



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Institución Autorizada

Departamento de Ingeniería Industrial

**TESIS EN OPCION DEL GRADO ACADÉMICO DE MÁSTER
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
MENCIÓN CALIDAD**

Título:

**“Procedimiento para el Mejoramiento de la Calidad de los Procesos,
Aplicación en la Empresa Química de Cienfuegos, UEB Polialba”**

EISSA ABDULLAH AHMED AL YOUSEFI

Cienfuegos

2009



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Institución Autorizada

Departamento de Ingeniería Industrial

**TESIS EN OPCION DEL GRADO ACADÉMICO DE MÁSTER
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
MENCIÓN CALIDAD**

Título:

**“Procedimiento para el Mejoramiento de la Calidad de los Procesos,
Aplicación en la Empresa Química de Cienfuegos, UEB Polialba”**

Autor: ING. EISSA ABDULLAH AHMED AL YOUSEFI

Tutor: DR.C. RAMÓN A. PONS MURGUÍA

Cienfuegos

2009

ÍNDICE	pag
Resumen	
Introducción	1
Capítulo I: “ Marco Teórico y Referencial de la Investigación ”	5
1.1. Introducción	5
1.2. Los enfoques de calidad	5
1.3. Conceptos teóricos de los procesos	7
1.3.1 Tipos de procesos	10
1.4. Mejoramiento de la calidad del producto mediante la reducción de la variación en los procesos	11
1.4.1. Variación natural y variación asignable	11
1.4.2. El mejoramiento del proceso, las personas y la Gestión de la Calidad Total	12
1.5. Involucramiento de los trabajadores en el proceso de mejoramiento continuo	14
1.6. Selección de los aspectos que se deben mejorar	15
1.7. Costos de la mala calidad	16
1.8. El ciclo General de Gestión	17
1.8.1. El ciclo Shewhart y Deming	17
1.8.2. El ciclo PHVA	18
1.8.3. El ciclo VA-PHVA	18
1.8.4. La historia del QC	18
1.8.5. Relación entre mejoramiento y control	19
1.8.6. Beneficios del ciclo de mejoramiento PHVA	20
1.9. Procedimientos de Mejora de Proceso: Análisis críticos	20
1.10. Conclusiones del capítulo	26
Capítulo II: “ Fundamentación del Procedimiento para el Mejoramiento de la Calidad de los Procesos ”	27
2.1. Introducción	27
2.2. Concepción teórica del mejoramiento de la calidad de los procesos	27
2.3. El ciclo PHVA modificado y mejorado	29
2.4. Descripción del procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos	31

2.5. Herramientas para la mejora de la calidad	34
2.6. Conclusiones del capítulo	48
Capítulo III: “Aplicación del Procedimiento para el Mejoramiento de la Calidad de los Procesos”	49
3.1. Introducción	49
3.2. Breve caracterización de la Empresa y análisis de la situación actual	49
3.3.1. Breve caracterización de la Empresa	49
3.3.2. Algunos elementos de la situación actual de la Empresa	51
3.3. Selección del objeto de análisis	51
3.4. Aplicación del procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos	51
3.4.1 Etapa de Planear	51
3.4.2. Etapa de Hacer	66
3.4.3. Etapa de Verificar	66
3.4.4. Etapa de Actuar	67
3.5. Conclusiones del capítulo	68
Conclusiones	69
Recomendaciones	70
Referencias Bibliografía	71
Bibliografía	73
Anexos	

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivos mostrar la aplicación de un procedimiento de mejora continua así como métodos estadísticos y herramientas de gestión al mejoramiento de la calidad de las bolsas plásticas que se elaboran en la Empresa Química de Cienfuegos.

En el trabajo se explican la aplicación de los análisis de causas raíces, de capacidad del proceso y de software estadístico, así como la formulación de planes de mejora y control.

Finalmente se mide el progreso de la mejora.

Palabras clave: Mejora de la Calidad, Control de Procesos, Métodos Estadísticos y Software Estadístico.

ABSTRACT

The objective of this investigation is to show the application of a continuous improvement procedure, like wise statistical methods and quality improvements tools are used to improve the quality of the plastic bags that are made in the Chemical Factory of Cienfuegos.

Root cause analyses, process capability, and statistical software applications as well as improvement and control plans formulations are explained.

Finally, improvement progress is measured.

Key words: Quality Improvement, Process Control, Statistical Methods and Statistical Software.

INTRODUCCION

Hoy en día las economías son cada vez más interdependientes; desde la irrupción japonesa en el mercado mundial, nadie puede estar tranquilo sobre el trono que en un momento dado pudo construirse. El motor impulsor de esta vorágine ha sido la calidad. La elevación de la calidad debe posibilitarse por el control sistemático y el análisis constante de la actividad de la empresa, análisis que ha de poner de manifiesto los desajustes en el trabajo, las pérdidas por producciones defectuosas y por disminución de los niveles cualitativos, así como revelar las causas de que se elabore una producción de manera no rentable para la organización y que no satisfaga a los clientes.

La teoría y la práctica internacionales confirman la necesidad de *mantener una alta calidad en los procesos*, siendo esta condición en muchos casos poco lograda. Casi siempre, a falta de control sobre ellos, muchos se hacen obsoletos, dejan de agregar valor y de ser competitivos, no adaptándose a los cambios que experimentan las necesidades de los clientes (Villa, Eulalia, 2006).

La rapidez de la evolución tecnológica, en combinación con el alza de las expectativas de los clientes, ha creado presiones competitivas globales sobre los costos y la calidad. Estas presiones han estimulado la exploración de los procesos transversales, para identificarlos, comprenderlos y mejorar su funcionamiento (Juran, 2001).

Un número considerable de empresas, tanto a nivel mundial como nacional, entre las que se destacan las empresas de construcción de maquinarias, emplean enfoques poco estructurados para la mejora de la calidad de sus procesos. Estos enfoques son tomados de la literatura científica sobre el tema, sin detenerse a valorar, entre otros aspectos, la naturaleza de sus procesos y la

manera de gestionarlos, la cultura de la organización, la orientación estratégica, los estilos de liderazgo imperantes y los enfoques para gestionar la calidad (Evans, 2000; Gómez Dorta, 2001; Juran, 2001; Pons, 1994; Sangüesa, Marta, 2005). Los objetivos funcionales entran en conflicto con las necesidades de los clientes, que deben ser servidos por procesos transversales. Además, los procesos generan una variedad de derroches tales como plazos finales no cumplidos, desechos de fábrica, indemnizaciones y gastos de garantía, entre otros. Tampoco se modifican con facilidad, en respuesta al entorno en continuo cambio. En consecuencia, existe una necesidad de mejorar estos procesos para servir mejor las necesidades de la sociedad.

Partiendo de todo lo anterior y de la importancia de la mejora de la calidad para el desarrollo de las empresas cubanas, sobre todo si se trata de áreas tan importantes como la producción de bienes y servicios vitales para la población, se define **el problema científico de la investigación** de la forma siguiente:

En la Empresa Química de Cienfuegos UEB Polialba no posee procedimiento para la mejora de la calidad de los procesos, que permita reducir los defectos en la producción, así como las fallas en los equipos que forman parte de la operación para mejorar su efectividad.

Se plantea la **hipótesis** siguiente:

Mediante la aplicación del procedimiento de la mejora de calidad en el proceso de fabricación de bolsas de Polietileno, será posible la identificación de las causas raíces que provocan no conformidades y otros derroches, así como la eliminación preventiva de dichas causas.

Esta hipótesis quedará validada si se comprueba que:

1. El instrumental metodológico propuesto es aplicable en el objeto de estudio práctico seleccionado.

2. La aplicación del procedimiento permite identificar y eliminar, de manera preventiva, las causas raíces que provocan los problemas de calidad en los procesos.
3. Es evidente una mejora, en términos de reducción de desechos, en los procesos seleccionados.

Es por esto que el trabajo se plantea como **objetivo general**:

Aplicar un procedimiento de mejora continua, fundamentado científicamente, que haga posible reducir los índices de rechazo en el proceso productivo y preservar los efectos de la mejora en la fábrica de bolsas de polietileno POLIALBA.

Con los **objetivos específicos** siguientes:

1. Construir las bases teórico – referenciales de la investigación, derivadas de la consulta y el análisis de la literatura actualizada sobre el tema.
2. Fundamentar el procedimiento seleccionado y describir las herramientas asociadas.
3. Aplicar el procedimiento para el mejoramiento de la calidad en el proceso objeto de estudio seleccionado.
4. Proponer un plan para la mejora del proceso objeto de estudio, en correspondencia con las principales oportunidades de mejora identificadas.

El **valor teórico** del trabajo se fundamenta en el tratamiento teórico de los postulados y conceptos del mejoramiento de la calidad, así como la adaptación de aportes anteriores en un procedimiento concebido y validado durante la investigación.

La integración de conceptos, enfoques y herramientas en un procedimiento de trabajo que se ha aplicado varios objetos de estudio, fundamenta su **valor metodológico**.

El valor práctico del trabajo está dado por la factibilidad de su aplicación y la mejora obtenida, así como la facilidad de ser utilizado en otros objetos de estudio.

El **aporte social** del trabajo consiste en la aplicación de un procedimiento que permite adoptar medidas encaminadas a la mejora de la calidad de un producto de alta demanda por la población, con vistas a satisfacer sus necesidades, así como la reducción de los índices de rechazo que deben ser adquiridos con divisas.

Los **métodos** empleados en la investigación son: el dialéctico, el experimental, la observación, el análisis y la síntesis, así como los métodos estadístico-matemáticos. El trabajo está constituido por la introducción, el desarrollo que contiene tres capítulos, las conclusiones generales y las recomendaciones, así como la relación de las referencias bibliográficas, bibliografía empleada y los anexos.

En el capítulo 1, “**Marco teórico y referencial de la investigación**”, se realiza un estudio en relación con los diferentes enfoques sobre el mejoramiento de los procesos, llegándose a conclusiones sobre su necesidad y actualidad, para dar respuesta a los objetivos de la investigación.

En el capítulo 2, “**Fundamentación del procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos**”, se desarrolla la fundamentación del procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos y la descripción de algunas herramientas, fundamentalmente que se utilizan no sólo para la mejora, sino para realizar de manera integral la gestión de los procesos.

En el capítulo 3, “**Aplicación del procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos**”, se realiza la validación del procedimiento tomando como objeto de estudio, el proceso de fabricación de bolsas plásticas de la Empresa Química de Cienfuegos.

1.1 Introducción

La calidad del proceso es un indicador acerca de qué tan bien concuerdan los bienes y servicios proporcionados por los procesos de transformación con sus especificaciones de diseño, y cómo logran satisfacer estos, las necesidades de los clientes de un modo que resulte rentable para las empresas y la sociedad.

En este capítulo se estudiarán las herramientas para la gestión de los procesos, basados en los trabajos de expertos tales como Deming[1], Juran[2] y Crosby[3]. Se analizarán herramientas y tácticas para: (1) identificar, con la mayor rapidez posible, los problemas que se presenten en los procesos de transformación, (2) resolver estos problemas, y (3) mejorar los procesos de transformación. Estas herramientas pueden ser muy efectivas en manos de trabajadores bien entrenados. Los esfuerzos continuos para mejorar los procesos de transformación conducen al mejoramiento de la calidad del producto, a un ambiente laboral más seguro y a menores costos en la producción. En muchos casos, la empresa puede aumentar su capacidad efectiva sin comprar equipo adicional, contratar más personal ni ampliar las instalaciones. La relación entre la calidad de los procesos de transformación de una empresa y su capacidad para competir es estrecha y directa[4].

El hilo conductor para el desarrollo de este capítulo aparece en la Figura 1.1, la cual muestra que la mejora de la calidad del producto requiere, entre otros aspectos, conocer el proceso, analizar la variación en los procesos, involucrar a los trabajadores en dicho proceso de mejora, así como establecer prioridades en los aspectos a mejorar, basándose en el empleo de los costos de calidad, así como otras herramientas y técnicas cuyo uso tiene como fundamentación teórica el Ciclo General de Gestión (Planear-Hacer-Verificar-Actuar). Finalmente se realiza un análisis comparativo y crítico de los procedimientos de mejora propuestos por diferentes autores destacando el procedimiento propuesto para la realización de esta investigación.

1.2 Los enfoques de calidad

Calidad es un término difícil de definir, principalmente porque se ha mantenido en constante evolución, por lo que cada definición que se presente debe insertarse en el contexto de la época en que fue desarrollada. Desde el inicio de la industria, la calidad se planteó *como forma de medir las características del producto en relación con las funciones para las que fue fabricado*; de esta forma su concepción y definición son adoptadas como puntos centrales de un modelo de administración.

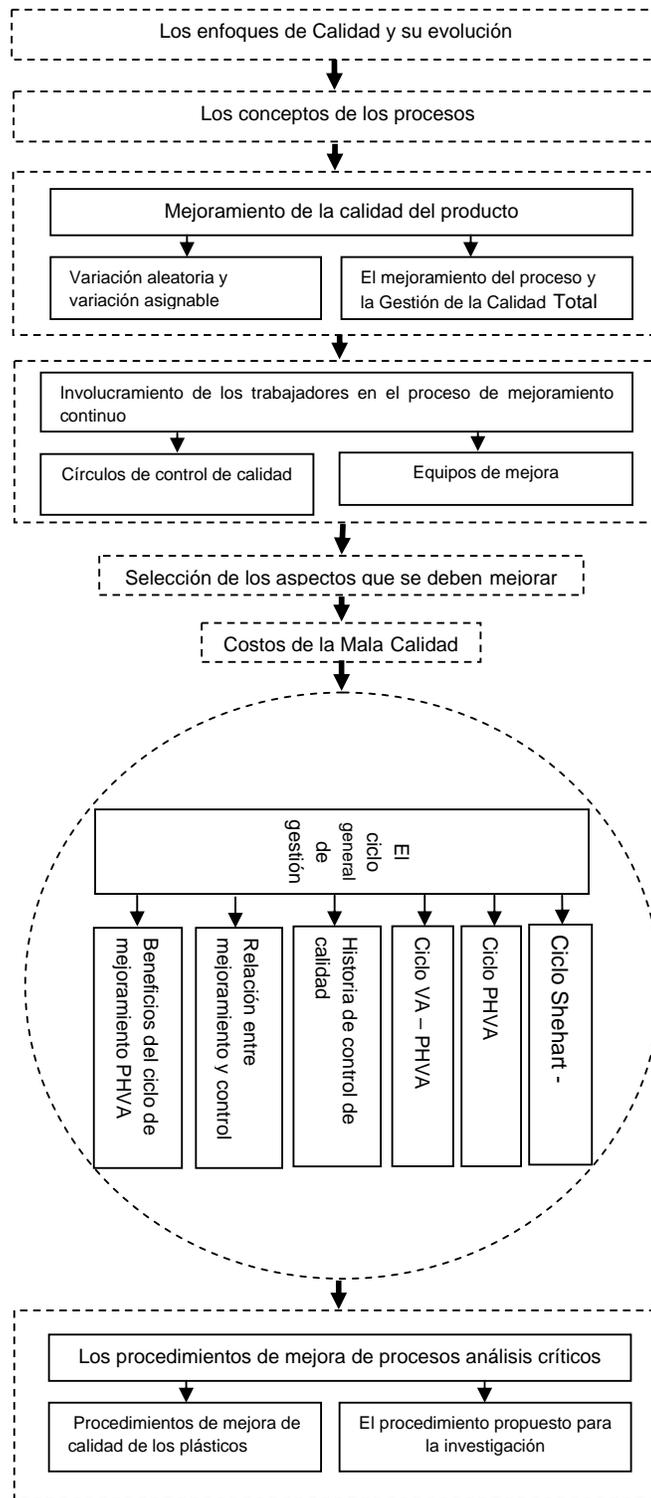


Figura 1.1 Hilo conductor del marco teórico

Fuente: Elaboración propia

Edwards Deming[1], considerado como el “padre de la calidad total”, definió la calidad de los productos como un grado predecible de uniformidad que proporciona fiabilidad a bajo costo

en el mercado, lo que resumió en la frase: “*hacer las cosas bien, a la primera y siempre*”. Para Juran[2], la calidad tiene que ver con la función que cumple el producto, pues *calidad representa la adecuación de producto al uso requerido*.

Kaoru Ishikawa[5], en la calidad no cuesta, señala que *la calidad constituye una función integral de toda organización, es el resultado de un control como “cumplir con los requisitos del cliente”*

Por otro lado, la norma ISO 9000:2005[6], se define la calidad *como el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos*. Donde se especifica los siguientes:

Característica: *Rasgo diferenciador*.

Requisitos: *Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria*.

Inherente: *Significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente*.

Como se puede apreciar en las definiciones anteriores y en la tabla 1.1, el concepto de calidad está enfocado a la satisfacción del cliente, y para lograr esta satisfacción es necesaria la mejora de los procesos.

1.3 Conceptos teóricos de los procesos

Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que, partiendo de uno o más inputs (entradas) los transforma, generando un output (resultado).

Aunque existen muchas definiciones de proceso, el concepto subyacente es: *un conjunto de actividades destinadas a generar valor añadido sobre las entradas para conseguir un resultado que satisfaga plenamente los requerimientos de los clientes*.

Según la norma ISO 9000: 2005: “*Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entradas en resultados*”[7]. La misma norma especifica los siguientes aspectos:

- Los elementos de entrada de un proceso son generalmente resultados de otros procesos.
- Los procesos de una organización son planificados y puestos en prácticas bajo condiciones controladas para aportar valor.
- Un proceso en el cual la conformidad del producto resultante no pueda ser fácil o económicamente verificada, se denomina habitualmente “*proceso especial*”.

