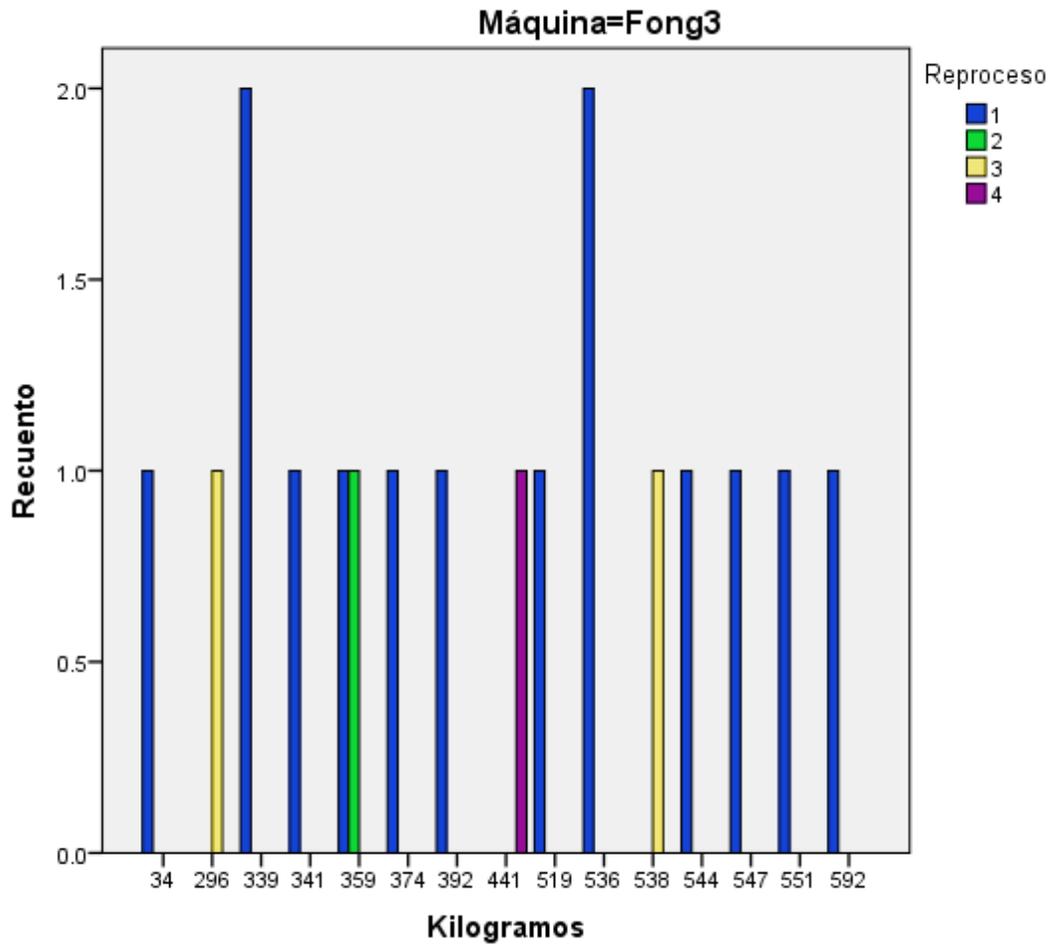
Figura 33.- Reprocesos de la máquina Fong 2



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Los reprocesos de la Fong 2 se encuentran desde los 312 a los 560 kilogramos, donde se encuentra un mayor número de matices seguido por reproceso a los 451 kilogramos.

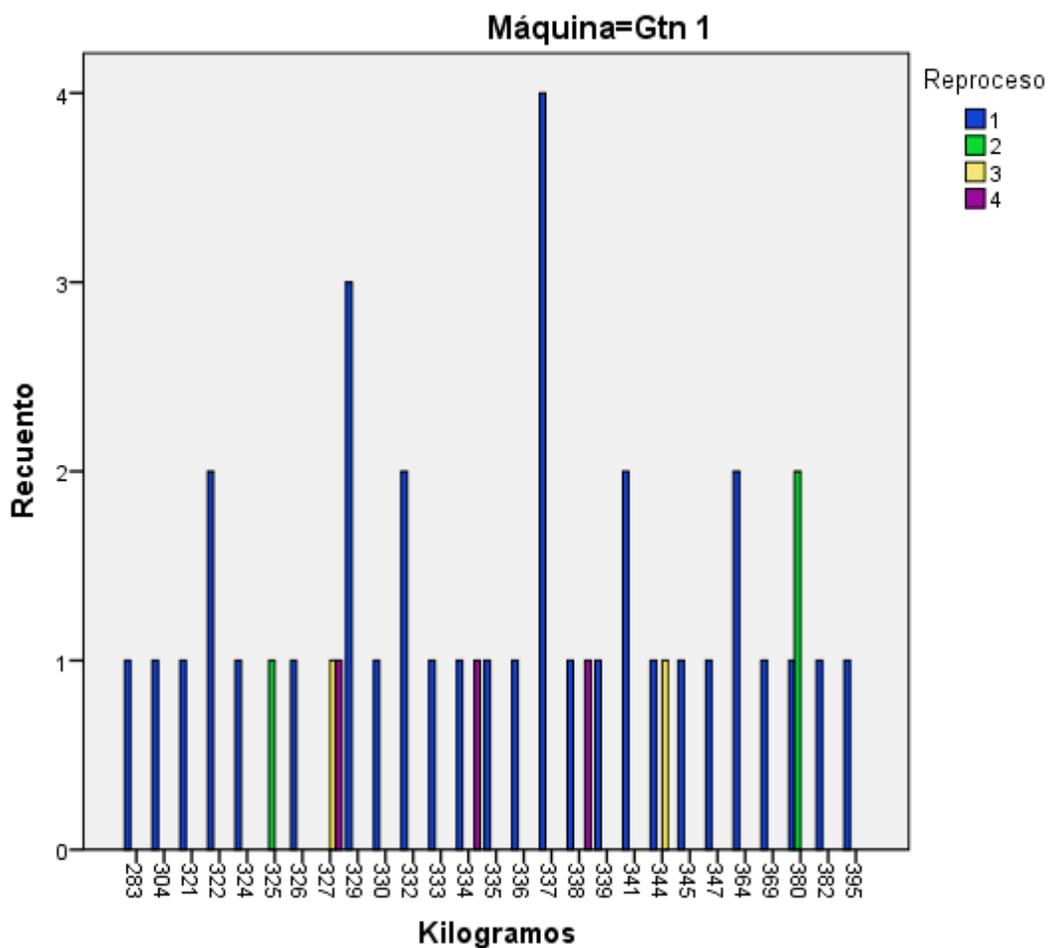
Figura 34.-Reprocesos de la máquina Fong 3



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Para la Fong 3, existen reprocesos entre los 296 y 538 kilogramos de tela, dando como resultado que en esta máquina solo se encuentran, matiz, reproceso y baño ciego. Siendo el reproceso el más recurrente.