Tabla 1.1 Evolución de la calidad

Evolución de la Calidad		
ETAPA	CONCEPTO	FINALIDAD
Artesanal.	Hacer las cosas bien independiente del coste o esfuerzo necesario para ello.	Satisfacer al cliente y al artesano, por el trabajo realizado. Crear un producto único.
Revolución Industrial.	Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad (se identifica producción con calidad).	Satisfacer una gran demanda de bienes y obtener beneficios.
Segunda Guerra Mundial	Asegurar eficacia de armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción (eficacia + plazo = calidad).	Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso.
Post-guerra (Japón).	Hacer cosas bien a la primera.	Minimizar costos mediante la Calidad, Satisfacer al Cliente, ser competitivo.
Post-guerra (resto del mundo).	Producir, cuanto más mejor.	Satisfacer la gran demanda de bienes causado por la guerra.
Control de Calidad.	Técnicas de inspección en producción para evitar la entrega de bienes defectuosos.	Satisfacer las necesidades técnicas del producto.
Aseguramiento de la Calidad.	Sistemas y procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos.	Satisfacer al cliente, prevenir errores, reducir costos, ser competitivo.
Calidad Total.	Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente.	Satisfacer las necesidades tanto del cliente externo como interno.

Fuente: Orrego, M. (2004).

Según Juran [8] *un proceso de empresa, ya sea de manufactura o de servicio o ambas, es la organización lógica de personas, materiales, equipamiento, finanzas, energía, información,*

que interactúan con el ecosistema y están diseñadas en actividades de trabajo encaminadas al logro de un resultado final deseado (*Satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes*). El mismo autor establece que existen tres dimensiones principales para medir la calidad del proceso: *efectividad, eficacia y adaptabilidad*. Juran define la **Efectividad**: cuando las salidas del proceso satisfacen los requerimientos de los clientes. **Eficacia**: cuando el proceso es efectivo al menor coste.

Adaptabilidad: cuando el proceso se mantiene efectivo y eficaz frente a los muchos cambios que ocurren en el transcurso del tiempo.

Las actividades de cualquier organización pueden ser concebidas como elementos componentes de un proceso determinado. De esta manera, cuando un cliente entra en un comercio para efectuar una compra, cuando se solicita una línea telefónica, un certificado de calificaciones o la inscripción de una patente en el registro correspondiente, se están activando procesos cuyos resultados deberán ir encaminados a satisfacer una demanda.

Desde este punto de vista, una organización cualquiera puede ser considerada como un sistema de procesos, relacionados entre sí, en los que buena parte de los entradas serán generados por proveedores internos, y cuyos resultados irán frecuentemente dirigidos hacia clientes también internos.

Esta situación hará que el ámbito y alcance de los procesos no sea homogéneo, debiendo ser definido en cada caso cuando se aborda desde una de las distintas estrategias propias de la gestión de procesos. Esto quiere decir, que a veces no es tan evidente dónde se inicia y dónde finaliza un proceso, siendo necesario establecer una delimitación a efectos operativos, de dirección y control del proceso.

Un proceso puede ser realizado por una sola persona, o dentro de un mismo departamento. Sin embargo, los más complejos fluyen en la organización a través de diferentes áreas funcionales y departamentos, que se implican en aquél en mayor o menor medida.

El hecho de que en un proceso intervengan distintos departamentos dificulta su control y gestión, diluyendo la responsabilidad que esos departamentos tienen sobre el mismo. En una palabra, cada área se responsabilizará del conjunto de actividades que desarrolla, pero la responsabilidad y compromiso con la totalidad del proceso tenderá a no ser tomada por nadie en concreto sino por todos.

Evidentemente, la organización funcional no va a ser eliminada. Una organización posee como característica básica precisamente la división y especialización del trabajo, así como la coordinación de sus diferentes actividades, pero una visión de la misma centrada en sus procesos permite el mejor desenvolvimiento de los mismos, así como la posibilidad de

centrarse en los receptores de las salidas (outputs) de dichos procesos. Por lo tanto al efectuar una mejora debe participar todos aquellos departamentos que están involucrados en el proceso.

1.3.1 Tipos de Procesos. Mapas de Procesos

Toda organización puede representarse como una compleja red de elementos que realizan actividades que les permiten interrelacionarse unas con otras para alcanzar los fines (misión) del sistema. Cada una de estas interrelaciones puede representarse y gestionarse como un proceso[9].

Atendiendo a su finalidad, los procesos pueden clasificarse en tres categorías:

Procesos estratégicos, Procesos operativos, y Procesos de soporte. De este modo han quedado representados en la figura 1.2



Figura 1.2: Tipos de procesos.

Procesos estratégicos: Son procesos destinados a definir y controlar las metas de la organización, sus políticas y estrategias. Permiten llevar adelante el desarrollo de la organización. Se encuentran relacionados directamente con la misión/ visión de la organización. Involucran personal de primer nivel de la organización. Afectan a la organización en su totalidad. Entre algunos ejemplos de ellos se tienen a la dirección

estratégica (tanto su formulación como su implantación), el control, Gestión de la calidad, entre otros.

Procesos operativos ó claves: Son procesos que permiten generar el producto/ servicio que se entrega al cliente, por lo que inciden directamente en la satisfacción del cliente final. Generalmente dependen del desempeño de más de una función. Son procesos que valoran los clientes y los accionistas[9].

Algunos ejemplos de este tipo de proceso son los relacionados con el desarrollo de productos, producción en general, logística integral y atención al cliente entre otros.

1.4 Mejoramiento de la calidad del producto mediante la reducción de la variación en los procesos

La calidad del proceso es perfecta cuando cada bien o servicio producidos por el proceso de transformación satisfacen cada valor especificado en el diseño del producto. Cuanto más se desvíe un producto de sus valores objetivos, más deficiente será su calidad, en consecuencia, la meta del control del proceso es minimizar estas desviaciones. Infortunadamente, es imposible eliminar completamente todas las desviaciones de los valores objetivos, puesto que la producción lograda en cualquier proceso experimenta variaciones, a menos que el diseño de los productos y procesos sea *robusto* [10][11][12][13].

1.4.1 Variación natural y variación asignable

Algunas variaciones pueden atribuirse a causas específicas, como instalaciones imperfectas, materias primas defectuosas, daño de herramientas y entrenamiento deficiente. Estas causas contribuyen a la **variación asignable**. Después de suprimir la variación originada por causas asignables, todavía se mantendrá algún tipo de variación. La fuente de esta variación se halla en un conjunto de factores aleatorios. Por separado, tales causas aleatorias producen cantidades mínimas de variación, pero su interacción conjunta puede llevar a niveles más sustanciales de variación. Entre los ejemplos de **variación natural** se encuentran los cambios ambientales (fluctuaciones eléctricas, cambios en la temperatura y la humedad, entre otros) y la variación inherente propia del diseño de los equipos y la tecnología que emplean [14][15][5][2].

En un proceso, la variación que no puede asignarse a causas específicas se denomina variación natural. En general, no se necesita modificar mucho los equipos para rastrear y suprimir la variación originada por causas asignables. Esto no sucede con la variación natural; en efecto, es imposible eliminar por completo esta variación[5][16][17].

¿Quién debe enfrentar estos tipos de variación? La respuesta es todos, no obstante, Deming[18] sugiere que *a la Alta Dirección le corresponde enfrentar la variación natural y la fuerza laboral debe encarar la variación asignable.*

La variación natural está en función del proceso, y sólo puede reducirse si se introducen cambios físicos en el mismo. Normalmente, no se delega en los trabajadores las decisiones estratégicas para invertir en más tecnología, en especial, cuando están de por medio decisiones presupuestales. Los *cambios en el proceso* también pueden dar lugar a cambios en *el diseño del producto, los materiales, la calificación de la fuerza laboral, el diseño del cargo*, entre otros aspectos. Las implicaciones de estos cambios hacen que *reemplazar el proceso sea estratégicamente sensible* [19][20][21].

La variación asignable es el resultado de cambios no aleatorios en el proceso. Quienes se hallan más cercanos al proceso están en mejor posición para reconocer cuándo se presenta la variación; también tienen un conocimiento más profundo del proceso y, por tanto, pueden identificar la causa para eliminarla o reducir la variación asignable. Sin embargo, para que esto tenga éxito se debe entrenar a la fuerza laboral, debe delegársele autoridad y darle confianza para actuar; de otro modo, no habrá mejoramiento o cambio [22][16].

Cuando es necesario mejorar varios procesos, ¿cuál se debe mejorar en primer lugar? La respuesta es mejorar el proceso que crea la mayor ganancia positiva neta para el cliente. Al principio quizá no sea fácil de identificar, pero una buena comprensión de los procesos y los clientes facilitará esta tarea. Sin embargo, la empresa debe poner algunas condiciones: la ganancia debe lograrse con relativa rapidez, originar beneficios obvios para el cliente y concordar con la estrategia a largo plazo de la empresa. Hacer cambios sin tener en cuenta los objetivos a largo plazo puede debilitar a la empresa. Esto se aplica, de igual modo a la eliminación de las causas de variación natural y asignable[21].

1.4.2 El mejoramiento del proceso, las personas y la Gestión de la Calidad Total

La Gestión de la Calidad Total (GCT) indica que el mejoramiento continuo del proceso es un aspecto vital. Durante muchos años se ha señalado que el mejoramiento del proceso es un factor muy importante. El modo de organizar y apoyar el esfuerzo de mejoramiento es esencial.

En primer lugar, se examinarán brevemente las bases filosóficas de la organización y práctica del mejoramiento del proceso. La GCT puede parecer un concepto relativamente nuevo, pero su origen se remonta a más de 40 años, con el trabajo realizado por A.V. Feigenbaum [23] y otros expertos estadounidenses en control de calidad. Feigenbaum definió el Control de la

Calidad Total como *un sistema efectivo para integrar el desarrollo y la calidad, el mantenimiento y la calidad, y los esfuerzos de mejoramiento de modo que el marketing, la ingeniería, la producción y el servicio puedan mantenerse en los niveles más económicos para conseguir la satisfacción total de los clientes*. Aunque Feigenbaum exigió la participación de todos los departamentos en el control de la calidad, el papel principal se le asignó a los especialistas en control de calidad. Este punto de vista de gestión y control de la calidad todavía prevalece en muchas empresas del mundo.

Últimamente, los japoneses han establecido una perspectiva mucho más amplia de la gestión de la calidad, denominada control de calidad en toda la empresa (CCTE). La norma industrial japonesa Z8101-1981 define el Control de Calidad como *un sistema de medios para fabricar productos o servicios a menor costo y que satisfagan las exigencias de los clientes... [Que] necesita la cooperación de todos los empleados de la compañía, incluye la alta gerencia, los administradores, los supervisores y los trabajadores en todas las áreas de la actividad corporativa*. Así, la empresa se compromete con la calidad y cada aspecto del proceso de valor agregado se halla sujeto al mejoramiento de la calidad. Irónicamente, las raíces del CCTE se encuentran en un estadounidense: W. Edwards Deming. En 1946, el gobierno norteamericano lo envió a Japón para ayudar en programas de reindustrialización. Deming inspiró a los japoneses e inició una revolución de la calidad que todavía está vigente. Según las enseñanzas de Deming, *la calidad es la ausencia predecible del error, como resultado orientado hacia el cliente, que sólo se logra cuando la administración decide enfrentar los errores ligados al sistema de la producción, en vez de culpar a los trabajadores por la producción deficiente... éste es un proceso interminable de mejoramiento continuo que, a largo plazo, rebasará los costos unitarios, mejorará la productividad y, por último, la rentabilidad* [18].

Las repercusiones de estas nuevas filosofías de gestión, relativas al manejo de los procesos, son muy importantes. El mejoramiento está a cargo de personas que tienen pleno conocimiento de los efectos y las *implicaciones del cambio*. Estas personas deben tener *autoridad* para realizar los cambios y contar con el apoyo de los superiores, los subordinados y los colegas. Así mismo, deben poseer el deseo de mejorar continuamente. Esta *motivación* debe estar apoyada por la *evaluación del desempeño* y los *sistemas de recompensas* que sustenten el hecho y, acepten, sin penalizar, los fracasos producidos en el intento de implantar el mejoramiento. Teniendo presente estas condiciones, es posible observar cómo se organiza una empresa para introducir el mejoramiento continuo de los procesos [24][25][26][26].

Involucramiento de los trabajadores en el proceso de mejoramiento continuo

El primer paso tendente a suprimir las variaciones es obtener información acerca de los problemas: en qué consisten y dónde se presentan. Los trabajadores de la planta de producción casi siempre pueden identificar las causas de la variación asignable y eliminar esos problemas debido a que están familiarizados con los procesos de transformación. Sin embargo, la pregunta importante es, ¿qué hacen los trabajadores con la información recopilada? Si se utiliza de manera apropiada, puede contribuir positivamente a los esfuerzos de mejoramiento continuo de la empresa. Existen muchas maneras de organizar en grupos a los trabajadores e involucrarlos en los esfuerzos de mejoramiento del proceso. En la Tabla 1.2, se muestra un resumen de los diferentes tipos de equipos de trabajo sobre calidad.

Tabla 1.2 Resumen de tipos de equipos de trabajo sobre calidad

	Equipos para proyectos de calidad	Círculos de calidad	Equipo sobre calidad de los procesos del negocio	Equipos autónomos
Objetivos	Resolver problemas de calidad multifuncionales.	Resolver problemas internos de un departamento.	Planificar, controlar y mejorar la calidad de procesos clave multidepartamentales.	Planificar, ejecutar y controlar una tarea hasta alcanzar los resultados previamente definidos.
Miembros del equipo	Combinación de directivos, profesionales y operarios de varios departamentos.	Primeramente, operarios del departamento.	Primeramente, directivos y profesionales de varios departamentos.	Primeramente, personal de las áreas de trabajo afectadas.
Carácter de la pertenecía al equipo y tamaño	Obligatoria; 4 – 8 miembros.	Voluntaria; 6 – 12 miembros.	Obligatoria; 4 – 6 miembros.	Obligatoria; todos los del área de trabajo (6 – 18).
Continuidad	El equipo se deshace después del proyecto.	El equipo es permanente.	Permanente.	Permanente.
Otros nombres	Equipos de mejora de calidad.	Equipos de participación / involucración del empleado.	Equipos de dirección del proceso de negocio; equipos de procesos.	Equipos autocontrolados; equipos semiautónomos.

Fuente: Juran, J.M. Manual de Calidad. Quinta edición. McGraw – Hill.2001

1.5 Selección de los aspectos que se deben mejorar

¿Cómo se seleccionan los aspectos a mejorar? Cada organización tendrá un *iceberg de mala calidad* de problemas visibles y ocultos. Se necesita saber cuáles son esos problemas. La figura 1.3 muestra un *iceberg de mala calidad*. Esta figura muestra el iceberg de problemas que pueden existir en una organización. Por lo común, podemos estar atacando los problemas que existen, sin percatarse de los numerosos problemas ocultos, ni de las oportunidades para un mejoramiento. Estas oportunidades, si se dejan sin resolver, pueden conducir a un desperdicio, a costos más elevados y a la insatisfacción del cliente, lo que da por resultado negocios perdidos; una organización bien administrada debe tener un iceberg pequeño. Antes de empezar a mejorar, es necesario establecer las prioridades, de lo contrario, tal vez habrá demasiadas cosas que hacer[27][28].

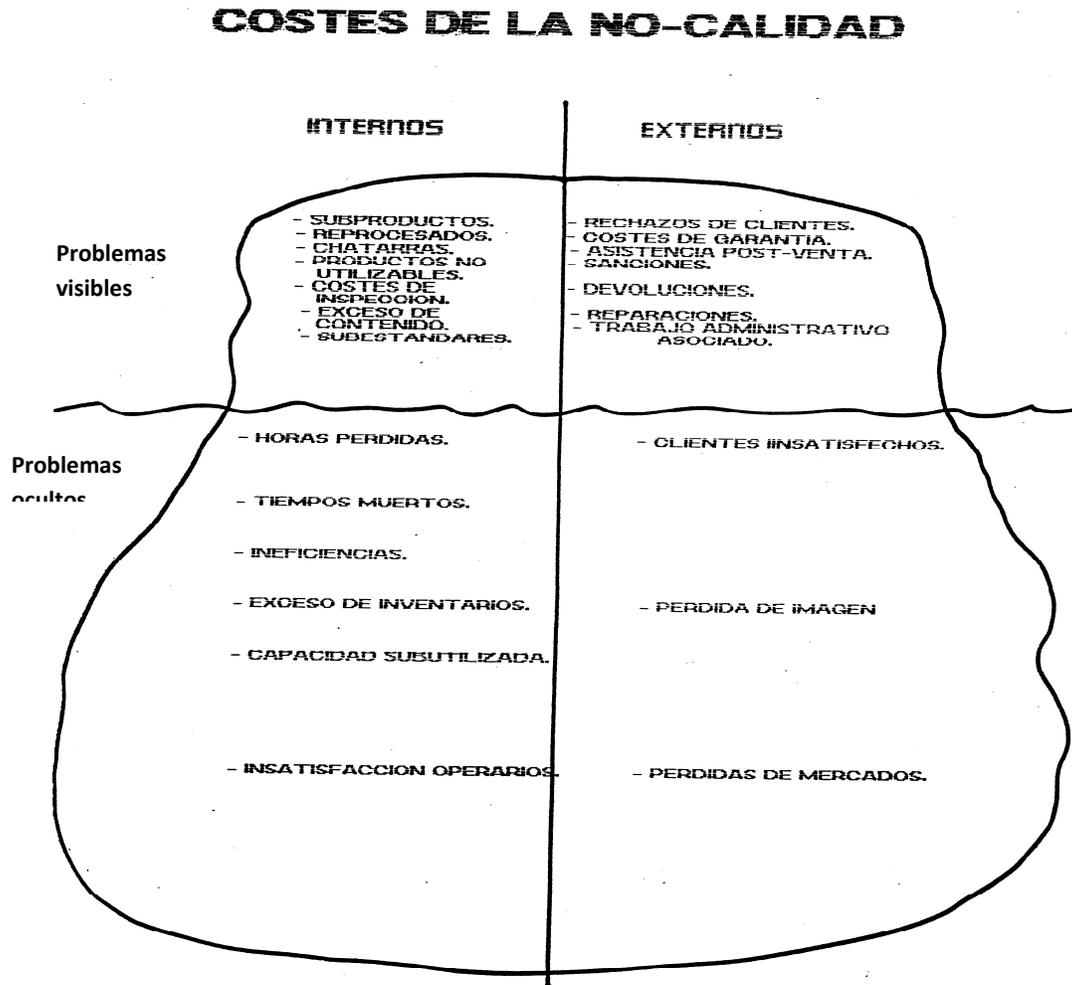


Figura 1.3 Costes de la no-calidad. (*Iceberg* de la mala calidad)

Fuente: Pons, R.; Villa, Eulalia, 2006, p.125.

1.6 Costos de la mala calidad

Los varios aspectos que se muestran en el iceberg de la mala calidad se pueden pormenorizar, agrupar y convertir en dinero desperdiciado. Muchos consultores en el mundo emplean este método. Fue popularizado por Feigenbaum y Juran y se conoce como costos de la calidad. Otros lo llaman costos de la no calidad, lo que es más apropiado; una descripción mejor es, costos de la mala calidad.

Juran, habla de tres tipos de costos: costos de las fallas internas, costos de las fallas externas y costos de prevención. Manifiesta que se puede lograr que estos costos disminuyan sobre una base continua. Ciertamente, es una forma de atraer la *atención de la Alta Dirección* para que *inicie un programa de mejoramiento de la calidad*, es decir, para que éste se enfoque en el

dinero desperdiciado. En muchas empresas, ésta es la única forma de atraer la atención de la gente. Sin embargo, los enfoques modernos hacen énfasis, y así lo considera este autor, que la calidad mejora porque hay un poderoso impulso hacia la perfección y la satisfacción del cliente, lo que da por resultado una creciente participación en el mercado y se obtienen mayores utilidades.

Hitoshi Kume [29] se opone a la noción de costos de la calidad. Argumenta que las compañías occidentales están tan preocupadas por identificar los costos de la calidad, que parece que se tiene la impresión de que las actividades de control de calidad no pueden existir. Continúa diciendo que ha tratado de introducir este concepto en Japón y han fracasado, en parte, debido a que es imposible incluir toda la información de la calidad de una compañía en los costos de la calidad.

Lo más importante que necesita hacer la gerencia es asegurarse de que el diseño, la producción, la mercadotecnia y el producto satisfagan las necesidades del cliente. Por tanto, aun cuando el costo no se podría reducir sobre una base continua, los costos de calidad mejorados no son necesariamente un indicio de una administración exitosa. El éxito sólo puede provenir del desarrollo continuo y la introducción de nuevos productos que satisfagan las necesidades del cliente, porque *la pérdida más grande, probablemente, es la pérdida de la participación de mercado y los costos de la calidad no miden este aspecto.*

En resumen, no se recomienda la laboriosa recopilación de datos sobre el costo de la mala calidad. Sin embargo, podría ser útil en un departamento específico cuyos costos de la mala calidad son muy elevados. Un buen sistema de gestión se enfocará automática y continuamente en las mejoras. En forma concurrente, el enfoque debe estar orientado al desarrollo de productos y servicios que satisfagan y excedan las necesidades del cliente.

1.7 El Ciclo General de Gestión

Este ciclo fue desarrollado originalmente por Shewhart, el creador del control estadístico de la calidad, fue popularizado por Deming y a menudo se le llama Ciclo Deming. Debe su nombre a que contiene las cuatro funciones generales de la Administración. Han surgido numerosas versiones, que de manera breve se explican a continuación

1.8.1 El ciclo Shewhart y Deming

Es un ciclo diseñado para ayudar a mejorar un proceso. También está diseñado para utilizarse como un procedimiento que permite averiguar las causas de los problemas, mediante un análisis estadístico. Se divide en cuatro pasos, como sigue:

1. ¿Qué es lo que se va a lograr?, ¿qué datos hay disponibles?, ¿son necesarias nuevas observaciones? De ser así, hay que planear y decidir las formas de obtener más datos.
2. Llevar a cabo el cambio que desea lograr, de preferencia, en pequeña escala.
3. Observar los efectos del cambio.
4. Estudiar los resultados: ¿qué se puede aprender o predecir?

1.8.2 El ciclo PHVA

El ciclo PHVA es muy similar al ciclo Deming. Las cuatro palabras, planear, hacer, verificar, actuar, describen muy bien las etapas de trabajo y se exponen de una manera más explícita como sigue:

Planear. Determinar las metas y los métodos para alcanzarlas.

Hacer. Educar a los empleados y poner en práctica el cambio.

Verificar. Verificar los efectos del cambio: ¿se han alcanzado las metas?, de no ser así, volver a la etapa de *Planear*.

Actuar. Empezar la acción apropiada para institucionalizar el cambio.

La *limitación* de este enfoque en la práctica está dada por el hecho de que se requiere *analizar la situación actual* antes de iniciar la aplicación de este ciclo.

1.8.3 El ciclo VA-PHVA

El pensamiento que sustenta el ciclo VA-PHVA es que usted necesita verificar o analizar la situación actual antes de empezar a planear, hacer, verificar y actuar. La lógica es correcta, pero, *¿por qué no añadir simplemente un paso de análisis en el plan?* Ese fue el propósito original de Shewhart. Si se hace así, esto permitirá conservar el ciclo original PHVA.

1.8.4 La historia del QC

Este concepto trata de abrirse paso entre la *confusión de los diversos ciclos de mejoramiento* y proporciona una secuencia de actividades similar a la del ciclo VA-PHVA, sin emplear las palabras Planear, Hacer, Verificar, Actuar. Una advertencia sobre la historia del QC: muchas personas tienen la impresión de que la *historia del QC es el único medio de documentar un proyecto* una vez que está terminado. *Esto es erróneo*. Su propósito es utilizarlo como una

guía, paso a paso, para resolver un problema y como un procedimiento para documentar un proyecto terminado.

1.8.5 Relación entre mejoramiento y control

Al final de un ciclo de mejoramiento se tienen dos elecciones: poner bajo control el proceso mejorado, o iniciar otro ciclo de mejoramiento. En la figura 1.4 se ilustra este concepto. La naturaleza del proyecto que se lleva a cabo y otras prioridades influyen en la elección. El propósito de poner el proceso bajo control es conservar los mejoramientos que se han hecho, porque es muy fácil volver a caer en los antiguos hábitos y perder todo lo ganado. Por consiguiente, la capacitación y la documentación apropiadas son esenciales para ayudar a conservar los logros.

La alternativa de continuar con otro ciclo de mejoramiento, después de dejar el proceso bajo control, si no ahora, más adelante, requiere una buena documentación del proyecto actual, el análisis, la validación, las decisiones que se tomaron, los logros y lo que falta por mejorar. Si se cuenta con esa información, eso hará que el ciclo siguiente de mejoramiento sea más fácil y rápido. Los problemas que se presentan en las empresas cubanas y de los países en vías de desarrollo, en general, para adoptar alguna de las alternativas anteriores, se centran en una inadecuada gestión de los procesos, la falta de alineamiento de las estrategias con la gestión del día a día, el empleo no adecuado de enfoques y herramientas para el control de gestión, así como la aplicación insuficiente de modelos para gestionar los cambios que provoca todo proceso de mejora.

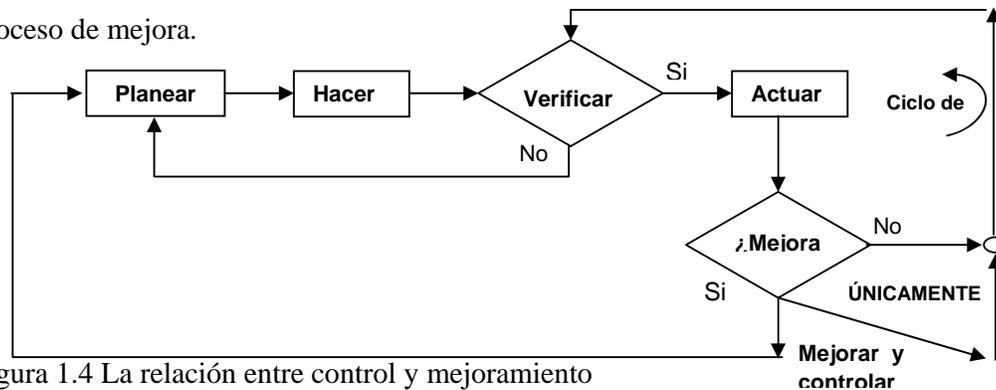


Figura 1.4 La relación entre control y mejoramiento

Fuente: Singh Soin, 1997, p.97.

1.8.6 Beneficios del ciclo de mejoramiento PHVA

El ciclo de mejoramiento PHVA brinda varios beneficios [30][9], entre los cuales se destacan los siguientes: 1) asegura un programa en el cual se ha convenido para la terminación del proyecto; 2) asegura el análisis, la verificación y la eliminación de los modos de fallos más

probables; 3) facilita la puesta en práctica de controles para supervisar y administrar el nuevo proceso mejorado; 4) crea las condiciones para la capacitación permanente y la actualización de la documentación que se requiere en cada ciclo de mejora; 5) evita la reaparición de las causas que provocan los problemas, mediante la estandarización de los procesos mejorados.

1.9 Procedimientos de Mejora de Proceso: Análisis críticos.

Según se pudo identificar durante la búsqueda bibliográfica existen varios procedimientos disponibles para realizar la mejora de procesos, pero son pocos en comparación con otras metodologías existentes para otros propósitos. A continuación se describen los pasos de las más representativas así como algunas observaciones necesarias[31].

1.9.1 Procedimiento propuesto por James G. Shaw [1997]

Este es un procedimiento que se basa en la experiencia práctica del autor en el área de la consultoría a empresas en mejoramiento de la producción y servicio a clientes. Como elementos positivos de este procedimiento se pueden destacar su orientación práctica y dirigida hacia la acción. Para el desarrollo de cada paso se proporcionan una serie de recomendaciones concretas que facilitan la aplicación del método. Sin lugar a dudas, las mayores fortalezas de este método se concentran en el paso 1 y 3. La forma en que Shaw propone la descripción y documentación del proceso es muy buena en comparación con las otras metodologías. La inclusión de la herramienta Process Profile es otro elemento a destacar, esta herramienta proporciona un medio al equipo para crear una visión integral del proceso que se desea mejorar y facilitar la toma de decisiones. Finalmente, este autor reconoce la importancia de utilizar tanto la mejora continua como la innovación como enfoques de mejora.

Por otro lado la metodología de Shaw llega a ser tan sencilla que puede convertirse en simplista. Este procedimiento padece fundamentalmente de la carencia de vínculo con los planes y objetivos de negocio de la empresa. La etapa para el establecimiento de medidas de desempeño denota la ausencia de una buena cantidad de mediciones claves relativas al desempeño del proceso y el negocio. No se proporciona ninguna opción concreta para llevar a cabo la mejora de las tareas más comunes, suponiendo que el lector debe conocer y manejar dichas herramientas. En sentido general este procedimiento posee poca consistencia técnica, que se evidencia en la carencia de herramientas y demasiada simplificación de los hechos.

1.9.2 Procedimiento propuesto por Jeffrey N. Lowenthal [1994]

Este procedimiento resuelve muchos de los problemas de algunas metodologías existentes: se reconoce la importancia de una correcta planeación de la mejora, se trata con sumo cuidado el impacto en la cultura organizacional y la planeación del cambio en la empresa. Por otro lado, se incluye un amplio paquete de herramientas para la mejora y se proporcionan los medios para su uso adecuado. Por último debe destacarse que se tiene en cuenta la priorización de proyectos de mejora, mediante la selección de procesos críticos de negocio.

Sin embargo, este procedimiento está orientado a la mejora de procesos utilizando un enfoque de reingeniería únicamente. Lowenthal no considera la necesaria vinculación de este enfoque con la mejora continua. Aunque quizás se pueda destacar solo este elemento como negativo, es un error bastante costoso en las condiciones actuales del mercado que puede invalidar parcialmente la utilidad de este modelo.

1.9.3 Procedimiento propuesto por H. James Harrington [1997]

Harrington, antiguo presidente de Ernst & Young una de las más prestigiosas firmas de consultoría empresarial en el mundo, propone un procedimiento organizado en fases. Sin lugar a dudas, esta es el más completo de los modelos revisados. El Dr. Harrington, una autoridad en este tema, propone un procedimiento completo y perfectamente estructurado donde se resume la vasta experiencia internacional de este consultor en el campo del mejoramiento del desempeño organizacional. Las ventajas de este procedimiento son evidentes, y resultarían en un resumen de los principales elementos positivos que debiera tener cualquier modelo de este tipo. Sencillamente, se incluyen todos los elementos, conceptos, procedimientos y herramientas que constituyen las mejores prácticas en la mejora de procesos. La complejidad del modelo hace que se requiera, en las organizaciones donde se vaya a implementar, un planteamiento estratégico correcto, estructuras flexibles, conocimiento acumulado y personas propensas al cambio. En resumen, una organización en busca de la excelencia.

Solamente se pudieran destacar un elemento desfavorable, que en ningún momento llegan a afectar la eficacia de este procedimiento:

- El procedimiento plantea un fuerte enfoque hacia el cliente externo, pero lo hace apoyándose en conceptos y herramientas tradicionales, que quizás no respondan a las necesidades de algunas empresas. (por ejemplo en el sector de servicios)

1.9.4 Procedimiento propuesto por Peppard & Rowland [1996]

La metodología propuesta consta de 9 pasos para el análisis, diagnóstico y rediseño de procesos. Se proponen dos métodos fundamentales para el rediseño de procesos: la hoja en blanco y el rediseño sistemático, haciendo énfasis en la importancia del rediseño como punto de partida para actuar, obtener una comprensión razonable de los procesos existentes, incluso si se adopta el método de la hoja en blanco. Considera que los equipos no deben tratar de entender ampliamente los procesos actuales sino diseñar nuevos procesos para el futuro. Es una metodología sencilla, de fácil aplicación que conjuga la mejora continua de procesos con la reingeniería, aunque hace énfasis en la segunda.

1.9.5 Procedimiento propuesto por Manganelly & Klein [1994]

Este procedimiento consta de 5 etapas y 54 pasos, cada una de ellas con las técnicas administrativas a utilizar para el desarrollo y análisis de la información necesaria a fin de identificar oportunidades y rediseñar los procesos básicos lo que constituye una ventaja del mismo. Tiene como desventaja que está orientado solamente a la reingeniería promoviendo los avances decisivos en lugar de los cambios incrementales y resulta ser además una metodología compleja y extensa lo que presupone una alta preparación del personal y un fuerte soporte de la tecnología y automatización. Se orienta más al rediseño de productos haciendo engorrosa su extrapolación a los servicios.

1.9.6 Procedimiento propuesto por Kaoru Ishikawa [1985]

Kaoru Ishikawa sin dudas el padre de la revolución Japonesa de la calidad con una contribución incalculable al arsenal de la calidad actual, y sin cuestionamientos uno de los gurús de la filosofía de mejora continua. Ishikawa propone el Método Sistemático, Científico para la Mejora de Procesos, extremadamente útil y práctico, aspecto común de la mayoría de los enfoques japoneses. Este enfoque sienta las bases para lo que más adelante se convertiría en prácticas obligadas para la mejora de procesos. La necesidad de entender las necesidades de los clientes y describir el proceso para luego identificar las oportunidades de mejoramiento, constituye un aspecto fundamental de este modelo si se considera que en el momento en que fue planteado no se reconocían estos aspectos en su totalidad.

Otro aspecto a destacar de este procedimiento es que respeta perfectamente el ciclo PHCA para la mejora continua, estableciendo las mejoras logradas e identificando acciones para la mejora continua. Sin lugar a dudas, el principal aporte de este modelo es el de establecer un

precedente y la visión para lo que vendría después en este punto. Si se observa el procedimiento detenidamente se puede notar que están presentes la mayor parte de las mejores prácticas actuales de la mejora de procesos, en un procedimiento que tiene más de 20 años, y es por eso precisamente que se decide incluirlo en este análisis.

Las debilidades fundamentales del enfoque propuesto por Ishikawa se derivan precisamente de la afirmación anterior, y tienen que ver con el momento en que fue concebido. Continuando con la intención de este epígrafe, a continuación se presentan estas debilidades:

- El procedimiento no establece claramente la utilización de herramientas de mejoramiento fuera del marco de las Siete Herramientas Básicas de Calidad y de las herramientas genéricas de Control Estadístico de Procesos.
- No se incluyen la opción de seleccionar entre enfoques de mejora continua y reingeniería. Debe considerarse que dentro de la filosofía japonesa, la reingeniería no se consideraba un enfoque independiente.
- No responde a las exigencias para la mejora de procesos en industrias de servicio.

1.9.7 Procedimiento propuesto por Juran [2001]

Juran se ha convertido en el que más ha investigado, aportando y el más respetado en el campo de calidad actual. Este análisis quedaría incompleto sin incluir el aporte de Juran en este campo. Pero ese no ha sido la razón de la inclusión, sino sencillamente que el procedimiento PQM (Process Quality Management) propuesto por este autor constituye un punto de referencia obligado desde la 5ta edición de su reconocido Manual de Calidad.

Si se compara este procedimiento con los anteriores, puede notarse que Juran aborda excelentemente el proceso de transferencia del nuevo proceso o el proceso rediseñado. Este es un punto que se descuida en otros procedimientos, y que es extremadamente importante. Por otro lado, se aborda adecuadamente la identificación de la voz del Cliente y la necesidad de la medición del desempeño del proceso. Otro punto a su favor es que el modelo reconoce la importancia de utilizar enfoques tanto de mejora continua como de reingeniería para desarrollar la mejora del proceso. El procedimiento propuesto por Juran puede considerarse como excelente, simple y a la vez de una alta consistencia técnica.

Son pocas las debilidades que se pudieran destacar del modelo propuesto por Juran. Las más significativas son:

El rediseño o diseño del proceso se concibe en la Fase de Planificación, sin embargo, se dedican otras dos fases completas a la Transferencia y Operación, este aspecto podría provocar que se pierda de vista el objetivo fundamental de la mejora de procesos.