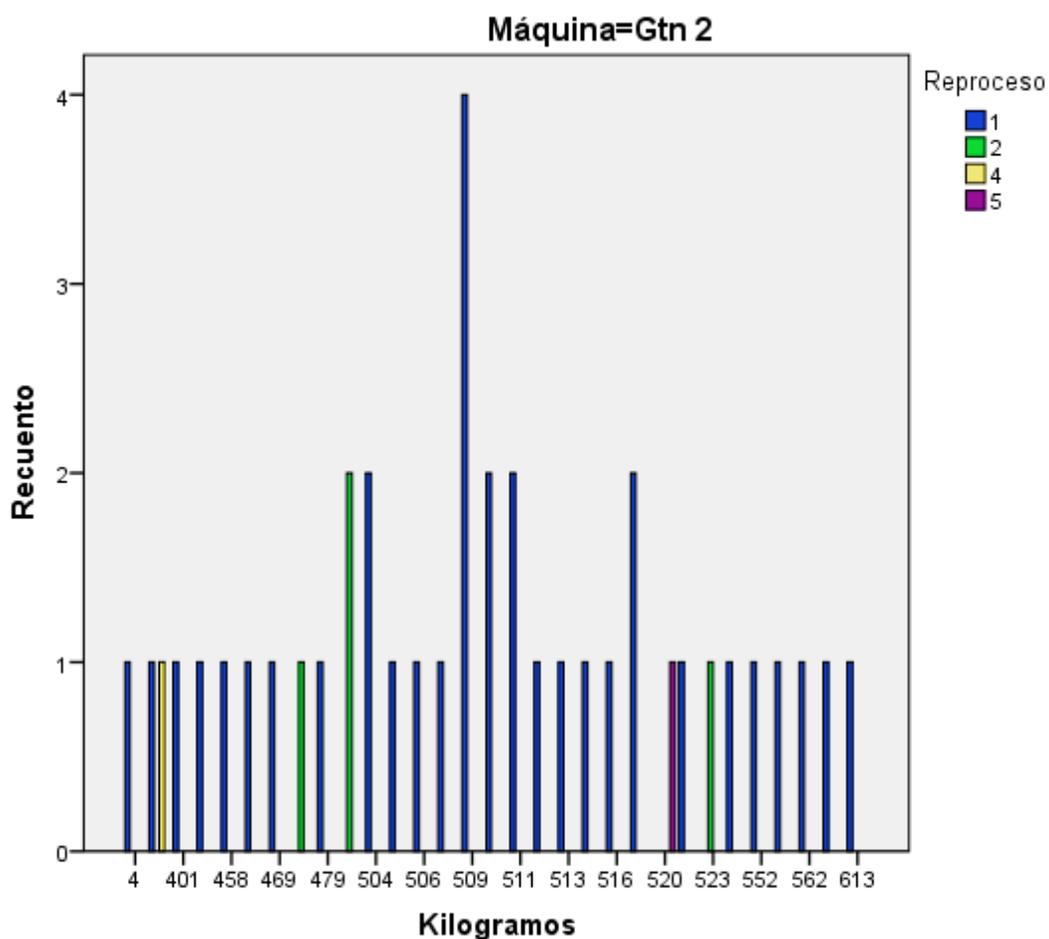
Figura 35.- Reprocesos de la máquina Gastón 1



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Para el recuento de la máquina Gastón 1 se observa que el rango de kilogramos entre los que se encuentran los reprocesos va de los 325 a los 380, teniendo un alto número de matices cerca de los 380 kilogramos de tela.

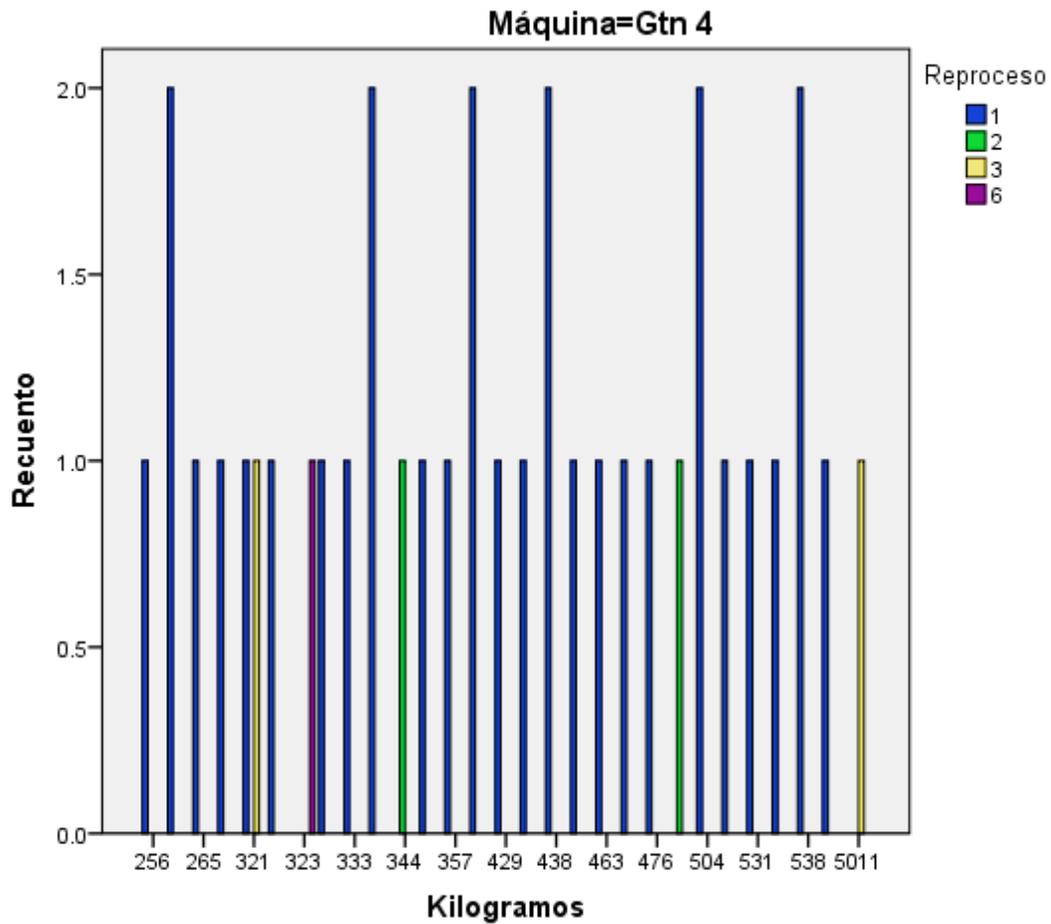
Figura 36.- Reprocesos de la máquina Gastón 2



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

A diferencia de la máquina anterior, la Gastón 2 muestra una frecuencia de reprocesos dentro de los 350 a 523 kilogramos, obteniendo un alza de matices a los 480 kilogramos aproximadamente. En esta máquina se presenta un tipo de reproceso por abrasión a diferencia de los anteriores.

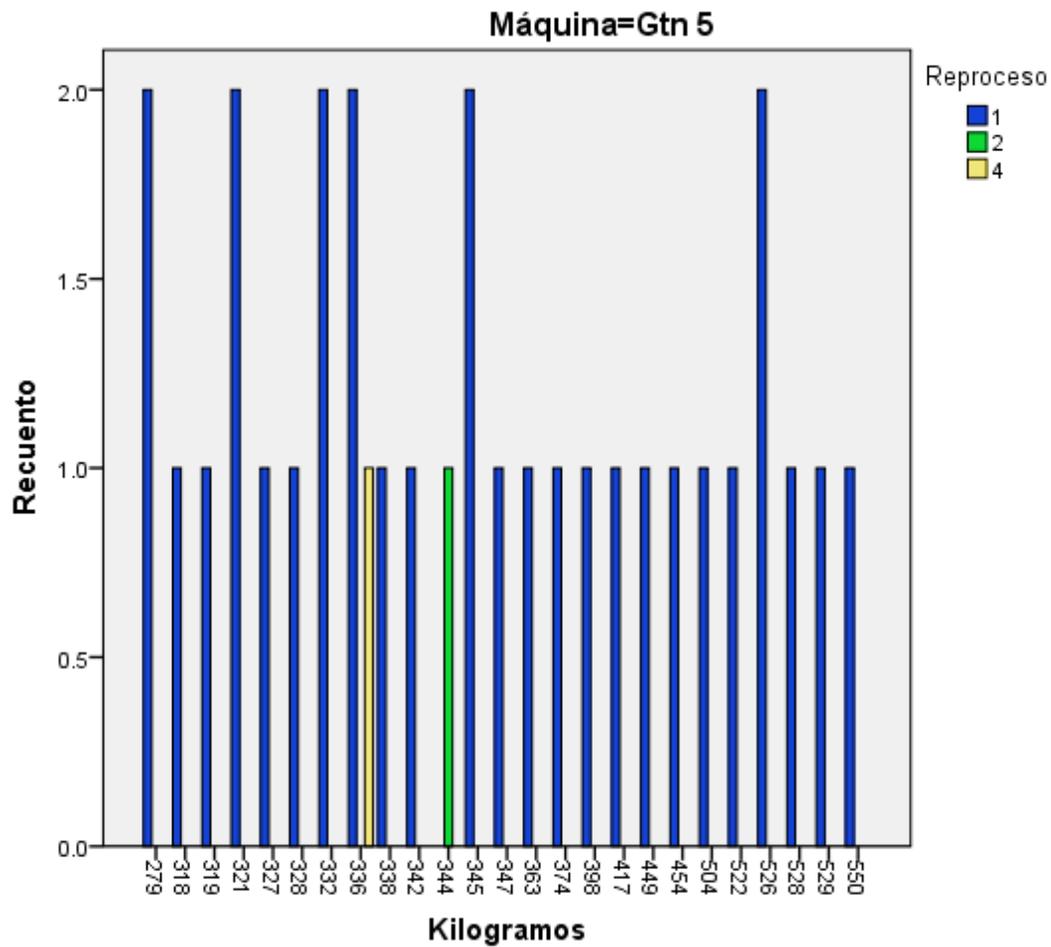
Figura 37.- Reprocesos de la máquina Gastón 4



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

En esta máquina podemos observar que los reproceso comienzan desde los 320 hasta la capacidad máxima de kilogramos, y se presenta un reproceso por antiqiebres a los 330 kilogramos aproximadamente.

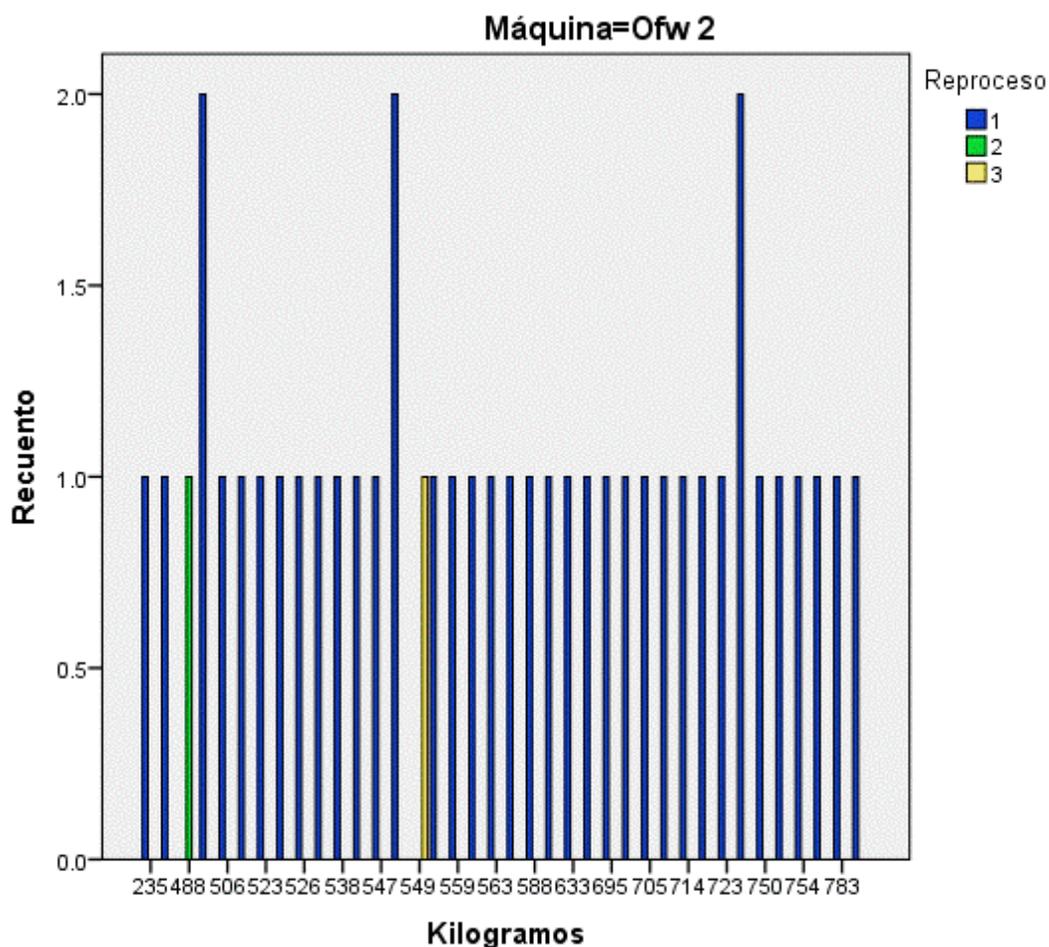
Figura 38.- Reprocesos para máquina Gastón 5



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

En la Gastón 5 solo se detectaron dos tipos de reproceso, el matiz y el reproceso no especificado por operadores de máquina, en un rango de los 336 a los 344 kilogramos.

Figura 39.- Reprocesos de máquina Overflow 2



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Dentro de la amplia capacidad de producción de la máquina Overflow 2 se encuentra un rango mínimo de reprocesos entre los 488 y 560 kilogramos.