La Fase de Operación incluye disciplinas como el Control de la Calidad del proceso y la Mejora del proceso, este punto hace que el modelo sea bastante complejo desde el punto de vista técnico.

1.9.8 Procedimientos de mejora de calidad de los plásticos

El término Plástico, en su significación más general, se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido restringido, denota ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

Generalmente al nivel mundial emplean procedimientos clásicos para mejorar la calidad de los plásticos, pasados en la aplicación de las siete herramientas, son pocos estructurados, tomados de la literatura científica sobre el tema, sin detenerse a valorar, entre otros aspectos, la naturaleza de sus procesos, lo cual no resuelven los problemas de calidad[32].

En la industria Cubana las experiencias son aisladas, no se han hecho trabajos considerable en este campo, generalmente se han hecho algunos intentos, aplicando las herramientas básicas, lo cual no se resuelven los problemas que se enfrentan.

Lo anterior exige la necesidad de buscar y seleccionar un procedimiento fundamentado, bien estructurado que nos permite desarrollar esta investigación para satisfacer las necesidades y exigencias de los clientes.

1.9.9 El procedimiento propuesto para la investigación

El procedimiento está conformado por pasos, herramientas y técnicas que posibiliten su aplicación. Una descripción más detallada del procedimiento se puede ver en el segundo capítulo. Dicho procedimiento ha sido elaborado tomando como referencia el Ciclo PHVA modificado y los aportes de los enfoques más modernos de mejoramiento de la calidad como el Seis Sigma.

El procedimiento emplea enfoque muy estructurado y argumentado científicamente, el mismo está diseñado para que se pueda aplicar en cualquier industria de manufactura, toma en consideración la naturaleza de los procesos y la manera de gestionarlos, la cultura de la organización, los estilos de liderazgo y el entorno empresarial cubano. Ha sido aplicado en

una gran cantidad de tesis de grado, de maestría, en diferentes procesos de manufactura dando resultados satisfactorios, constituye sin lugar a dudas un modelo generado pensando en las empresas cubanas, por todo lo anterior fue seleccionado para el desarrollo de este investigación.

1.10 Conclusiones del Capítulo

Al término de este capítulo se plantean las siguientes conclusiones:

1. La gestión de la calidad en su concepción más avanzada, significa el mejoramiento continuo de los productos y servicios para satisfacer y exceder los requerimientos, expectativas y necesidades de los clientes; es una teoría de dirección para lograr la transformación de una organización mediante el empleo de un enfoque de mejoramiento, el cual debe ser elaborado e implantado en correspondencia con los objetivos a lograr, los recursos disponibles y el clima cultural que impere en la organización, entre otros aspectos.
2. El análisis de los diversos enfoques sobre el ciclo de gestión para el mejoramiento de la calidad, así como la necesidad del sector empresarial cubano de elevar la eficiencia y la eficacia, demuestran la necesidad de ofrecer una respuesta dirigida a la solución del mejoramiento de los procesos.
3. El análisis comparativo y crítico de los procedimientos de mejora de procesos permitió diseñar un procedimiento que mejor se adapta a la realidad cubana en correspondencia con sus características y necesidades, con vistas a dar respuesta a las exigencias de los clientes.

2.1 Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo fundamentar el procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos y describir algunas herramientas, fundamentalmente que se utilizan no sólo para la mejora, sino para realizar de manera integral la gestión de los procesos.

2.2 Concepción teórica del mejoramiento de la calidad de los procesos

Mejora significa, a los efectos de este trabajo y de acuerdo con Juran (2001), *un proceso de creación organizada de un cambio beneficioso para lograr niveles de rendimiento sin precedentes*. El cambio beneficioso es aplicable a *dos clases de calidad*:

- *Características del producto* (Mejora para aumentar ingresos, para aumentar la satisfacción del cliente).
- *Sin deficiencias* (Incremento del rendimiento de los procesos de trabajo, reducción de las tasas de errores, reducción de los fallos en operaciones).

A los resultados finales de ambos casos se les denomina *mejora de la calidad*. Sin embargo, los procesos utilizados para asegurar estos resultados son fundamentalmente diferentes.

La mejora de la calidad para aumentar los ingresos comienza con la fijación de nuevas metas, tales como nuevas características de un producto, duraciones de ciclo más breves. Cumplir con nuevas metas requiere varias clases de planificación, incluida la planificación de la calidad.

En el caso del desperdicio crónico, las metas del producto ya están fijadas, así como los procesos para cumplirlas. Sin embargo, no todos los productos y servicios cumplen estas metas. Como consecuencia, *el proceso de mejora* para reducir el desperdicio crónico es diferente y consiste en: 1) descubrir las causas, y 2) aplicar acciones para eliminar las causas.

Este último, es el proceso de mejora que se abordará en esta investigación, en correspondencia con los objetivos de la misma.

El punto de partida para el mejoramiento es reconocer la necesidad. Esto viene del reconocimiento de un problema. Si no se reconoce ningún problema, tampoco se reconoce la necesidad de mejoramiento. En consecuencia, todo procedimiento de mejora debe enfatizar el reconocimiento del problema y proporcionar pistas para la identificación de problemas (Imai, 1995).

Una vez identificados, los problemas deben resolverse. Por tanto, el proceso de mejora también es un proceso de resolución de problemas, que requiere el uso de varias herramientas para la resolución de los problemas. El mejoramiento alcanza nuevos niveles con cada problema que se resuelve. Sin embargo, para consolidar el nuevo nivel, se requiere la normalización (Imai, 1995).

Deming destacó la importancia de la constante interacción entre investigación, diseño, producción y ventas en la conducción de los negocios. Para llegar a una mejor calidad que satisfaga a los clientes, deben recorrerse constantemente las cuatro etapas, con la calidad como el criterio máximo. Después, este concepto de hacer girar siempre la rueda de Deming para lo mejor, se extendió a todas las fases de la administración y se vio que las cuatro etapas de la rueda correspondían a acciones administrativas específicas, que se muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Correlación entre la rueda de Deming y el ciclo PHVA.

Diseño → Planificar	El diseño del producto o proceso corresponde a la fase administrativa de la planificación.
Producción → Hacer	La producción corresponde a hacer – fabricar o trabajar- el producto que fue diseñado.
Ventas → Verificar	Las cifras de ventas confirman si el cliente está satisfecho.
Investigación → Actuar	En el caso de que se presente una reclamación, tiene que ser incorporada a la fase de planificación y a pasos positivos (actuar) para la siguiente ronda de esfuerzos.

Posteriormente se evolucionó a la versión revisada del ciclo PHVA, en la que *planificar* significa hacer planes de los mejoramientos en las prácticas actuales usando herramientas estadísticas; *hacer* significa la aplicación del plan; *verificar* significa ver si se ha producido la mejora deseada; *actuar* significa prevenir la recurrencia o institucionalizar el mejoramiento como una nueva práctica. La rueda gira y gira incesantemente para producir nuevos estándares de desempeño.

Lo anterior justifica el empleo de este ciclo de gestión PHVA revisado, como base para diseñar procedimientos de mejora que permitan gestionar los procesos en el día a día, en correspondencia con las necesidades del alineamiento estratégico, para satisfacer plenamente a los clientes.

2.3 El ciclo PHVA modificado y mejorado

La figura 2.1 muestra un ciclo *PHVA modificado*, que conserva el propósito original del ciclo, pero *incluye los diversos mejoramientos de las otras versiones*. El ciclo PHVA a menudo se representa como una rueda, tal como se muestra en la figura 2.1. Este concepto es muy importante, porque un giro de la rueda representa un ciclo de mejoramiento, que conduce al principio del siguiente ciclo. Cuando se termina un ciclo, hay dos posibilidades que se pueden seguir: controlar el proceso mejorado, o continuar con otro ciclo de mejoramiento.

Lamentablemente, las empresas, tanto a nivel mundial como nacional, emplean enfoques poco estructurados, tomados de la literatura científica sobre el tema, sin detenerse a valorar, entre otros aspectos, la naturaleza de sus procesos y la manera de gestionarlos, la cultura de la organización, la orientación estratégica, los estilos de liderazgo imperantes y los enfoques para gestionar la calidad (Evans, 2000; Gómez Dorta, 2001; Juran, 2001; Pons, 1994; Sangüesa, Marta, 2005).

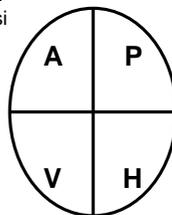
Lo anterior exige la necesidad de un procedimiento que toma en cuenta lo antes mencionado. El empleo del el ciclo PHVA modificado y mejorado se toma como basamento teórico para este procedimiento.

7. Conclusión y planes futuros.

- Continuar con el mismo aspecto, o seleccionar otro aspecto.

6. Empezar una acción apropiada.

- Estandarizar, controlar y documentar.
- Continuar con la etapa de Planear si no se ha logrado el objetivo.



5. Verificar los efectos

- Comparar los resultados con el objetivo.
- Continuar con la etapa de Planear si no se ha logrado el objetivo.

1. Seleccionar el tema o producto

- Planear el programa de actividades.
- Establecer el objetivo.

2. Comprender la situación actual

3. Analizar la causa y determinar la acción correctiva.

- Diagrama Causa y efecto.
- Establecer hipótesis.
- Verificar las causas más probables.
- Determinar la acción correctiva.
 - a corto plazo o remediadora.
 - a largo plazo o preventiva.

4. Poner en práctica la acción correctiva

- Empezar una acción correctiva.
- Proporcionar una capacitación adecuada.

Figura 2.1 El ciclo PHVA modificado

Fuente: Singh Soin, 1997, p.96.

Los procedimientos para la mejora de la calidad se fundamentan mediante los principios que a continuación se describen.

Principios para el mejoramiento de la calidad de la producción

Wenzell y Schölling(1984), demuestran que los procedimientos para el mejoramiento de la calidad y el desempeño libre de errores se fundamentan mediante los principios siguientes:

1. Principio de complejidad. El mejoramiento de la calidad abarca todos los procesos, factores, objetos, medios y fuerza de trabajo que intervienen en el proceso de reproducción de la empresa. Este principio muestra la unidad dialéctica de los procedimientos, métodos, modelos y datos.
2. Principio de integración. Todos los elementos del proceso de reproducción de la empresa serán analizados en cuanto a su contenido y al tiempo; el análisis de las relaciones de integración conduce a la comprobación de la existencia de un sistema de regulación que permita el reconocimiento y la prevención de los fallos.
3. Principio de flexibilidad. Las medidas de mejoramiento conducen a la flexibilidad del proceso de reproducción para la adopción de diferentes alternativas.
4. Principio de desarrollo continuo. El proceso de mejoramiento se desarrolla de manera continua para lograr el desempeño libre de errores en todas las áreas y procesos de la empresa.
5. Principio de objetividad. La eliminación de criterios subjetivos en la adopción de medidas de mejoramiento requiere el aprovechamiento de modelos, programas, computadoras, tecnologías de punta y demás logros de la ciencia y la técnica.
6. Principio de redundancia. Para el logro de la producción con calidad elevada se utilizan elementos redundantes en el proceso de mejoramiento de la calidad (la detección de errores y su prevención) utilizando sistemas de aviso precoz, mecanismos a prueba de errores, métodos de trabajo conjunto y formas de organización para la colaboración en los análisis de los problemas de calidad y sus causas.
7. Principio de uniformidad. Presupone la aplicación de los principios de dirección, procedimientos, métodos, modelos y datos uniformes para el mejoramiento de la calidad.
8. Principio de actualidad. El mejoramiento de la calidad presupone la aplicación de los adelantos de la ciencia y la técnica en cuanto a la investigación de mercados, métodos de

organización y dirección de la producción y procedimientos actualizados de proyección, fabricación, construcción de dispositivos y herramientas, así como de economía de materiales.

9. Principio de simultaneidad. El mejoramiento de la calidad de la producción requiere la consideración de diferentes alternativas, sobre bases económicas, que incluyen el mejoramiento de la calidad de todos los procesos relacionados con un producto, así como del mejoramiento de una parte del proceso de reproducción para todos los productos, con vistas a seleccionar la alternativa más económica.
10. Principio de la participación de los trabajadores. Presupone la participación de todos los trabajadores en el proceso de mejoramiento, requiriéndose el compromiso y la participación activa de la dirección.

2.4 Descripción del procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos

A continuación se describen los pasos del procedimiento. Además, se recomiendan algunas herramientas de la calidad que se pueden utilizar en cada uno de los pasos. El procedimiento diseñado se muestra de manera sintetizada en la tabla 2.2

2.4.1 ETAPA DE PLANEAR

PASO 1: SELECCIONAR EL TEMA O PROYECTO

Objetivo: Definir con claridad el problema a resolver.

Análisis: Definición del proyecto, antecedentes, programa de actividades.

Pasos secundarios

Paso 1a: Antecedentes del proyecto y razones de su selección.

Paso 1b: Planteamiento del objetivo.

Paso 1c: Preparación del programa de actividades (límites externos del proyecto).

Herramientas que pueden ser útiles: Diagrama de Pareto, Diagrama de Tendencia, Carta del Proyecto (Project Charter).

PASO 2: COMPRENDER LA SITUACIÓN ACTUAL

Objetivo: Comprender el área problemática y los problemas específicos.

Análisis: Estudio de los efectos del problema (tiempo, ubicación, tipo).

Herramientas que pueden ser útiles: Diagramas de flujo, Diagrama de Pareto, Diagrama de Tendencia, Gráficos de Control, Capacidad del Proceso, Mapa del proceso, y otros.

Tabla 2.2 Procedimiento para la mejora de la calidad de los procesos

PASOS	OBJETIVOS	ANÁLISIS	HERRAMIENTAS
PASO 1: SELECCIONAR EL TEMA O PROYECTO	Definir con claridad el problema a resolver	Definición del proyecto, antecedentes, programa de actividades.	Project charter, diagramas de Pareto y de tendencia
PASO 2: COMPRENDER LA SITUACIÓN ACTUAL	Comprender el área problemática y los problemas específicos	Estudio de los efectos del problema (tiempo, ubicación, tipo).	Diagramas de flujo, Pareto y tendencia; gráficos de control, capacidad del proceso y otros.
PASO 3: ANALIZAR LA CAUSA Y DETERMINAR LA ACCIÓN CORRECTIVA	Averiguar las causas del problema y determinar la acción correctiva.	¿Cuáles son las causas raíces?, ¿cuáles son las acciones correctivas?	Diagrama y Matrices Causa & Efecto, hojas de verificación, FMEA
PASO 4: PONER EN PRÁCTICA LA ACCIÓN CORRECTIVA	Poner en práctica el plan y eliminar las causas del problema.	Capacitación y comunicación para comprender la acción correctiva.	Hojas de verificación, diagramas de tendencia, capacidad del proceso, otros
PASO 5: VERIFICAR EL EFECTO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA	Verificar la efectividad de la acción correctiva	Medición de indicadores técnico- económicos, metas, etc.	Diagramas de Pareto y tendencia, gráficos de control, capacidad del proceso, FMEA, histogramas
PASO 6: EMPRENDER UNA ACCIÓN APROPIADA	Asegurar que se mantenga el nivel apropiado de desempeño.	Documentar en los procedimientos de operación, las acciones correctivas/ preventivas exitosas.	Diagramas de tendencia, gráficos de control, hojas de verificación
PASO 7: DECIDIR LOS PLANES FUTUROS	Utilizar la experiencia adquirida para los proyectos futuros.	Seguimiento del proyecto actual, según prioridades y recursos; analizar resultados y características del diagrama Pareto y las curvas de tendencia para decidir si se emprenden nuevos proyectos o no.	Diagramas de Pareto, curvas de tendencia

PASO 3: ANALIZAR LA CAUSA Y DETERMINAR LA ACCIÓN CORRECTIVA

Objetivos: Averiguar las causas del problema y determinar la acción correctiva.

Análisis: ¿Cuáles son las causas raíces?, ¿cuáles son las acciones correctivas?

Pasos secundarios

Paso 3a: Preparación del diagrama causa & efecto.

Paso 3b: Planteamiento de la hipótesis y verificación de la causa más probable.

Paso 3c: Determinación de la acción correctiva.

Herramientas que pueden ser útiles: Hoja de Verificación, Lista de Verificación, Diagramas y Matrices Causa & Efecto, Análisis de los Modos y Efectos de los Fallos (FMEA) y otros.

2.4.2 ETAPA DE HACER

PASO 4: PONER EN PRÁCTICA LA ACCIÓN CORRECTIVA

Objetivo: Poner en práctica el plan y eliminar las causas del problema.

Análisis: Capacitación y comunicación para comprender la acción correctiva.

Pasos secundarios

Paso 4a: Relación de instrucciones y diagramas de flujo para procedimientos complicados.

Paso 4b: Capacitación.

Paso 4c: Seguimiento del plan.

Paso 4d: Registro de las desviaciones del plan y recopilación de datos sobre los resultados.

Herramientas que pueden ser útiles: Hoja de Verificación, Lista de Verificación, Diagrama de Tendencia y Capacidad del Proceso, otros.

2.4.3 ETAPA DE VERIFICAR

PASO 5: VERIFICAR EL EFECTO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA

Objetivo: Verificar la efectividad de la acción correctiva.

Análisis: Medición de indicadores técnico- económicos, metas, etc.

Pasos secundarios

Paso 5a: Comparación del resultado total.

Paso 5b: Falla en el cumplimiento de los resultados: regresar al paso 4 si se debe a la puesta en práctica, o al paso 3 para un análisis adicional).

Paso 5c: ¿Se han logrado los resultados?, ¿se ha cumplido la meta?

Herramientas que pueden ser útiles: Diagrama de Pareto, Diagrama de Tendencia, Gráficos de Control, Capacidad del Proceso, Análisis de los Modos y Efectos de los Fallos (FMEA), Histogramas, y otros.