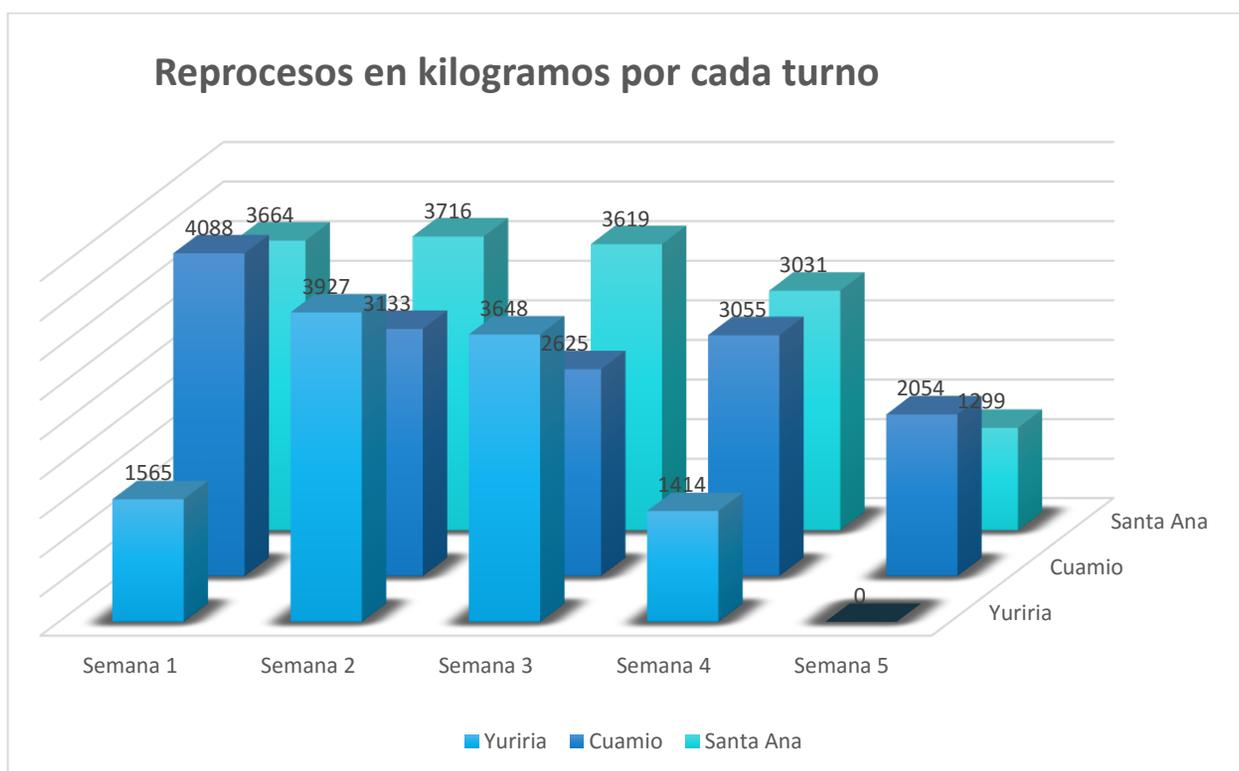
Figura 40.- Conteo de reprocesos del mes de mayo

	Turno		
	Mañana	Tarde	Noche
Semana 1 del 1 al 7 de mayo	Yuriria	Cuamio	Santa Ana
	Reprocesos 4	Reprocesos 12	Reprocesos 8
	1565 kg	4088 kg	3664 kg
Semana 2 del 8 al 14 de mayo	Cuamio	Santa Ana	Yuriria
	Reprocesos 8	Reprocesos 10	Reprocesos 10
	3133 kg	3716 kg	3927 kg
Semana 3 del 15 al 21 de mayo	Santa Ana	Yuriria	Cuamio
	Reprocesos 14	Reprocesos 12	Reprocesos 10
	3619 kg	3648 kg	2625 kg
Semana 4 del 22 al 28 de mayo	Yuriria	Cuamio	Santa Ana
	Reprocesos 3	Reprocesos 7	Reprocesos 7
	1414 kg	3055 kg	3031 kg
Semana 5 del 29 al 31 de mayo	Cuamio	Santa Ana	Yuriria
	Reprocesos 6	Reprocesos 3	Reprocesos 0
	2054 kg	1299 kg	0

Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Para el mes de mayo se registraron los reprocesos que se generaron en el área de tintorería determinando el turno encargado de realizar dichos procedimientos, con el fin de dar a conocer los resultados obtenidos a los operarios de máquinas de teñido y crear una conciencia y una sana competencia en equipo dentro de los tres turnos que se encuentran laborando.

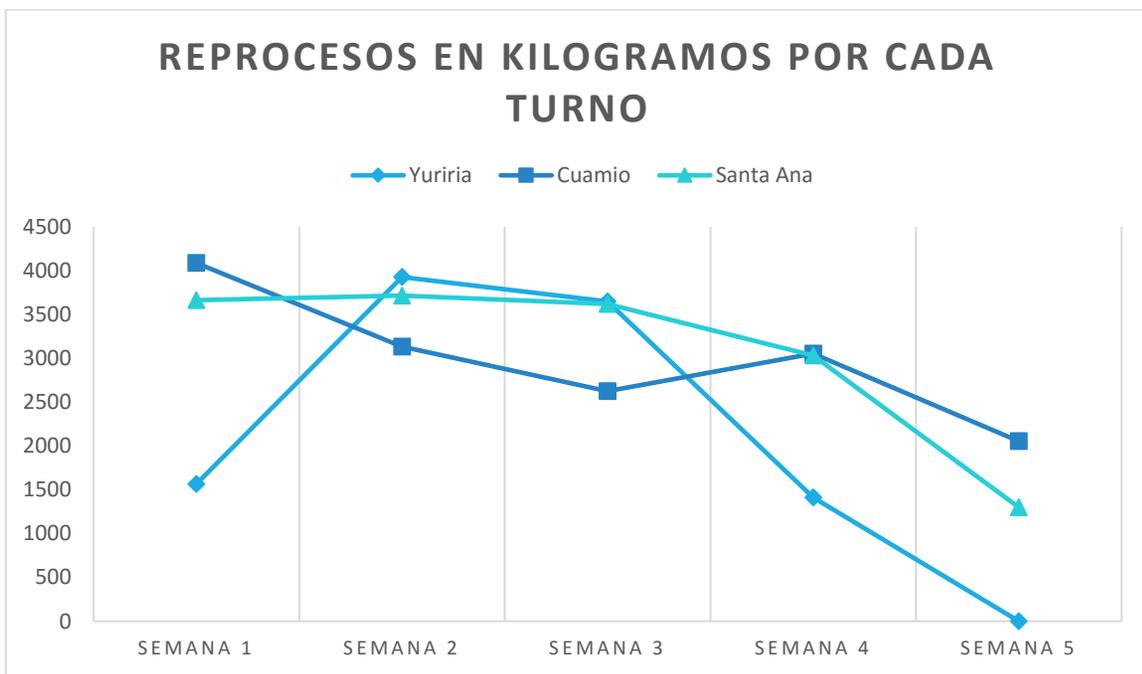
Figura 41.- Histograma de *reprocesos en kilogramos por cada turno*



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

El histograma denota de manera gráfica y evidente, una distribución sesgada a la izquierda con tendencia a las primeras semanas del mes, se observa también el transcurso de los reprocesos por turno, donde el turno con más kilogramos reprocesados es Santa Ana, el cual mantuvo altos niveles de reprocesos y solo al final bajo esta tendencia; es seguido por Cuamio el cual comenzó con un nivel alto de reprocesos para bajar y mantener constante su tendencia de reprocesos dentro de un rango de los 4000 y 2600 aproximadamente, por último encontramos el turno de Yuriria que, a pesar de tener una tendencia un poco más alta en dos semanas consecutivas, logró bajar a cero reprocesos en la última semana.