2.4.4 ETAPA DE ACTUAR

PASO 6: EMPRENDER UNA ACCIÓN APROPIADA

Objetivo: Asegurar que se mantenga el nivel apropiado de desempeño.

Análisis: Documentar en los procedimientos de operación, las acciones correctivas/preventivas exitosas.

Pasos secundarios

Paso 6a: Documentación, estandarización y control.

Paso 6b: Capacitación.

Herramientas que pueden ser útiles: Diagrama de Tendencia, Gráficos de Control, Hoja de Verificación, otros.

PASO 7: DECIDIR LOS PLANES FUTUROS

Objetivo: Utilizar la experiencia adquirida para los proyectos futuros.

Análisis: Seguimiento del proyecto actual, según prioridades y recursos; analizar resultados y características del diagrama Pareto y las curvas de tendencia para decidir si se emprenden nuevos proyectos o no.

2.5 Herramientas para la mejora de la calidad

La adecuada implantación del procedimiento para la mejora de la calidad de los procesos exige la aplicación de un conjunto de herramientas que fueron recomendadas en su descripción. A continuación se hará una descripción de algunas herramientas, fundamentalmente aquéllas que se utilizan no sólo para la mejora, sino para realizar de manera integral la gestión de los procesos. Esta relación de herramientas no es ni pretende ser exhaustiva. Una descripción más detallada de éstas y otras herramientas las ofrecen (Ishikawa, 1990; Juran, 2001; Villa, Eulalia y Pons, R.; 2006 y 2006b).

2.5.1 Diagrama SIPOC

Una de las herramientas fundamentales que posibilitan el comienzo de una gestión por procesos es el diagrama **SIPOC**.

Esta herramienta es utilizada por un equipo de mejora para identificar todos los elementos relevantes de un proceso organizacional antes de que el trabajo comience. Ayuda a definir un proyecto complejo que puede no estar bien enfocado. El nombre de la herramienta incita a un equipo a considerar los suministradores del proceso (SUPPLIERS), las entradas (INPUTS), la secuencia de operaciones del proceso (PROCESS), las salidas (OUTPUTS), los requerimientos (REQUIREMENTS) y los clientes que reciben las salidas del proceso (CUSTOMERS).

La herramienta de SIPOC es particularmente útil cuando no está claro:

- ¿Quién provee entradas al proceso?
- ¿Qué especificaciones se ponen en las entradas?
- ¿Quiénes son los clientes verdaderos del proceso?

- ¿Cuáles son los requerimientos de los clientes?

Villa y Pons (2006) ofrecen una descripción detallada de los pasos a seguir para construir estos diagramas.

2.5.2 Matriz Causa & Efecto

La Matriz de Causa Efecto es muy efectiva en el diseño y desarrollo de nuevos productos y servicios basándose en el cliente. Este tipo de diagrama facilita la identificación de relaciones que pudieran existir entre dos o más factores, sean estos: problemas, causas, procesos, métodos, objetivos, o cualquier otro conjunto de variables. Una aplicación frecuente de este diagrama es el establecimiento de relaciones entre requerimientos del cliente y características de calidad del producto o servicio, también permite conocer relacionar las diferentes variables de entrada y salida de un proceso, en correspondencia con la importancia que tienen para el cliente. Esta matriz se construye a partir del mapa del proceso (SIPOC).

Los resultados esperados de esta herramienta son:

- Un análisis Pareto de las entradas claves para evaluar en el Análisis de los Modos de Fallos y sus Efectos (FMEA) y en los Planes de Control.
- Estudio de capacidad de las variables clave de salida del proceso.

En la figura 2.2 se muestra la vinculación entre la matriz causa & efecto y otras herramientas.

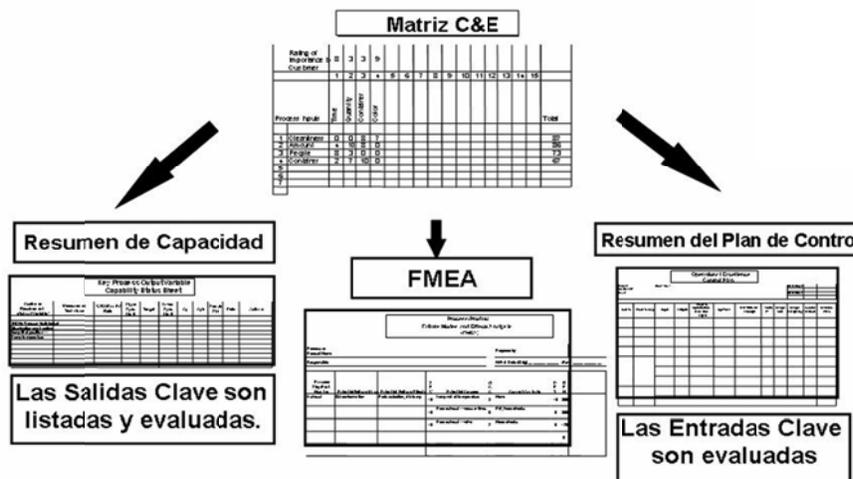


Figura 2.2 Vinculación de la matriz causa & efecto con otras herramientas de calidad.

Fuente: Pons y E. Villa, Gestión por procesos monografía 2006.

2.5.3 Análisis de los modos de fallos y sus efectos (FMEA)

3.1 Introducción

En el presente capítulo se realiza la validación práctica del procedimiento para la mejora de la calidad en el proceso de producción de las bolsas y sacos que elabora la empresa Química de Cienfuegos, UEB Polialba, así como sus efectos iniciales.

3.2 Breve caracterización de la Empresa y análisis de la situación actual

3.2.1 Breve caracterización de la Empresa

La Empresa de Fertilizantes Nitrogenados de Cienfuegos surge en el año 1968. Sus producciones principales eran la Urea y el Nitrato para el desarrollo de la agricultura cañera y no cañera, con producciones intermedias de Amoniac y Ácido Nítrico.

La razón social de la empresa cambia a partir del año 2003 debido a la situación del bloqueo lo cual la Dirección del MINBAS decide insertarla dentro de las Empresas productoras de medicamento a raíz de asignársele esta tarea a la Básica por lo que Fertilizantes cambia su nombre por Empresa **Químico Farmacéutica de Cienfuegos**.

Con el desarrollo de producciones químicas en el año 2005 el Ministerio de Economía y Planificación, aprobó el cambio de denominación de la Empresa Químico Farmacéutica por **Empresa Química de Cienfuegos**. Forma parte del Grupo Empresarial de la Industria Química, GEIQ, perteneciente al MINBAS. Cuenta con un promedio de 341 trabajadores de, dispone de tres Áreas Productivas (UEB Polialba, UEB Química ligera, UEB Reactivos Químicos) y las Áreas de Dirección Técnica, Dirección Comercial, Dirección de Recursos Humanos, Dirección de Operaciones y otros grupos de interés que se pueden ver en la estructura organizativa de la Empresa en el Anexo 3.1.

Productos y servicios

Las producciones y servicios que ofrece la empresa son:

- Bolsas plásticas de polietileno de alta y baja densidad.
- Re envasado de reactivos químicos.
- Productos químicos de uso doméstico e industrial de la química ligera.
- Servicios de descarga, almacenamiento y despacho de alcohol y gas (GLP).

- Servicios de reparación, montaje y puesta en marcha de equipos y sistemas industriales.

Clientes

La cartera de negocios que desarrolla hoy día la Empresa Química de Cienfuegos, ha posibilitado la diversificación de sus clientes, entre los que se encuentran los siguientes: Comercializadora I.T.H., Empresa Comercializadora de TURISMO, SERVISA, CUBALSE, Empresa Comercializadora GAVIOTA, Cadena de Lavandería e Industria Alimenticia.

Proveedores

Nacionales: Copextel, Cimex, Divep, Cubalse, Comercializadora I.T.H, Comercializadora Escambray, Giova, Vital, Suchel, E.M.I. “Che Guevara”, Cahoma Y.

Extranjeros: Serena Trading, Nuova Moda Italia S.R.L., Petroplastic & Chemical Ltd, E.M.S. Estudios De Mercados, Com-Impex, HBC International, Aljora Bonding Inc, Plithus Investment, Neofibre, Multi Empac, T.C.I., A.R. Thomson, Tecofi, Tecneco, Marcafix S.A., Rodabilsa, Comarco, German-Tec, Enelek A.B., Sandvik International, Merck, Medinabi, Ogres Ceter S.L., Apolo, Voltor Ingenieria y Equipos, Gonio y Elof Hansson.

Planteamiento Estratégico

Propósito Estratégico

Misión

Producir y comercializar bolsas, recipientes y otros artículos plásticos, reenvasar y comercializar Reactivos Químicos, productos químicos de uso industrial y doméstico, así como satisfacer las necesidades de los clientes del país.

Visión

Alcanzar el liderazgo nacional en la comercialización de bolsas, recipientes y otros artículos plásticos, reactivos químicos y productos químicos de uso industrial y domésticos; lograr la competitividad nacionalmente, mediante la formación integral y continua de sus especialistas, el desarrollo de la actividad científica- técnica, la experiencia acumulada en un clima laboral participativo y de mutuo compromiso, donde la mejora empresarial concilie tanto los objetivos económicos como la realización de las personas.

3.2.2 Algunos elementos de la situación actual

El análisis realizado mediante el empleo de métodos y herramientas para el diagnóstico, tales como el trabajo de grupo y la revisión de documentos arrojó que no hay procedimientos de gestión adecuada, no se han trazados objetivos para el mejoramiento de la calidad y no hay estrategias para cumplir esos objetivos, tampoco se emplean procedimientos adecuados para garantizar los programas de mejora en las áreas. Por todo lo anterior la Empresa debe realizar especiales esfuerzos en el desarrollo de un Sistema de Gestión de la Calidad, así como en la capacitación de sus directivos y trabajadores en estos temas, para mejorar la calidad de su oferta y con ello elevar su competitividad. Para tal propósito se requiere como aspecto vital del Sistema de Gestión de la Calidad, el diseño e implantación del proceso de mejoramiento de la calidad que actúe como mecanismo de cambio dentro de la organización.

3.3 Selección del objeto de análisis

Se seleccionó el proceso de producción de las bolsas y sacos elaborada en la UEB Polialba, de la empresa Química de Cienfuegos“1^{ro} de Febrero” debido a las razones siguientes:

1. La materia prima es muy costosa y proviene del área capitalista.
2. Es el proceso principal que más genera ganancia para la empresa.
3. Es el más demandado por los clientes y tiene muchas pérdidas de calidad.
4. El aumento del porcentaje de rechazo afecta el desempeño económico de la empresa (Anexo 3.2).
5. Durante los últimos meses han aumentado las quejas de los clientes sobre la calidad de las bolsas.

3.4 Aplicación del procedimiento de mejora al proceso de producción de las bolsas Plásticas

3.4.1 ETAPA DE PLANEACIÓN

Selección del proyecto

Carta de Proyecto

- **Planteamiento del problema:**

Durante los últimos meses se ha venido produciendo con una fracción defectuosa de 3,92 % como promedio, en el proceso de alta densidad cuya norma de rechazo es de 1% de defectuosos.

Establecimiento de la meta:

Disminuir el por ciento del rechazo hasta alcanzar el 3%, como promedio, en el proceso de alta densidad y aumentar la productividad en la fabricación de las bolsas, en una primera fase.

- **Proyecto Y:**

Unidades rechazadas por Kilogramo de materia prima (Kg/mes)

- **Alcance del Proyecto:**

Mejorar el proceso de fabricación de las bolsas, desde que se entrega la materia prima hasta que se producen las bolsas. Este proyecto no toma en consideración la fabricación y el almacenaje previo de la materia prima, así como el uso posterior que hagan los usuarios de las bolsas.

- **Plan del Proyecto**

Tabla 3.1 Plan del proyecto

Pasos	Periodos
Definición del problema	1/02/09
Antecedentes	1/02/09
Razones de su selección	1/02/09
Planteamiento del objetivo	1/02/09
Elaboración del proyecto	5/02/09
Estudio de los efectos del problema: a) Caracterización del proceso b) Evaluación del proceso (estabilidad, capacidad, fiabilidad)	15/02/09
Análisis de causas y determinación de acciones correctivas	20/02/09
Puesta en práctica de las acciones correctivas	23/02/09
Recopilación de datos	1/03/09
Verificación de los efectos de las acciones	7/03/09
Emprender las acciones apropiadas	8/03/09
Decidir los planes futuros	15/03/09

Recursos Humanos/Miembros del equipo:

- Director técnico
- Director de UEB
- Tecnólogo de UEB
- Especialista de calidad
- Especialista de producción
- Personal de la planta
- Personal de mantenimiento
- Equipo de mejora
- Un estudiante universitario
- Un profesor universitario

Beneficios Esperados:

Incremento de la productividad y la calidad. Reducción del tiempo empleado en los procesos productivos, así como del gasto de materia prima y energía empleados.

Mapa del proceso

En la Anexo 3.3 se muestra el mapa del macro proceso de los subprocesos para las bolsas de Polietileno, elaborado utilizando la técnica de mapeo **SIPOC** (*Suppliers-Inputs-Process-Output-Requirements-Customers*), el cual identifica las entradas y salidas claves del proceso. En el Anexo 3.4 se muestra el proceso de producción de las bolsas mediante la utilización del diagrama de flujo con el objetivo de identificar los puntos de control del proceso. En el Anexo 3.5 se describe la materia prima que se utiliza para la producción de las bolsas y sacos en la Empresa Química de Cienfuegos, UEB Polialba.

Comprensión de la situación actual

Tomando en consideración la necesidad de reducir el alto porcentaje de rechazo del producto terminado y los costos operativos, se realizó una evaluación de la calidad del proceso de

producción. Para ello, se consideró la caracterización inicial del proceso, utilizando el diagrama SIPOC, con vistas a:

- Identificar oportunidades de mejora.
- Identificar las variables clave de entrada que deben ser objeto de control.
- Identificar las variables clave de salida que constituyen características críticas de calidad del producto.
- Evaluar la capacidad /desempeño del proceso.

A partir del diagrama SIPOC se construyeron las Matrices de Causa y Efecto del proceso y cada uno de los subprocessos Causa & Efecto, las cuales se muestran en el Anexo 3.6. En ellas se definen las variables clave de entrada y salida del proceso que permitirán elaborar los planes de control, así como realizar el cálculo de la capacidad y el desempeño del mismo.

Para realizar el estudio de la estabilidad y la capacidad / desempeño del proceso, el equipo del proyecto decidió, en correspondencia con los requerimientos planteados para el producto terminado que se muestran en el diagrama SIPOC y en la Matriz Causa & Efecto, utilizar gráficos de control, histogramas y diagramas Pareto. El equipo decidió tomar las bolsas con las dimensiones (29+16x50x15) ya que se producían con más frecuencia en el tiempo de la investigación y son lo más demandadas por los clientes (en el Anexo 3.7 se muestra los distintos tipos de bolsas, con sus dimensiones e indicadores, que se producen en la fábrica). Las características de calidad seleccionadas para realizar el estudio, en correspondencia con lo planteado, fueron las dimensiones (ancho, largo y espesor) y las no conformidades denominadas: resistencia de sellos laterales y de fondo, aperturas de sellos, ralladuras y dobleces, arrugas y piquetes.

El análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso, en relación con las dimensiones ancho, espesor y largo, se realizó mediante el empleo de gráficos de control, histogramas e índices de capacidad/desempeño, los cuales se muestran en los Anexos 3.8, 3.9 y 3.10, respectivamente. Estos resultados, fueron procesados mediante el sistema de software **Statgraphics Centurión v. XV**.

Las pruebas de bondad del ajuste indican que los datos para el ancho y el largo no se ajustan a una ley de probabilidad normal. Sin embargo en cuanto al espesor los datos se ajustan a una distribución normal. Los gráficos de control para el ancho, el espesor y el largo indican que el proceso fue operado de manera estable durante el período de estudio, todo lo cual hace suponer que el proceso ha sido operado bajo diferentes condiciones de producción.

Tomando en consideración el análisis anterior, se decidió adoptar medidas en relación con las dimensiones de las bolsas, teniendo en cuenta el aumento de reclamaciones por parte de los clientes en relación con estos requerimientos.

El análisis de la estabilidad y el desempeño del proceso, en relación con la no conformidad de las bolsas, se realizó mediante el empleo de gráficos de control, histogramas y diagramas Pareto, los cuales se muestran en el Anexo 3.11. Las mediciones se realizaron a intervalos regulares en la máquina confeccionadora Uniplastic con que cuenta UEB Polialba. Estos resultados, tabulados en el Anexo 3.11, fueron procesados mediante el sistema de software **Statgraphics Centurión v. XV**.

Teniendo en cuenta los resultados de la medición, y según el diagrama de Pareto, se decidió tomar la no conformidad de los sellos laterales y de fondo para hacer el estudio de estabilidad y desempeño. El gráfico de control indica que el proceso de fabricación es estable en relación con la no conformidad de los sellos de fondo e inestable en relación con la no conformidad de los sellos laterales, sin embargo, dichas fracciones defectuosas resultan elevadas, lo cual se traduce en un rechazo mayor de producto terminado y en una reducción de la productividad de la UEB.

Los resultados anteriores condujeron a la investigación de las causas raíces que provocaron la producción de las bolsas con sellos laterales y de fondo no resistentes y ancho, espesor y largo fuera de lo que está establecido.

Análisis de las causas y determinación de las acciones correctivas

Este análisis se dividió en cinco pasos:

- Preparación del diagrama causa & efecto.
- Preparación de las hipótesis y verificación de las causas más probables.

- Planteamiento de oportunidades de mejora y definición de prioridades.
- Definición de planes de acción para las prioridades decididas.
- Definición de planes de control para preservar los efectos de la mejora.