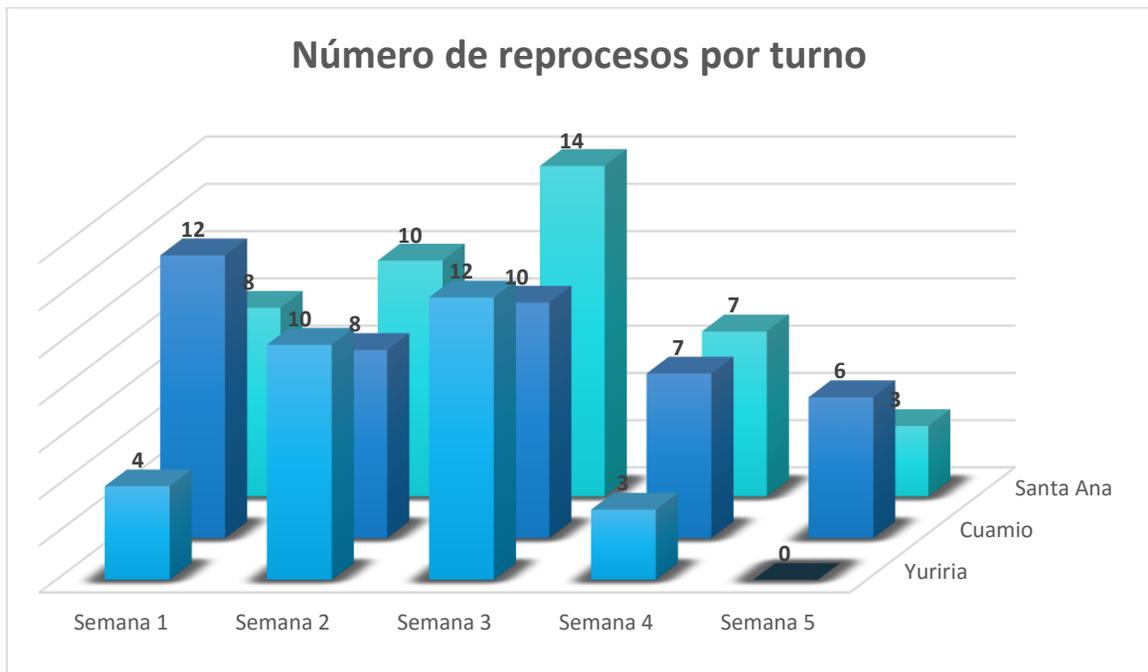
Figura 42.- Gráfico lineal de reprocesos en kilogramos por cada turno



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Con el gráfico lineal se visualiza de manera más clara la tendencia de cada uno de los turnos y su comportamiento con respecto a los reprocesos en el mes de mayo. Donde Santa Ana representa un 38% del total de reprocesos, seguido por un 37% perteneciente al turno de Cuamio y un 25% restante que pertenece a Yuriria.

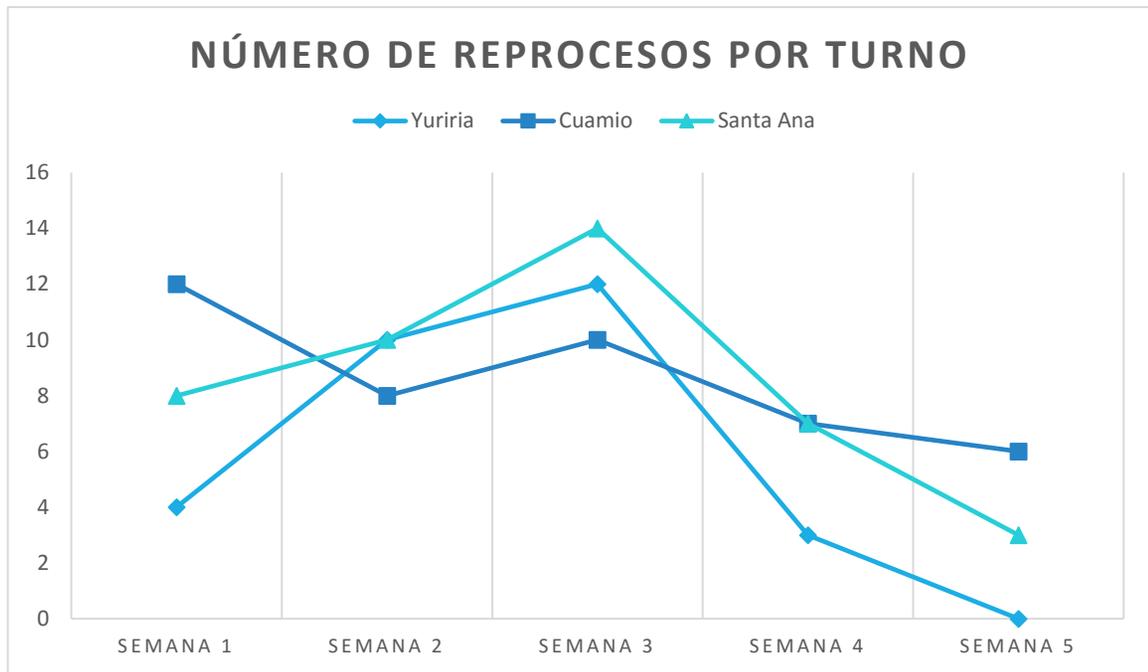
Figura 43.- Histograma de número de reprocesos por turno



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

A diferencia de los reprocesos medidos en kilogramos, los números de reprocesos muestran una distribución multimodal en la que se denotan principalmente dos picos de crecimiento al inicio del mes y en la tercera semana del mes; en el número de reprocesos por turno tenemos en primer lugar al turno de Cuamio con 43 reprocesos totales, seguido por Santa Ana con 42 reprocesos y Yuriria con 29 reprocesos; dentro de los que se encuentran principalmente matiz, baño ciego, adición de anti quiebres.

Figura 44.- Gráfica lineal de número de reproceso por turno



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Visualmente se puede constatar el aumento en los reprocesos entre la semana 2 y 3 por parte de los tres turnos que laboran en la planta, donde en menor medida se encuentra el turno de Yuriria, seguido por el turno de Cuamio y Santa Ana, de los cuales los dos últimos solo se diferencian por 1 reproceso entre ellos.

En la siguiente tabla hay que destacar que la máquina que procesa más kilos de tela es la Ofw 2 con 586.37 kilos de tela en promedio, en tanto que la Fong 1 es la que menor cantidad de tela procesa, con 289 kilos.

Según los valores máximos las maquinas Ofw 1 y Ofw 2 son las que mayor cantidad de tela procesan, con 832 y 807 kilogramos. En tanto que las máquinas que menor cantidad de tela procesaron fueron la Fong 2, con 128 kilos y una media de 337 kilos y la Gtn 5, con 48 y una media de 378 kilos.

De igual forma hay que destacar, que la máquina que en promedio es más constante en el número de kilos procesados es la Gtn 1, dado que su desviación típica es la menor entre todas las maquinas analizadas en la siguiente tabla (desv. Típica= 46.44 kilos); seguida de la Fong 1, con una desviación típica de 78 kilogramos.

Figura 45.- Resultados obtenidos en SPSS para reporte de plegado

Descriptivos						
Kilos	Maquina	Estadístico		Error típ.		
	Fongs 1	Media	289.3625		22.63633	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	239.5403		
			Límite superior	339.1847		
		Media recortada al 5%	291.9556			
		Mediana	324.3000			
		Varianza	6148.844			
		Desv. típ.	78.41456			
		Mínimo	168.00			
		Máximo	364.05			
		Rango	196.05			
		Amplitud intercuartil	151.54			
		Asimetría	-.761		.637	
		Curtosis	-1.382		1.232	
	Fongs 2	Media	337.7800		35.44301	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	260.5563		
			Límite superior	415.0037		
		Media recortada al 5%	336.0928			
		Mediana	341.5200			
		Varianza	16330.690			
		Desv. típ.	127.79159			
Mínimo	128.13					
Máximo	577.80					

		Rango		449.67	
		Amplitud intercuartil		152.77	
		Asimetría		.075	.616
		Curtosis		.003	1.191
	Fongs 3	Media		462.7008	28.89577
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	399.1017	
			Límite superior	526.3000	
		Media recortada al 5%		466.9631	
		Mediana		527.6500	
		Varianza		10019.586	
				100.09788	
		Desv. típ.			
		Mínimo		296.88	
		Máximo		551.80	
		Rango		254.92	
		Amplitud intercuartil		184.36	
		Asimetría		-.544	.637
		Curtosis		-1.706	1.232
		Gtn 1	Media		329.8018
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	313.5976	
			Límite superior	346.0059	
	Media recortada al 5%			335.3779	
	Mediana			335.5500	
	Varianza			2156.805	
	Desv. típ.			46.44142	
	Mínimo			169.38	
	Máximo			395.00	
	Rango			225.62	
	Amplitud intercuartil			16.21	
	Asimetría			-2.425	.403
	Curtosis			7.443	.788
	Gtn 2	Media		491.4049	12.96433
		Intervalo de	Límite	465.0582	

		confianza para la media al 95%	inferior			
			Límite superior	517.7515		
		Media recortada al 5%		500.8833		
		Mediana		509.5500		
		Varianza		5882.581		
		Desv. típ.		76.69799		
		Mínimo		152.82		
		Máximo		613.55		
		Rango		460.73		
		Amplitud intercuartil		39.00		
		Asimetría		-2.942		.398
		Curtosis		11.497		.778
		Gtn 4	Media		409.4361	
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		365.5032			
	Límite superior		453.3690			
Media recortada al 5%			409.3314			
Mediana			433.9000			
Varianza			10321.512			
Desv. típ.			101.59484			
Mínimo			256.51			
Máximo			566.65			
Rango			310.14			
Amplitud intercuartil			181.75			
Asimetría		-.125		.481		
Curtosis		-1.412		.935		
Gtn 5	Media		378.9682		20.95421	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	335.9737			
		Límite superior	421.9627			
	Media recortada al 5%		384.8679			
	Mediana		346.5000			
Varianza		12294.214				

		Desv. típ.		110.87928		
		Mínimo		43.07		
		Máximo		550.70		
		Rango		507.63		
		Amplitud intercuartil		163.64		
		Asimetría		-.585	.441	
		Curtosis		1.718	.858	
	Ofw 1	Media			490.7838	25.01098
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior		439.7735	
			Límite superior		541.7940	
		Media recortada al 5%			491.3566	
		Mediana			509.0750	
		Varianza			20017.565	
		Desv. típ.			141.48344	
		Mínimo			150.00	
		Máximo			832.00	
		Rango			682.00	
		Amplitud intercuartil			169.49	
		Asimetría			-.283	.414
		Curtosis			1.439	.809
		Ofw 2	Media			586.3756
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior		540.9975	
			Límite superior		631.7537	
	Media recortada al 5%			593.7321		
	Mediana			573.6000		
	Varianza			19595.987		
	Desv. típ.			139.98567		
Mínimo				235.15		
Máximo				807.50		
Rango				572.35		
Amplitud intercuartil				179.65		
Asimetría				-.798	.378	
Curtosis				.552	.741	

Fuente: información obtenida en campo, 2016.

De acuerdo a la siguiente figura, la prueba de normalidad, la cual plantea que los datos se distribuyen según lo hace la distribución normal, es decir, agrupados principalmente en torno a su valor medio, por lo que existe poca dispersión de los datos y pocos datos extremos, es decir, que su comportamiento a lo largo del tiempo es constante. De este modo, las maquinas Fong 2 y Gtn 4 siguen una distribución normal, es decir, que los kilos de tela procesados se aproximan a su valor medio, o lo que es lo mismo, los kilos por estas máquinas trabajados son casi siempre los mismos entre un proceso y otro, y por lo tanto el uso y aprovechamiento de dichas maquinas dentro del proceso de producción es constante; en otras palabras, están siendo mejor utilizada la capacidad de dichas maquinas dentro del proceso de producción. Sin en cambio, las máquinas para las cuales no se acepta la prueba de normalidad (Fong 1, Fong 3, Gtn 1, Gtn 2, Gtn5, Ofw 1 y Ofw 2), puede estar ocurriendo que en algunas ocasiones se les sobre cargue de tela o que en otras ocasiones trabajen con kilos muy debajo de su capacidad real, con lo cual la empresa está desaprovechando su capacidad, dinero, tiempo y otros recursos implicados en su uso, lo que en el corto plazo representa un costo innecesario mayor para la empresa, el cual se podría corregir si se programará mejor cada proceso con cantidades de tela que mejor se ajusten a la capacidad real de dichas máquinas.