Preparación del diagrama causa & efecto

Se realizaron análisis de causa y efecto para las dos primeras barras del diagrama Pareto del Anexo 3.12, correspondientes a los defectos más reclamados por el cliente: 1) sellos laterales y de fondo no resistentes y 2) fuera de las dimensiones establecidas. Los diagramas de causa y efecto que se muestran en el Anexo 3.13 fueron construidos en una sesión de tormenta de ideas del equipo de mejora, mediante el empleo del sistema de software **Microsoft Office Visio 2007**.

Planteamiento de las hipótesis y verificación de las causas más probables

El equipo de mejora revisó las causas posibles y seleccionó las siete más probables mediante una votación ponderada basada en la experiencia. Estas causas se enumeran en la tabla 3.2. Basándose en esta lista, se verificaron las causas más probables con datos separados independientes.

Tabla 3.2 Verificación de las causas probables (raíces)

Causa probable (hipótesis)	Verificación de la causa	Oportunidad de mejora
1. Insuficiencia del gráfico de Calidad para el Control del Proceso.	Mediante la auditoría realizada al proceso.	Perfeccionar el gráfico de Calidad para el Control del Proceso. (Ver ejemplo la figura 3.1)
2. La densidad y el índice de fluidez del polietileno no poseen las propiedades requeridas.	Mediante análisis del laboratorio (En la empresa Plínet de la Habana)	Perfeccionar el control de los proveedores de la materia prima.

3. El estado técnico de las confeccionadoras no es adecuado.	Mediante los resultados de los gráficos de control y la observación directa en la UEB.	Mejorar el estado técnico de las confeccionadoras.
4. Falta de mezclador de materia prima, equipos de medición en el laboratorio y equipos de enfriamiento de las extrusoras.	Observación directa, ausencia de requerimientos necesarios de las bolsas, causadas por la ausencia de los mismos.	Adquirir un mezclador automático, equipos de medición para la materia prima y el producto terminado, así como equipos de enfriamiento para las extrusoras.
5. Condiciones laborales inadecuadas.	Mediante la medición y la aplicación del método e-lest (ver anexo 3.14)	Mejorar las condiciones laborales en la UEB.
6. Falta de piezas de repuestos para las maquinas.	En entrevistas y conversaciones realizadas a los técnicos, mecánicos y electricistas.	Adquirir piezas de repuestos necesarias para las maquinas.
7. Faltan incentivos a los trabajadores.	En entrevistas realizadas a trabajadores y directivos, el 100% coincide en la necesidad de estimular a las personas.	Estimular a los trabajadores que realicen innovaciones y ofrezcan respuestas rápidas en la solución de los problemas.

Fuente: Elaboración propia

Planteamiento de oportunidades de mejora y definición de prioridades

Se procedió a priorizar las oportunidades de mejora planteadas en la tabla 3.3, utilizando la herramienta UTI^{1,2} (Tabla 3.3) Para cada una de las oportunidades se evaluaron los siguientes criterios en una escala del 1 al 10:

- **Urgencia:** Tiempo disponible en comparación con el necesario para realizar acciones de mejora.
- **Tendencia:** Consecuencias de tomar la acción sobre la situación.

¹ Corporación Calidad .Las Pymes Colombianas en el camino hacia la excelencia. Bogotá. 2000.

² Morales, J. La gerencia se aprende. Cámara de Comercio de Bogotá. Marzo 2000.

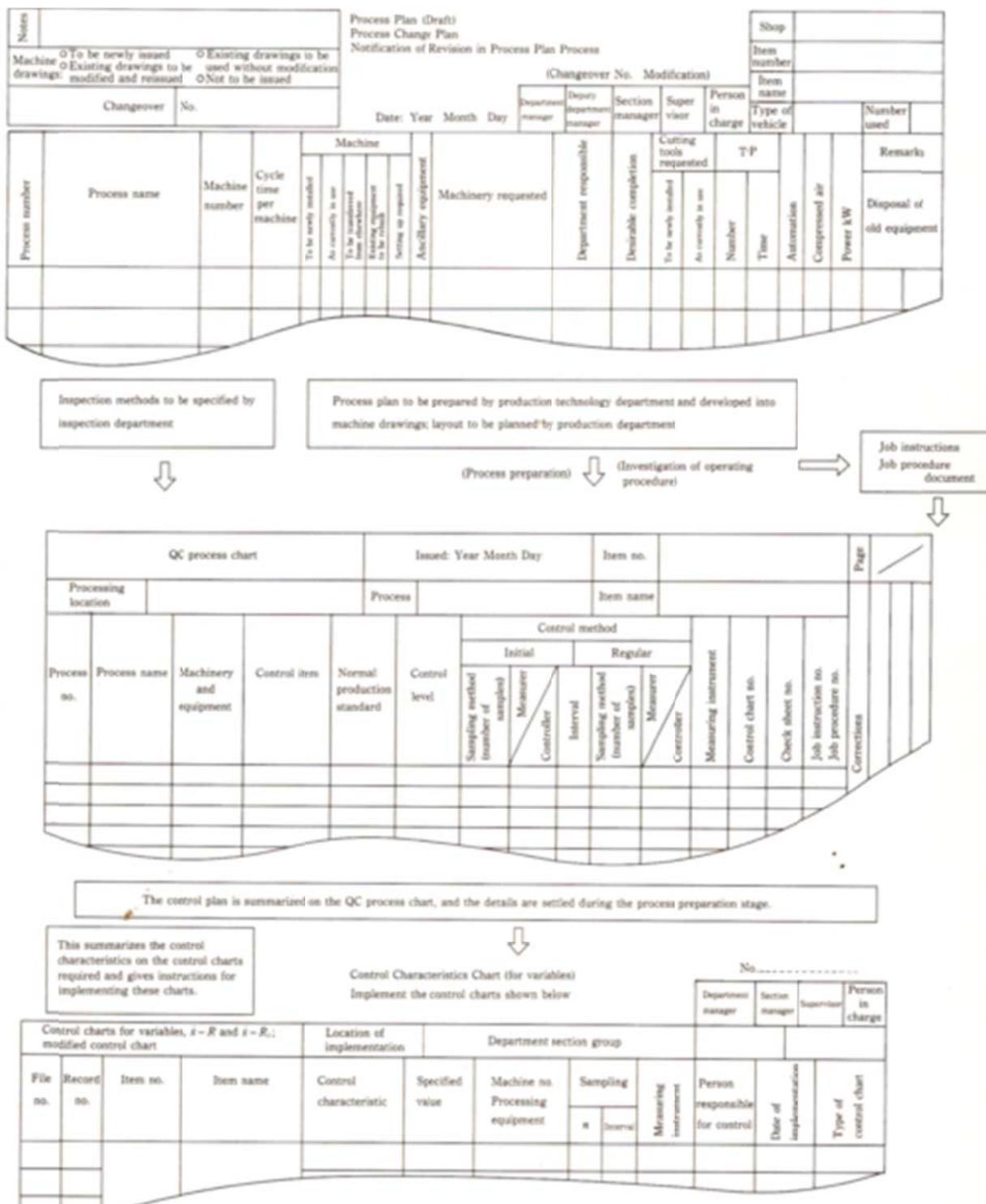


Figura 3.1: Grafico de calidad para el control del proceso.

Fuente: Kaoru Ishikawa, 1991.

- **Impacto:** Incidencia de la acción o actividad que se está analizando en los resultados de la gestión, en determinada área, producto o servicio.

En la tabla 3.3, se presentan los resultados obtenidos, ordenados de modo descendente.

Tabla 3.3 Prioridad de las oportunidades de mejora

OPORTUNIDAD DE MEJORA	U	T	I	Total
Perfeccionar el grafico de calidad para el control del proceso.	10	9	10	29
Perfeccionar el control de los proveedores de la materia prima	10	8	10	28
Mejorar el estado técnico de las confeccionadoras.	10	9	9	28
Adquirir un mezclador automático, equipos de medición y equipos de enfriamiento para las extrusoras.	10	9	8	27
Mejorar las condiciones laborales en la fábrica.	9	9	8	26
Adquirir piezas de repuestos necesarias para las maquinas.	10	8	8	26
Estimular a los trabajadores que realicen innovaciones y ofrezcan respuestas rápidas en la solución de los problemas.	9	9	7	25
Estimular a los trabajadores que realicen innovaciones y ofrezcan respuestas rápidas en la solución de los problemas.	9	9	7	25

Fuente: Elaboración propia

Definición de planes de acción para las prioridades decididas

De acuerdo con las prioridades definidas en la tabla anterior, se diseñaron los *Planes de Acción* correspondientes a las siete oportunidad de mejora priorizada, haciendo uso de la técnica de las 5W y 2H (qué, quién, cómo, por qué, dónde, cuándo y cuánto). A través de estos planes se definieron, en forma ordenada y sistemática, las estrategias, procedimientos y/o actividades que se requieren para lograr las metas propuestas. Debido a que los planes de acción en su mayoría pueden realizarse con el personal de la organización, el costo asociado a los mismos corresponde principalmente al costo del tiempo invertido en su realización. A modo de ejemplo, sólo se muestra el plan de acción para las dos primeras oportunidad de mejora (Tabla 3.4 y 3.5) lo cual se implanto en práctica el plan de mejora para la primera oportunidad dado que se puede realizar sin la necesidad de inversiones ni de compra. A partir de los resultados que arrojó la Matriz

Causa -efecto, el equipo de mejora construyó el *Plan de Control* del proceso que se muestra en la Tabla 3.6. Este plan de control requiere ser ajustado periódicamente, en correspondencia con los resultados que arrojen los estudios de estabilidad y capacidad, para fijar las normas (estándares) de control.

Tabla 3.4 Plan de Acción para la mejora de la calidad

Oportunidad de Mejora: Perfeccionar el gráfico de Calidad para el Control del Proceso.						
Meta: Asegurar el control del proceso.						
Responsable General: Directora de UEB						
QUÉ	QUIÉN	CÓMO	POR QUÉ	DÓNDE	CUÁNDO	CUÁNTO
Crear un equipo multifuncional	Director de UEB	Seleccionar especialistas, técnicos de calidad, producción y trabajadores	Para asegurar la calidad del trabajo mediante la selección adecuada de expertos	UEB POLIALBA	22/02/2009	1 hora del personal implicado
Evaluar el grafico de calidad para el control del proceso	Equipo multifuncional	Evaluar la estabilidad y capacidad de proceso	Establecer pasos para evaluar el proceso	UEB POLIALBA	25/02/2009	5 horas del personal implicado
Determinar los estándares mínimos de grafico de calidad para el control del proceso	Equipo de mejora	Mediante los gráficos estadísticos de control	Para asegurar el control del proceso	UEB POLIALBA	25/02/2009	2 horas del personal implicado
Elaborar un nuevo grafico de calidad para el control del proceso	Director de UEB y especialista de calidad	Utilizando el proceso de gestión vigente	Para asegurar la calidad del proceso	UEB POLIALBA	27/02/2009	8 horas del personal implicado
Evaluar el nuevo grafico de calidad para el control del proceso	Equipo de mejora	Evaluar la estabilidad y capacidad de proceso	Para estabilizar y controlar el proceso	UEB POLIALBA	Permanente	Según el tiempo establecido en el nuevo grafico

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.5: Plan de acción para la mejora de la calidad

Oportunidad de Mejora: Perfeccionar el control del proveedor del Polietileno.						
Meta: Asegurar que todos los lotes cumplan las especificaciones						
Responsable General: Director general						
QUÉ	QUIÉN	CÓMO	POR QUÉ	DÓNDE	CUÁNDO	CUÁNTO
Crear un equipo multifuncional	Director general	Seleccionar especialistas de calidad, compras y producción. Incluir representantes del cliente externo	Para asegurar la calidad del trabajo mediante la selección adecuada de expertos	Empresa Química de Cienfuegos	22/ 02/ 09	2 horas del personal implicado
Determinar medidas de rendimiento críticas	Equipo multifuncional	Revisar el mapa de proceso y evaluar su capacidad	Establecer bases para evaluar al proveedor	UEB Polialba	28/ 02/ 09	10 horas del personal implicado
Determinar los estándares mínimos de rendimiento a contratar	Equipo multifuncional	Mediante sesiones de tormenta de ideas, análisis de capacidad y diseño de experimentos	Para asegurar la calidad de los suministros	UEB Polialba	22/ 02/ 09	2 horas del personal implicado
Elaborar y concertar un nuevo contrato	Director UEB Director Comercial Especialista principal de calidad/ Jurídico	Utilizando el proceso de gestión vigente	Establecer el marco legal de las relaciones con los proveedores, así como para asegurar la calidad	Empresa Química de Cienfuegos y de polietileno.	29/ 02/ 09	10 horas del personal implicado
Realizar pruebas a los lotes recibidos	Jefe de UEB Metrólogo	Aplicando procedimientos de verificación y pruebas establecidos	Evitar que entren al proceso lotes que no cumplen las especificaciones de calidad	UEB Polialba	Permanente	Según el tiempo establecido en el protocolo de control

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS

Elaborar reportes de aceptación o de falta de conformidad	Jefe de taller Representante de calidad UEB	Empleando los formatos establecidos	Decidir si el lote se puede utilizar o no	UEB Polialba	Permanente	Según el tiempo establecido en el protocolo de control
Decidir la disposición de los lotes rechazados	Director general, Director comercial, Director económico, Director UEB, Especialista principal de calidad	Evaluando el estado del plan de producción y las implicaciones económicas	Decidir si se utiliza parte del lote o se desecha, así como las implicaciones económicas	Dirección general	Cuando se requiera	2 horas del personal implicado
Tramitar reclamación	Director general, Director comercial, Jurídico	Aplicar procedimientos establecidos	Asegurar el cumplimiento de las condiciones contractuales	Dirección general	Cuando se requiera	Una semana
Evaluación del sistema de calidad del proveedor	Audidores internos o externos	Mediante auditorías ISO-9000	Determinar la capacidad del proveedor para asegurar el suministro estable de materias primas con la calidad requerida	Empresa de Polietileno	Anual	Dos o tres días
Evaluar la capacidad de gestión del proveedor	Audidores internos o externos	Evaluar los aspectos sobre I & D; estructura de costos; capacidad de producción y distribución; tecnologías de información; otros	Evaluar la capacidad actual y futura del proveedor para gestionar un negocio que sea capaz de satisfacer las necesidades actuales y futuras	Empresa de Polietileno	Bienal	Dos o tres días

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS

Evaluar la adecuación al uso del producto al proveedor	Audidores internos o externos	Evaluar la capacidad del proceso, los indicadores clave de rendimiento, los ciclos de producción, los porcentajes de productos no conformes entregados y otros	Evaluar si la calidad y la entrega de la materia prima satisfacen los requerimientos del proceso	Empresa de Polietileno	Semestral	Uno o dos días
Adoptar acciones conjuntas con el proveedor para mejorar su rendimiento	Director general	Evaluar la gestión de la calidad, el costo operativo total y la cadena de aprovisionamiento	Mejorar la creación de valor y la solución conjunta de problemas que aseguren la innovación	Empresa de Polietileno	Periódicamente	Según lo estipulado en el presupuesto de los proyectos de mejora

Fuente: Elaboración propia

Plan de control

Tabla 3.6: Plan de control para la fabricación de las bolsas y sacos de Polietileno.

Plan de control de Transacción de / Manufactura									
Nombre del producto: Bolsas de Polietileno			Preparado por:			Página No:			
Código del producto:			Aprobado por:			Documento No:			
Planta: POLIALBA			Aprobado por:			Fecha de Rev:			
Área de compra:			Aprobado por:			Supersedes:			
Verificación Maquina/operario	Parámetros (CTO)	Requerimientos	Método de medición	Tamaño de muestra	Frecuencia	Quién mide	Dónde se registra	Acción correctiva	# de referencia
Índice de fluidez, densidad establecida y Homogeneidad de la mezcla	Anexo PE bien mezclado	Mirar las especificación	Una lectura	Una lectora	Cada vez que entra materia prima y al comenzar cada proceso y cada vez que se termina la materia prima	Técnico de calidad Operario	Registro de control del proceso	No cumple con las especificación devolver el lote y Mezclar bien el PE	RCH
Temperatura de extrusión	Temperatura dentro del rango adecuado	150-200 °C	Control de temperatura	Una lectura	Encada turno	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar a la temperatura adecuada	RCH
Limpieza	Limpieza	Ausencia de residuos	Visual	Un ajuste	Al comenzar cada turno	Operario	Registro de control del proceso		RCH
Diámetro del cabezal	Diámetro del cabezal dentro de rango adecuado	Diámetro 150-200 mm	Cinta métrica	Un ajuste	Al comenzar el proceso, y cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar al diámetro establecido	Documento

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS PROCESOS

Tabla 3.6.cont/... Plan de control para la fabricación de las bolsas y sacos de Polietileno.

Plan de control

Plan de control de Transacción de / Manufactura									
Nombre del producto: Bolsas de Polietileno			Preparado por:			Página No:			
Código del producto:			Aprobado por:			Documento No:			
Planta: POLLALBA			Aprobado por:			Fecha de Rev:			
Área de compra:			Aprobado por:			Supercedes:			
Enfriamiento	Enfriamiento dentro del rango adecuado	10 °C	Una lectura	Un ajuste	Al comenzar cada turno	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar a la temperatura adecuada	RCH
Regulación de guía filme	Ancho de guía filme	Mirar las especificaciones Ancho 500-1300mm	Una lectura	Un ajuste	Una vez cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar al ancho establecido	RCH
Rotación del cabezal o la torre	Rotación del cabezal o la torre	Derecha-izquierda de 360 grados	Visual	Un ajuste	Al comenzar el proceso, y cada vez que se desajuste	Operario	Registro de control del proceso	Abre o cierra	RCH
Velocidad de estiro	Velocidad dentro del rango adecuado	Velocidad máxima 80mts/min	Una lectora	Un ajuste	Una vez cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar a la velocidad establecida según el surtido	document o
Frecuencia de tratamiento	Frecuencia	Potencia 2 KW	Una lectora	Un ajuste	Al comenzar el proceso.	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar a la frecuencia establecida	document o
Regulación de guía borde neumático	Ubicación	Diámetro establecido	Visual	Un ajuste	Una vez cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar según el surtido	RCH
Velocidad de la maquina	Velocidad dentro del rango adecuado	23- 80 de extrusión 50-110 g/ min de confección	Control de temperatura	Una lectora	Una vez cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar a la velocidad establecida	RCH
Nivel y viscosidad de la tinta	Viscosidad de la tinta	Mirar las especificaciones	Visco metro	Una lectora	Al comenzar el proceso de impresión	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar a la viscosidad establecida	RCH
Densidad y colores de la tinta	Densidad de la tinta	Mirar las especificación	Visco metro	Una lectora	Al comenzar el proceso de impresión	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar a la densidad establecida	RCH

Tabla 3.6.cont/... Plan de control para la fabricación de las bolsas y sacos de Polietileno.