Figura 46.- Pruebas de normalidad

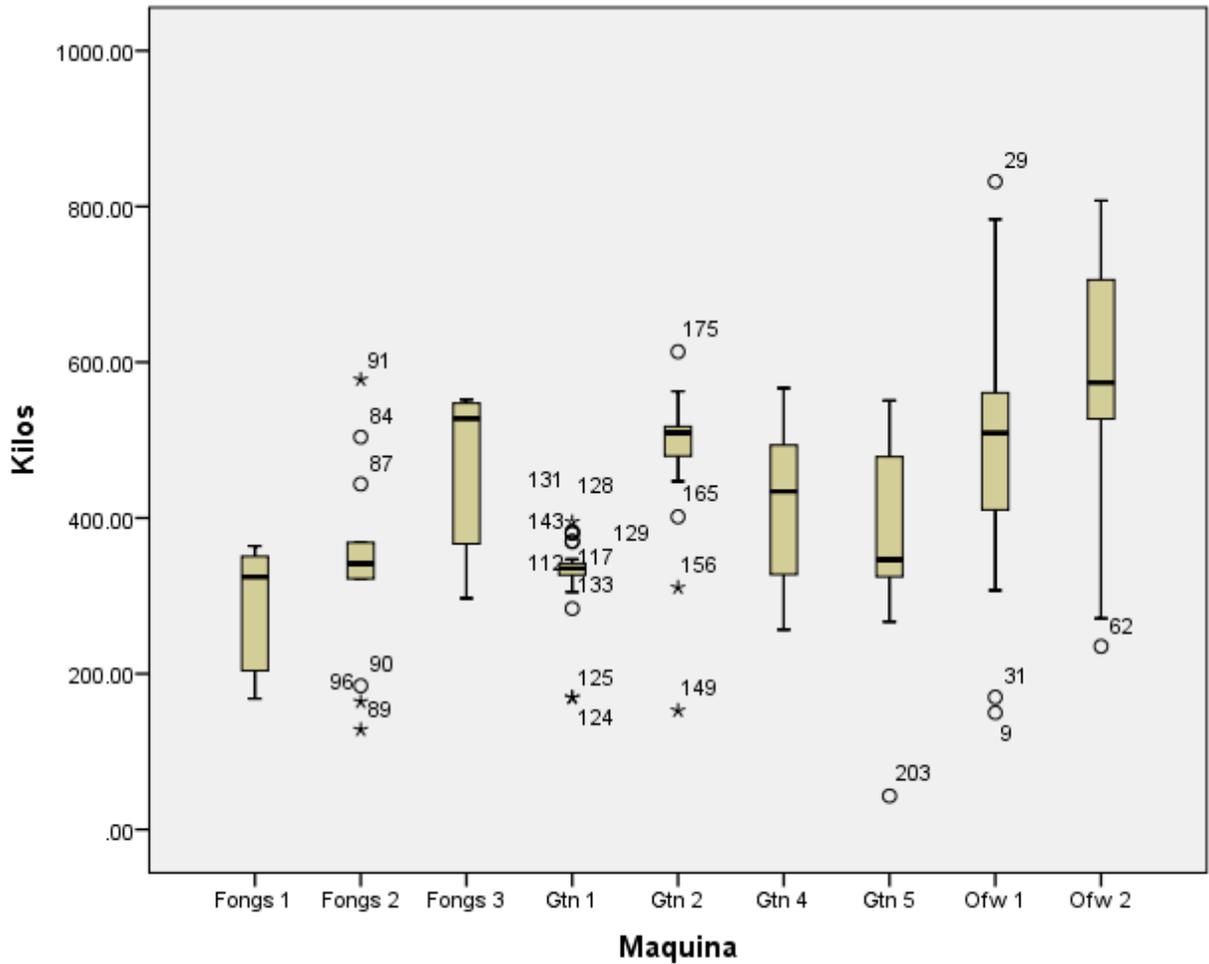
Pruebas de normalidad							
	Maquina	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Kilos	Fongs 1	.334	12	.001	.787	12	.007
	Fongs 2	.220	13	.085	.938	13	.435
	Fongs 3	.297	12	.004	.790	12	.007
	Gtn 1	.312	34	.000	.694	34	.000
	Gtn 2	.275	35	.000	.678	35	.000

Gtn 4	.143	23	.200*	.920	23	.067
Gtn 5	.151	28	.103	.897	28	.010
Ofw 1	.242	32	.000	.908	32	.010
Ofw 2	.132	39	.082	.916	39	.006
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de la significación de Lilliefors						

Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Continuando con la prueba de normalidad, en el siguiente gráfico se ilustra como todas las maquinas operan con cantidades diferentes de tela, pero las maquinas Fong 2 y Gtn 4 son las que muestran menor dispersión en los kilos de tela procesados. De igual forma, se puede observar como las maquinas Ofw 2, Ofw 1 son las que más kilogramos de tela procesan; mientras que las maquinas Fong son las que menor cantidad de tela procesan a lo largo del proceso de producción.

Figura 47.- Prueba de normalidad para las máquinas del área de tintorería



Fuente: información obtenida en campo, 2016.

Para el caso de plegado de telas se puede observar claramente que la máquina a la cual se le carga mayor teñido de tela en kilogramos es la Overflow 2 (Ofw2) seguida por la Overflow 1 (Ofw1) a diferencia de la máquina Gastón 1 (Gtn 1) la cual muestra la menor carga en kilogramos de tela. Con esta información se puede detallar y programar de manera más eficiente el mantenimiento preventivo de las máquinas, tomando en cuenta las que llegan a tener una sobre carga de trabajo.

Conclusiones

Dada la naturaleza de la calidad se llega a tener confusión en el ámbito en el que se quiera implementar, debido a que su concepto no es concreto y solo refiere a una serie de medidas, factores y cualidades medibles, cuantificables y perceptibles que llegan a diferir entre cada observador de la misma. Por lo cual, es de suma importancia intentar homogeneizar y estandarizar las cualidades que serán tomadas como factores decisivos de calidad dentro de la cadena productiva; demostrado que generan valor a la misma, y de esta manera se pueda comprender lo que la calidad en el proceso debe conllevar.

Por tal razón, la diversidad de herramientas y técnicas, a la que se hace alusión en la presente investigación, fueron orientadas a la mejora continua, partiendo de sistemas preexistentes en la empresa Tejidos Gaytán S.A. de C.V.; como es el caso de los sistemas Poka-yoke ya ejecutados en la empresa pero con ciertos errores y omisiones de lo que es dictado en la teoría, siendo un caso específico el sistema utilizado en la parte de formulación de receta donde los parámetros que se señalan como puntos a seguir asemejan a un poka-yoke del proceso de teñido y tratamiento posterior de la tela, donde prácticamente se describe en un flujo de procesos simple el tratamiento que llevará la tela asignada; cabe señalar que este sistema no era considerado un poka-yoke hasta que se hizo notar su importancia y la similitud que contiene con la finalidad de esta herramienta de calidad.

Otros sistemas que se adecuaron a las necesidades de la empresa fueron la hoja de recolección de información para determinar los principales reprocesos preventivos y correctivos que se llevan a cabo a lo largo de la cadena productiva, en conjunto con la hoja de recolección de información se implementaron los histogramas de tallo y hoja para informar de manera visual a los responsables de llevar los procedimientos de tintorería y poder plasmar en números las consecuencias que conlleva un mal procedimiento y la comparación entre los

turnos para crear una sana competencia entre el equipo de trabajo; pero la alta resistencia al cambio que persiste dentro de toda el área no permitió un concentrado total de datos por lo que se buscaron alternativas eficientes para complementar los datos arrojados por estas herramientas. Sin embargo, la utilización de nuevas herramientas de recolección de datos favoreció para llegar a obtener información crucial para la obtención de resultados claros de acuerdo a las hipótesis planteadas.

Así mismo, esta misma resistencia al cambio ha jugado un papel decisivo en el levantamiento de información, dado que este factor especialmente ha venido provocando la manipulación de los sistemas de calidad implantados en la empresa, tanto los propuestos en la investigación como los ya utilizados anteriormente en la empresa; lo que conlleva a no presentar datos claros y consecuentes de los principales problemas referentes a la calidad; siendo uno de los principales motivos la falta de información del funcionamiento y la importancia que tienen estos sistemas para la generación de productos de alta calidad con mejoras mínimas en los procedimientos ya ejecutados hasta el momento.