Plan de control

Plan de control de Transacción de / Manufactura

Nombre del producto: Bolsas de Polietileno	Preparado por:	Página No:
Código del producto:	Aprobado por:	Documento No:
Planta: POLIALBA	Aprobado por:	Fecha de Rev:
Área de compra	Aprobado por:	Supercedes:

Verificación Maquina / operario	Parámetros (CTO)	Requerimientos	Método de medición	Tamaño de muestra	Frecuencia	Quién mide	Dónde se registra	Acción correctiva	# de referencia
Presión de los rodillos de impresión	Presión	Mirar las especificación	Visual	Un ajuste	Al comenzar el proceso de impresión	Operario	Registro de control del proceso	Ajustar a la presión adecuada	RCH
Temperatura de secado	Temperatura	50 °C	Control de la temperatura	Una lectora	Al comenzar el proceso de impresión	Operario	Registro de control del proceso		RCH
Temperatura de sellado	Temperatura	110-290 °C según el surtido	Control de la temperatura	Una lectura	Una vez cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Desear bolsas con sellos no resistentes	document o
Presión de sellado	Presión	Presión adecuada	Visual	Un ajuste	Una vez cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Desear bolsas con sellos no resistentes	RCH
Filo de cuchillas	Filo	Ausencia de filo	Visual	Un ajuste	El comenzar el proceso y en cada turno	Operario	Registro de control del proceso	Desear bolsas con sellos no resistentes y fuera de las dimensiones establecidas	RCH
Distancia de cuchillas longitudinal	Distancia	Mirar las especificación 15,5-40 °C	Una lectora	Un ajuste	Una vez cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Desear bolsas fuera del ancho establecido	RCH
Escala de la biela o volante	20-140 °C	Mirar las especificación 20-140 °C	Una lectora	Un ajuste	Una vez cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Desear bolsas fuera del largo establecido	RCH
Ubicación de foto celda	Foto celda bien ubicada	Cortes dentro de cada impresión	Visual	Un ajuste	Una vez cada una hora	Operario	Registro de control del proceso	Desear bolsas con impresión recorrida	RCH

La aplicación de las técnicas y herramientas anteriores brinda una manera estructurada y científicamente argumentada para gestionar la mejora de los procesos en correspondencia con las estrategias trazadas por la organización, vinculando todos los aspectos que inciden en la calidad de la oferta y la satisfacción de los clientes.

3.4.2 ETAPA DE HACER

Se aplicaron los planes de medidas, con la participación de los trabajadores de la fábrica, así como los planes de control correspondientes.

3.4.3 ETAPA DE VERIFICAR

Se aplicaron nuevamente los gráficos de control, histogramas y los estudios de capacidad/estabilidad del proceso. El análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso, en relación con las dimensiones denominadas ancho, espesor y largo, se realizó mediante el empleo de gráficos de control, histogramas, índices de capacidad/estabilidad, los cuales se muestran en los Anexos 3.15, 3.16 y 3.17, respectivamente. Estos resultados, fueron procesados mediante el sistema de software **Statgraphics Centurión v. XV**.

La prueba de bondad del ajuste indica que los datos se ajustan a una ley de probabilidad normal, los gráficos de control indican que el proceso fue operado de manera estable durante el período de estudio, lo cual demuestra la efectividad de los planes de control y de mejora.

El resultado del análisis de la estabilidad y desempeño del proceso, en relación con la no conformidad de las bolsas, se realizó mediante el empleo de gráficos de control, histogramas y diagramas Pareto, los cuales se muestran en el Anexo 3.18. Las mediciones se realizaron a intervalos regulares en la maquina confeccionadora. Estos resultados, fueron procesados mediante el sistema de software **Statgraphics Centurión v. XV**.

Teniendo en cuenta los resultados de medición según el diagrama de Pareto, se decidió tomar la no conformidad de los sellos laterales y de fondo para hacer el estudio de estabilidad y

desempeño, el grafico de control indica que el proceso de fabricación es estable en relación con la no conformidad de los sellos laterales y de fondo, lo cual demuestra la efectividad de los planes de control y de mejora.

Estos resultados muestran una reducción sensible del índice de rechazo en el proceso durante los últimos meses, permitiendo *reducir el índice de rechazo de 3,92% a 2,91%*, todo lo cual demuestra la *efectividad de los planes de mejora y el cumplimiento de la hipótesis de la investigación*. Teniendo en cuenta que el trabajo fue elaborado dentro de la jornada laboral, también que no se ha hecho inversiones ni cambios, ni compras de nuevos medios, solo el salario del analista, la efectividad económica se calcula de la siguiente manera:

Índice de efectividad de los gastos= Efecto/ Gastos

Dónde:

Efecto= Reducción de pérdidas económicas por concepto de disminución de la fracción defectuosa.

Gasto= Salario del analista para resolver el problema durante el tiempo de la investigación.

Teniendo en cuenta que se ha reducido un índice de 1,01% lo cual representa 4,2 Ton, eso equivale a 6300 CUC. El gasto del analista contratado para hacer la investigación es de 32,18 CUC.

Índice de efectividad de los gastos= $6300/32,18 = 195,77$. Lo cual demuestra la factibilidad de la investigación desarrollada.

3.4.4 ETAPA DE ACTUAR

Se decidió emprender otro ciclo de mejora para reducir aún más los índices de rechazo y el consumo de la materia prima.

Los planes futuros están orientados a diseminar los resultados y experiencias alcanzados a otras áreas productivas dentro de la empresa.

3.5 Conclusiones del capítulo

Al término de este capítulo se plantean las siguientes conclusiones:

1. Los planes de mejora y de control que fueron elaborados durante la presente investigación, condujeron a la eliminación preventiva de las causas que provocan los fallos y sus consecuencias.
2. El empleo de los métodos estadísticos, las herramientas de la gestión por procesos, así como algunas herramientas de la Ingeniería Industrial, permitió comprobar la hipótesis de la investigación sobre bases científicamente argumentadas.

CONCLUSIONES GENERALES

1. El procedimiento de mejora, permite adoptar un lenguaje común y universal para la solución de problemas, que es fácilmente comprensible para todos en la organización y se puede utilizar para administrar otras actividades de la empresa, haciendo posible que la mejora de la calidad se realice tomando en consideración todos los factores que propician la misma y, por tanto, sea redituable.
2. El procedimiento aplicado representa una novedad en este tipo de empresas, debido a que emplea técnicas estadísticas, algoritmos, software de punta, así como herramientas gerenciales que permiten determinar los defectos fundamentales y las causas que los provocan, así como argumentar científicamente las medidas orientadas a la eliminación preventiva de dichas causas, cuyas ventajas prácticas han sido comprobadas en la formulación de los planes de acción para la mejora de la calidad de las bolsas y sacos plásticos.
3. La eliminación preventiva de las causas raíces detectadas permitió reducir las fracciones no conformes y disminuir el porcentaje de rechazo en el proceso, con lo cual quedó demostrado el cumplimiento de la hipótesis de investigación.

RECOMENDACIONES

1. Realizar la generalización del procedimiento de mejora a otras unidades productivas, así como a los procesos gerenciales de la Empresa, con vistas a crear las condiciones que permitan diseñar e implantar el Sistema de Gestión de la Calidad.
2. Capacitar al resto del personal en el empleo del procedimiento, las técnicas de mejora, los métodos estadísticos y los sistemas de software, con vistas a desarrollar el trabajo en equipos y comités de calidad.
3. Buscar la posibilidad de dar soluciones a las demás oportunidades de mejora identificadas, para reducir aún más el índice de rechazo.
4. Diseminar las experiencias y reconocer a todas las personas que se destaquen por su contribución a la mejora del desempeño de la Empresa.

Referencias Bibliográficas

- [1] Deming W. Edwards, *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis*, Madrid: 1989; <http://www.gestionpolis.com>.
- [2] G.F.M. Juran J, “Análisis y planeación de la calidad,” 1995.
- [3] C.P. B., *Hablemos de Calidad*, México: 1993.
- [4] Noori H. y R. Bradford, *Administración de Operaciones y Producción: Calidad Total y Respuesta Sensible Rápida*, New York: McGraw- Hill: 1997.
- [5] Kaoru Ishikawa, “Introduction to Quality Control Jabon Tokyo” 1991, pág. 340.
- [6] ISO, “Sistemas de Gestión de la Calidad, fundamentos y vocabulario ISO -9000:2005, (traducción certificada), IDT,” 2005, pág. 43; NC-2005.
- [7] ISO 2005-9000, *Sistema de Gestión de Calidad, Fundamentos y Vocabulario.*, 2005; www.iso.org.
- [8] Juran Joseph M. *Juran y el liderazgo para la calidad: Un manual para directivos.*, España: 1990.
- [9] E.M.V.G. Ramón Pons Murguía, “Gestión por Procesos Monografía,” Access Date Cuba. 2006.
- [10] G. Box, *Designing Products that are Robusto tha Environment Total Quality Management*, 1992.
- [11] Grima P., “Aportaciones metodológicas al diseño de productos robustos” 1993.
- [12] Montgomery D. C., “Using Fractional Factorial Designs for Robust Process Development. Quality Engineering (Milwaukee),” 1990.
- [13] Wu Y., “Diseño Robusto utilizando los métodos de Taguchi: Editorial Díaz de Santos” 1997, pág. 120.
- [14] Besterfield Dale, *Total Quality Management*, Prentice Hall: 1999.
- [15] H. Cantú Delgado, *Desarrollo de una Cultura de Calidad*, Mexico: Mc Graw - Hill, 1997.
- [16] Juran, *Manual de Control de la Calidad*, Mexico: 1993; <http://www.gestionpolis.com>.
- [17] Montgomery. D.C, *Control estadístico de la Calidad*, México: 1991.
- [18] Edwards W. Deming, *Out of the Crisis*, 1989.
- [19] Davenport Thomas H, *Process Innovation*, Boston: 1993.
- [20] H.M.Y. Hammer M y V. Chompy, *Reengineering the Corporation*, Mexico DF: McGraw-Hill: 2001.
- [21] Pérez-Fernández de Velazco, *Gestión por procesos, Reingenieria y mejora de los procesos de la empresa*, Madrid: 1996.
- [22] Cantú J. H, *Desarrollo de una Cultura de Calidad*, México: 2001.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [23] Feigenbaum, A. V, *Control Total de la Calidad*, México DF: 1991.
- [24] Harrington H. James, “Administración Total del Mejoramiento Continuo,” 1997.
- [25] Ramón Pons Murguía, “Curso Oficial de Gestión por Procesos. Compilación de materiales,”
Access Date. 2003; www.ucm.es/info/dsip/assignaturas/gestión/FI519.htm.
- [26] E.M.V.G.D.P.Y.R.Á.P. Murguía, “Gestión por Procesos,” 2006.
- [27] Municio Fernández P, *Elaboración y gestión de proyectos de mejora*, Madrid: Universidad Complutense de Madrid: 2002.
- [28] Jurán J. Blanton G., “Manual de Calidad de Jurán” New York: 2001.
- [29] Kume H., *Business Management and Quality Cost: The Japanese View. Quality Progress (Milwaukee)*, 1985.
- [30] Singh Soin, S, *Control de Calidad Total: Claves Metodologías y Administración para el Éxito*, México DF: McGraw-Hill: 1997.
- [31] Y. Cáravez, “Modelo para la mejora de procesos en un circuito turístico: Experiencias en las organizaciones turísticas de la provincia de Cienfuegos.,” 2006.
- [32] Jesús David Castañeda A. / Alejandro Vásquez, “Ingeniería de Innovación aplicada a empresa productora de empaques flexibles en Polietileno de alta y baja densidad y de Propileno con impresión y sin impresión,” 2006, pág. 11.

Bibliografía

- Aplicación de herramientas estadísticas para mejorar la calidad del proceso de mezcla de empaques de caucho para tubería en la empresa eterna S.A. 2004, 127.
- A.M Gomez, J.C Sanchez. Cultura organizacional. [Madrid]: Pearson Educación, 2005.
- Albrecht, Karl. La misión de la empresa. [Buenos Aires], 1994a Available from World Wide Web: <<http://scholar.google.es/>>.
- Alexis Suarez del Villar Labastida. Procedimiento para el mejoramiento de la Calidad de los procesos. 2006, 78.
- Antonio, Roberti Gadea. Factores que facilitan el éxito y la continuidad de los equipos de mejora en las empresas industriales. 2005, 438.
- B., Crosby Philip. Hablemos de Calidad. [Mexico], 1993.
- Berumen, S. Competitividad y Desarrollo Local. 2006.
- Berzosa, Beatriz. Introducción a la gestión de la calidad. Access Date 2006. Available from World Wide Web: <http://www.cideal.org/fse/origen/manuales/gestion_calidad>.
- Besterfield Dale. Total Quality Management. [Prentice Hall], 1999.
- Box, G.E.P. Designing Products that are Robusto tha Environment Total Quality Managment. 1992.
- Cantillo, Nerelys Pérez. Gestión por Proceso. Access Date 2006. Available from World Wide Web: <<http://www.monografias.com/trabajos33/gestion-procesos/gestion-procesos.shtml>>.
- Cantú Delgado, Humberto. Desarrollo de una Cultura de Calidad. [México]: Mc Graw - Hill, 1997.
- Cantú J. H. Desarrollo de una Cultura de Calidad. [México], 2001.
- Cáravez, Yamil. Modelo para la mejora de procesos en un circuito turístico: Experiencias en las organizaciones turísticas de la provincia de Cienfuegos. 2006.
- Cerezo, L. La calidad del servicio como elemento estratégico. Documento de trabajo. Access Date 2000. Available from World Wide Web: <<http://www.trabajos2/calser.html>>.
- Cerra, Javier. Gestión de Producción de Alojamiento y Restauración. Access Date 1994.
- Cruz, Jose Orlando Morela. Mejoramiento Continuo. Access Date 2004. Available from World Wide Web: <<http://www.gestiopolis.com/>>
- Chiavenato. Introducción a la Teoría General de la Administración. [Colombia], 1995.

BIBLIOGRÁFIAS

- Davenport Thomas H. Process Innovation. [Boston], 1993
- Delgado, Luz Snedy. El mejoramiento de la Gestión Educativa a través de Proceso de Calidad debe bajar los índices de Deserción en el Colegio de la enseñanza Cardenal Luque. 2006, 536.
- Deming W. Edwards. Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis. [Madrid], 1989 Available from World Wide Web: <<http://www.gestionpolis.com>>.
- Diane, Galloway. Mejora Continua de Procesos. 1998.
- Edwards W. Deming. Out of the Crisis . 1989.
- Espinosa. Calidad Total. 2006. Available from World Wide Web: <<http://www.monografias.com>>.
- Feigenbaum, A. V. Control Total de la Calidad. Edición del Cuarenta Aniversario. CECOSA [México DF], 1991.
- G.Taguchi. Quality Engineering in Production Systems New York. 1994.
- Galloway, Dianne. Mejora continua de procesos. 2000.
- García, M. Administración Total del Mejoramiento Continuo: la Nueva Generación. . Mc. Graw Hill INTERAMERICANA S.A. Access Date 1992.
- Ghobadian, A. S. Speller. "Gurus of quality: a framework for comparison". . Total Quality Management Journal 1, 1994, 47 - 70.
- Godoy, Teresa Velilla. Estudio de la polimerización de etileno y propileno en sistemas homogéneos y heterogéneos: correlación estado del catalizador-propiedades de los polómeros formados Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y matemáticas, Departamento de ingeniería Química y Biotecnología. 2007.
- Gómez Dorta, R. Procedimientos para el mejoramiento de la calidad de la generación y el consumo de energía. . 2001, 220.
- González, Mario Garza. Modelo de Indicadores de Calidad en la Vida de Proyectos Inmobiliarios. 2006, 204.
- González., Carlos. Conceptos Generales de Calidad total. 2006. Available from Word wide web: <<http://www.mongrafias.com>>.
- Grima P. Aportaciones metodológicas al diseño de productos robustos. 1993.
- Grönroos, C. Marketing y Gestión se Servicio: La gestión de los momentos de verdad y la competencia de los servicios. 1994.

BIBLIOGRÁFIAS

- Hammer M y V. Chompy, Hammer M. y . Reengineering the Corporation. [México DF: McGraw-Hill], 2001.
- Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la Vara Salazar. Control estadístico de la calidad y seis sigmas. [México], 2004.
- Humberto, Gutiérrez Pulido. Calidad Total y Productividad. [México], 1996.
- Ihovany. Procedimiento para la Gestión de Proceso. 2003, 66. Available from World Wide Web: <<http://intranet.ucf.edu.cu/biblio/servicios/tesis.html>>.
- Ingrid Julieta Palacio Molina, Hernán Javier Silva Sosa. Diseño de la Estructura Documental del Sistema de Gestión de la Calidad Basado en la Norma ISO 9001 y Mejoramiento de los Procesos Críticos en el Área de Manufactura de la Empresa Tecnoclean de Colombia LTDA. 2004, 99.
- ISO. Sistemas de Gestión de la Calidad, fundamentos y vocabulario ISO 9000:2005, (traducción certificada), IDT. 2005, 43. Available from World Wide Web: <NC-2005>.
- Jesus David Castañeda A. / Alejandro Vásquez. Ingeniería de Innovación aplicada a empresa productora de empaques flexibles en Polietileno de alta y baja densidad y de Propileno con impresión y sin impresión. 2006, 11.
- Joseph F. Hair, Jr. y Otros. Análisis Multivalente. Estadística -Teoría, Procedimientos y Métodos 1999.
- Juliana Ferrer, José Luis Vázquez. Gestión de Calidad y su Dimensión Ético en la Pequeña y Mediana Empresa Metalmecánica de la Región Zuliana. Revista Venezolana de Gerencia Access Date 2002. Available from World Wide Web: <www.redalcyc.com>.
- Juran. Manual de Control de la Calidad. [Mexico], 1993 Available from World Wide Web: <<http://www.gestionpolis.com>>.
- Juran J, Gryna F. M. Análisis y planeación de la calidad. 1995.
- Jurán J., Blanton G. Manual de Calidad de Juran. [New York: McGraw-Hill], 2001.
- Juran Joseph M. . Juran y el liderazgo para la calidad: Un manual para directivos. [España], 1990.
- KAIZEN, IMAI. M. La clave de la ventaja competitiva japonesa. Access Date 1995.
- Kaoru Ishikawa. Introduction to Quality Control Jabon Tokyo. 1991, 340.