Los problemas detectados a lo largo de la cadena productiva se han convertido en puntos determinantes que llegan a ser causa de reprocesos tanto preventivos como correctivos, por lo cual se asignó un período de corrección de los mismos; dando una respuesta positiva ante tal problema; uno de los problemas que llega a sobresalir del resto es la fidelización de los trabajadores a la empresa, lo que conlleva a llevar a cabo un trabajo de calidad organizacional orientado a la unión del grupo, cambio de paradigmas y aumento del sentimiento de pertenecía de la misma para lograr el cambio significativo que requiere este factor.

Otro punto que debe ser resaltado es la distribución del peso por metro cuadrado de la tela producida dentro de la maquinaria con la que se cuenta, dado que la desviación estándar casi iguala la media con que se cuenta, por lo cual se puede llegar a considerar que se está produciendo tela con demasiado peso sin que se vea reflejado en su precio final lo que conlleva a un problema a mediano

plazo para la empresa, y de no ser corregido a tiempo llegará a incurrir en pérdidas considerables de capital.

Además, se encontraron fallas importantes en el sistema Poka-yoke utilizado en dos puntos clave de la cadena productiva:

- En el área de tela en crudo existe un problema de organización acorde a la filosofía marcada por este sistema para poder llegar a detectar fallas, dado que existen las condiciones necesarias para llevarlo a cabo, pero no la capacitación correcta de quienes realizan este procedimiento, por lo que se encuentran mezclas de telas en crudo que se llegan a filtrar hasta el punto de teñido e incluso hasta la revisión final de calidad, donde además es considerado como un grave problema de comunicación entre departamentos al no informar de estas mezclas de materiales; una de las principales razones por las cuales sigue fallando este sistema es la falta de retroalimentación que permita detectar patrones de errores para poder medirlos, corregirlos y prevenir futuros incidentes de la misma naturaleza.
- El segundo sistema Poka-yoke se encuentra en la formulación y recorrido de las telas; por lo tanto, requiere de la revisión constante por parte de las personas que están en contacto directo con el mismo, dado que se tiene bien definido y especificado el procedimiento a seguir; pero no han sido herramientas suficientes para hacer evidentes los problemas, por lo cual se sugiere la implementación de filtros de calidad y revisión de material en cada proceso productivo que conlleve las especificaciones dadas en este Poka-yoke, para hacer más conscientes las acciones que realizan los trabajadores.

A su vez, se ha determinado que un mantenimiento preventivo, especialmente en el área de tintorería y la rama Bruckner, puede llegar a ser un factor determinante para los tiempos de producción y la disminución de problemas relacionados con la calidad, dada la relación intrínseca entre el estado óptimo de la máquina y la

calidad del producto al terminar el proceso. Por lo cual un seguimiento detallado de los problemas frecuentes que se generan en las máquinas ayuda a determinar el estado y condiciones en que se encuentra, para poder contemplar riesgos latentes que puedan generar un reproceso por consecuencia de este factor en específico, como pueden llegar a ser baños ciegos y anti quiebres.

Un punto clave a resaltar es la amplia gama de proveedores de color con que cuenta la empresa y los grandes estragos que genera esta situación, ya que la combinación de familias de colorantes puede llegar a generar una reacción desfavorable o poco controlable en el proceso de teñido, además de una confusión en los operadores de las máquinas por el constante cambio de proveedor para intentar llegar a un mismo resultado.

Por tanto, un modelo estadístico de calidad orientado al incremento de la ventaja competitiva en este caso de estudio, requiere del cumplimiento de los factores mencionados a lo largo de la investigación, iniciando con el factor humano como punto clave para el éxito de la implementación del mismo, y siendo en primera instancia con el que se debe trabajar y reforzar los conceptos que se tienen acerca de lo que sugiere la calidad y la conceptualización de donde debe darse la misma, haciendo especial énfasis en la importancia del trabajo que realizan y como afecta significativamente el resultado final; como segundo punto de igual importancia debe ser la adecuación de herramientas de la calidad para la obtención de información clave que permita hacer ajustes y mejoras dentro de toda la cadena productiva y detectando las actividades que generan un valor agregado al producto.

Por lo cual se infiere que la capacitación orientada a la información organizacional sobre sistemas y funcionamiento de la calidad es imprescindible para lograr una mejora significativa y continua de la calidad a nivel operacional y organización.

Bibliografía

- Banks, J. (1989). *Principles of Quality Control*. New York: John Wiley & Sons.
- Besterfield, D. H. (2009). *Control de calidad*. México: Pearson educación.
- Cantú Delgado, H. (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad*. México: Mc Graw Hill.
- Cantú Delgado, H. (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad*. México: Mc Graw Hill.
- Cárcamo Solís, M. d., & Arroyo López, M. d. (2010). La evolución histórica e importancia económica del sector textil y del vestido en México. *Redalyc*, Cárcamo Solís, María de Lourdes; Arroyo López, María del Pilar Ester; (2010). La evolución histórica e Enero-Junio, 51-68.
- Cuatrecasas, L. (2005). *Gestión integral de la calidad. Implantación, control y certificación*. España: Rotapapel.
- Deming, E. (1982). *Quality, Productivity and Competitive Position*. Michigan.
- Departamento de formación de Lex Nova. (2009). *Curso Práctico sobre las finanzas básicas en la empresa*. Valladolid: Lex Nova.
- E. Porter, M. (2005). *Estrategia competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. México: Continental.
- Gutiérrez Garza, G. (2000). *Justo a Tiempo y Calidad Total, Principios y Aplicaciones*. . Monterrey, Nuevo León, México: Ediciones Castillo S. A. de C. V.
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México: Mc Graw Hill.
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. México: Mc Graw Hill.

- Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México: McGraw-Hill Interamericana. Retrieved Diciembre 10, 2015
- Montaudon Tomas, C. (2010, Mayo-Agosto). Explorando la noción de calidad. *Acta Universitaria*, 50-56.
- Montgomery, D. C. (2011). *Control estadístico de la calidad*. México: Limusa Wiley.
- Niño Luna, L., & Bednarek , M. (2010, Noviembre). *Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas*. Retrieved from Concyteg: http://www.concyteg.gob.mx/ideasConcyteg/Archivos/65042010_METODOLOGIA_IMPLM_SIST_MANUFAC_ESBELTA_PYMES.pdf
- R. Evans, J., & M. Lindsay, W. (2009). *Administración y control de la calidad*. México: Cengage Learning.
- Reyes Aguilar, P., & Simón Domínguez, N. (2001). Los círculos de control de calidad en empresas de manufactura en México. *Contaduría y Administración*, 37-60.
- Santesmases Mestre, M. (2012). *Marketing. Conceptos y estrategias*. Madrid: Pirámide.
- Standardization, I. O. (2008). *ISO9000*.
- Welsch, G. A., Hilton, R. W., Gordon, P. N., & Rivera Noverola, C. (2005). *Presupuestos. Planificación y control*. México: Person Educación.

Anexos