BIBLIOGRÁFIAS

- Kearney, D. Fundamentos Teóricos de la Organización de Empresas. Un enfoque interdisciplinar. Pirámide, Madrid Access Date 2002.
- Kume H. Business Management and Quality Cost: The Japanese View. Quality Progress (Milwaukee) . 1985.
- Lafaurie, Martha C. Herramientas estratégicas mas conocidas en nuestro medio empresarial. Access Date 2003.
- Laffitte, Neuris J. Barzaga. Manual de Regiduria de Pisos. 2005.
- Lerner, Alan. TQM & Six Sigma - Un enfoque comparativo de metodologías para el mejoramiento continuo en el ámbito de los negocios. 2007, 130.
- Lizette C.Z.P, JULIAN C. H. Aplicación de herramientas Estadísticas para mejorar la Calidad del proceso de mezcla de empaques de cacho para tubería en la empresa Eterna S.A. Access Date 2004.
- Montgomery.D.C. Control estadístico de la Calidad. [México], 1991.
- Municio Fernández P. Elaboración y gestión de proyectos de mejora. [Madrid: Universidad Complutense de Madrid], 2002.
- Muñoz, Larisa Matinés. Consideración Teórica sobre la Atención al Cliente. Monografías Access Date 2007.
- Murguía, Ramón Pons. Programas de Calidad Seis-Sigma, Barranquilla: Universidad del Atlántico. Access Date 2005.
- Nava Carbellido. ¿Qué es la calidad? Limusa Available from World Wide Web: <<http://books.google.es/books>>.
- Noori H. y R. Radford. Administración de Operaciones y Producción: Calidad Total y Respuesta Sensible Rápida. [New York: McGraw-Hill], 1997.
- Norman, R. Service Management Strategy and Leaderships. [Nueva York]: Editorial John Wiley & Sons, 1984.
- Orozco, FERNANDO R. Control de calidad. [Bogotá], 1980.
- Padron, V. "Análisis comparativo de los distintos enfoques en la gestión de la calidad". Esic market 548 (Julio - Septiembre) 1996 pag 147 - 158.
- Parasuraman A. , V. Zeithaml. Alternative Scales for Measuring Service Quality: A comparative Assessment Based on Psychometric and Diagnostic Criteria. Access Date 1994.

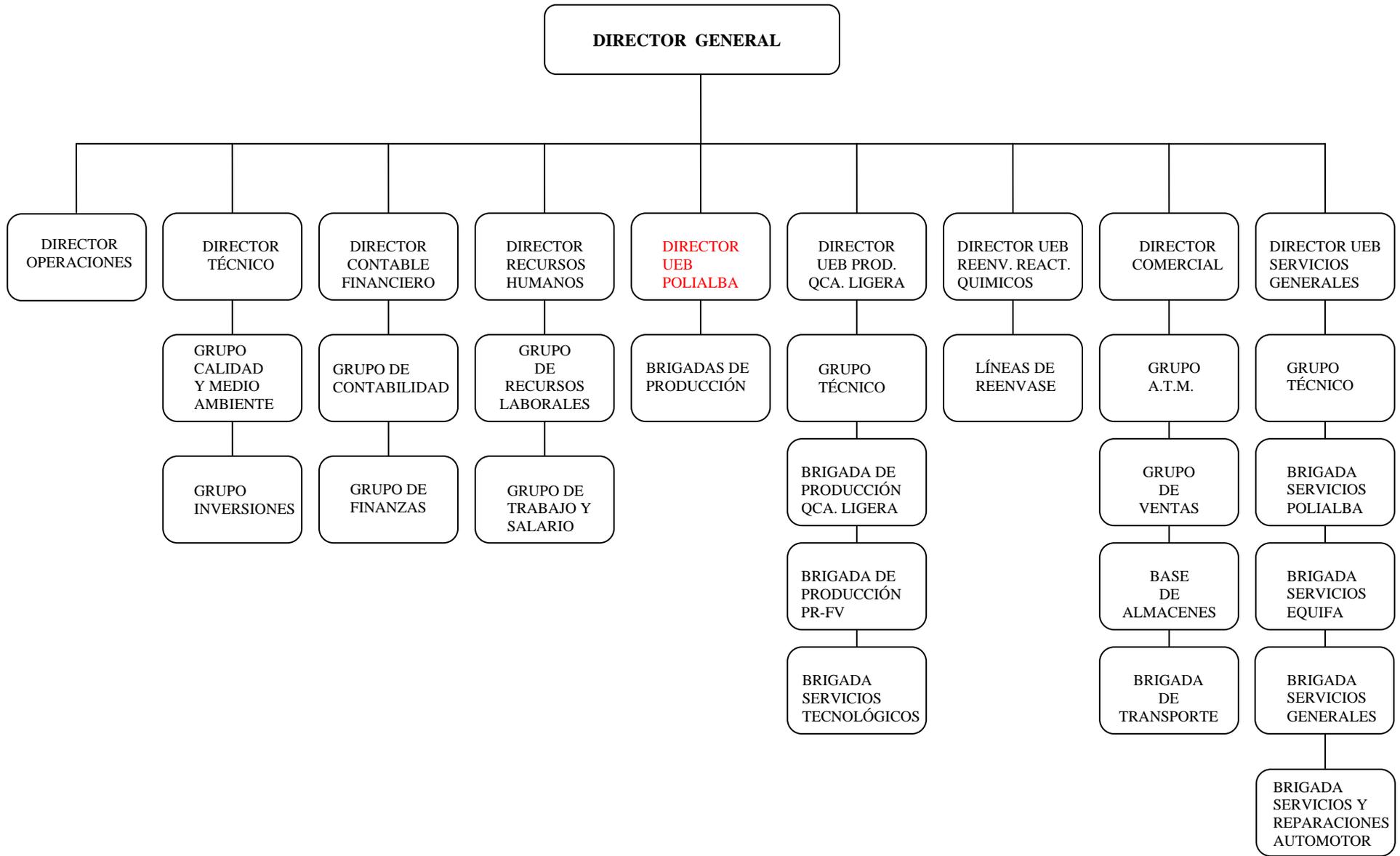
BIBLIOGRÁFIAS

- Pérez-Fernández de Velazco. Gestión por procesos, Reingeniería y mejora de los procesos de la empresa. [Madrid], 1996.
- Porter, M. Ventaja Competitiva - creación y sostenimiento de un desempeño superior. 1992.
- Pulido, Humberto Gutierrez. Calidad Total y Productividad. [México], 1996 Available from World Wide Web: <<http://www.gestionpolis.com>>.
- Raitec. Modelo europeo de gestión de la calidad. Raitec 2000.
- Ramón Pons Murguía, Eulalia M. Villa Glez . Gestión por Procesos Monografía. Access Date Cuba 2006.
- Ramón Pons Murguía. Curso Oficial de Gestión por Procesos. Compilación de materiales. Access Date 2003. Available from World Wide Web: <www.ucm.es/info/dsip/asignaturas/gestión/FI519.htm>.
- Ramón Pons Murguía, Ramón Pons. Investigación y elaboración de procedimientos para el mejoramiento de la calidad de la producción de partes, piezas y equipos, Villa Clara. Access Date 1994.
- Ramón Pons Murguía, Eulalia M. Villa Glez del Pino. Monografía Gestión por proceso. 2006.
- Ramón Pons Murguía, Eulalia Villa Gonzales Pino. Gestión de la Calidad. 2006.
- Rummler, Geary A., y Alan P. Brache. Improving Performance. How to Manage the White Space on the Organization Chart. 1995.
- Ryu Fukui, Yoko Honda. Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad. ¿Cómo iniciar los Círculos de Control de Calidad? Guía para Facilitadores y Líderes. 2003.
- S., Michael. Técnicas para el Cambio Organizacional. 1983. Available from world wide web: <<http://www.monografias.com>>.
- Sangüesa Sánchez, Martha y Sesma Vitrián, Elena. Manual de Gestión de la Calidad. [Universidad de Navarra], 2005.
- Scalone, Fernando. Estudio Comparativo de los Modelos y estándares de Calidad del Software. 2006, 461.
- Singh Soin, S. Control de Calidad Total: Claves Metodologías y Administración para el Éxito. [México DF: McGraw-Hill], 1997.
- Sonia, Cruz Ros. Relación entre el enfoque de gestión de la calidad y el desempeño organizativo. Una aproximación desde la perspectiva basada en los recursos. 2001, 336.

BIBLIOGRÁFIAS

- Thompson, P. Círculos de Calidad. Como hacer que funcionen. [Colombia]: Grupo Editorial Norma, 1994.
- Torres, Adán Rodrigo Buitrago. Mejora y documentación de los procesos. 2006. Available from World Wide Web: <<http://www.mongrafias.com>>.
- Trangay, Rodrigo Emilio Leal. Aplicación de la metodología DMAMC de Seis Sigma para la mejora del retorno sobre activos de la flota de renta de maquinaria pesada. 2005, 208.
- Velasco, José A Pérez Fdes.de. Gestión de la Calidad Empresarial. Available from World Wide Web: <<http://books.google.es/books>
- Wark, S; Frank M. Application of the Total Quality Management Approach Principles and the ISO 9000 Standards in Engineering Education. European Journal of Engeneering Education Volumen 24, 1999, pag 249 - 258.
- Wu Y. Diseño Robusto utilizando los métodos de Taguchi: Editorial Díaz de Santos. 1997, 120.

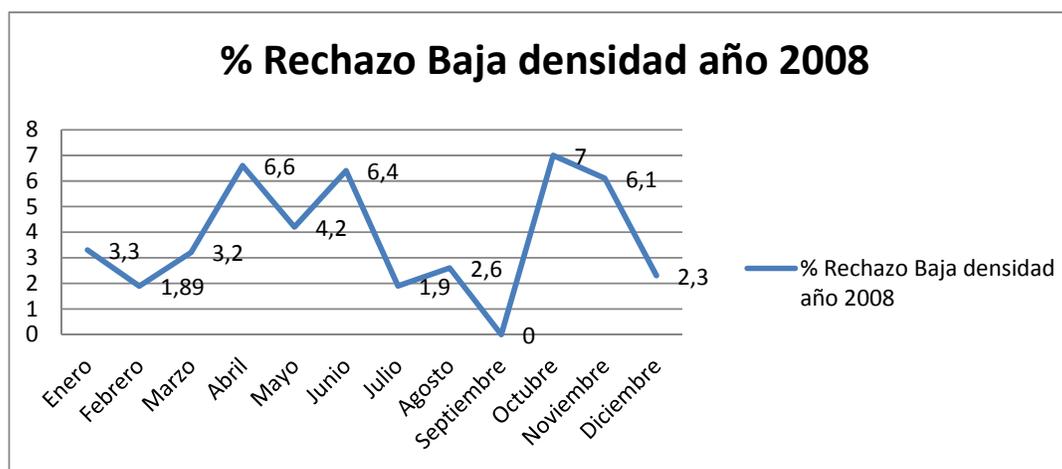
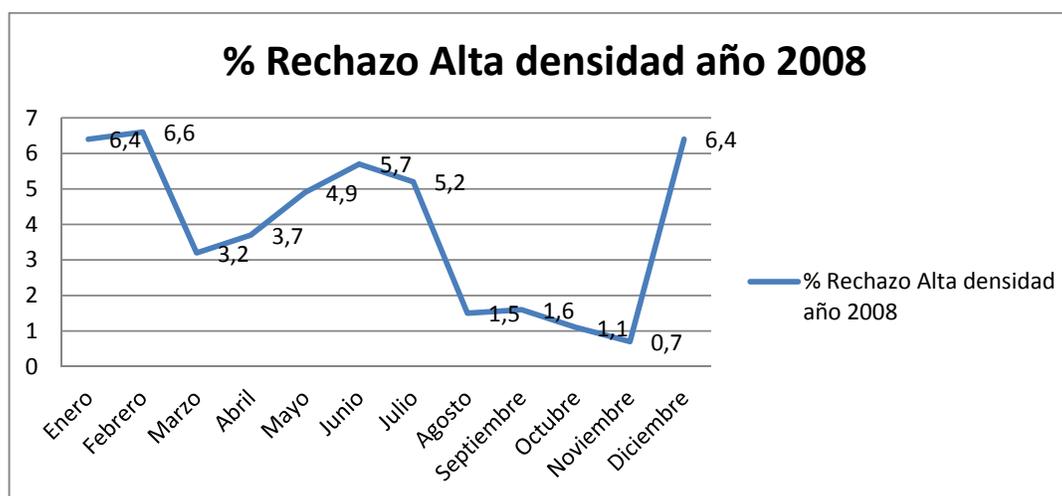
Anexo 3.1: Organigrama de la Empresa Química de Cienfuegos



Anexo 3.2: Índice de rechazo del proceso de producción de las bolsas de alta y baja densidad del año 2008.

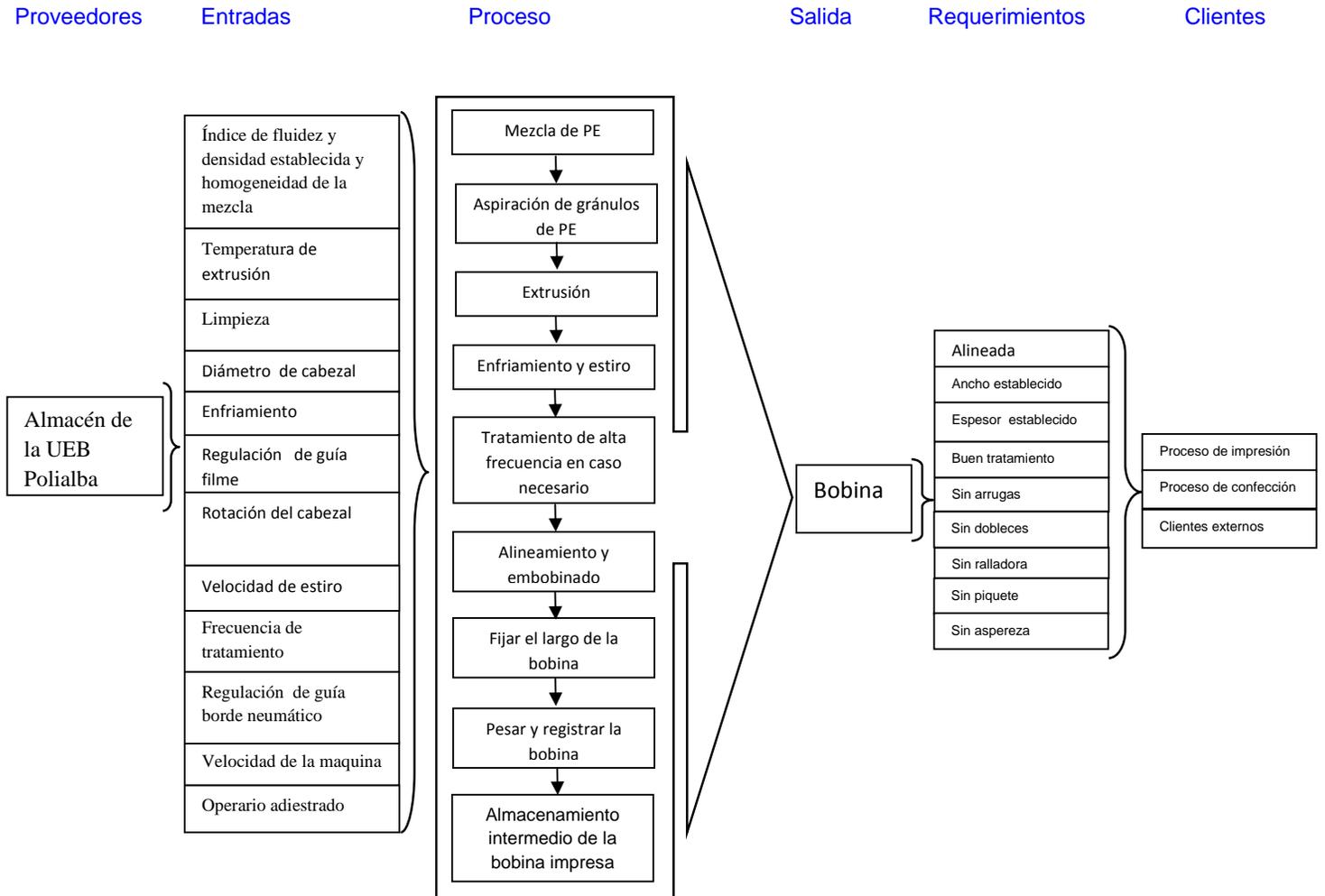
Mes	% Rechazo de baja densidad	% Rechazo de alta densidad
Enero	3,3	6,4
Febrero	1,89	6,6
Marzo	3,2	3,2
Abril	6,6	3,7
Mayo	4,2	4,9
Junio	6,4	5,7
Julio	1,9	5,2
Agosto	2,6	1,5
Septiembre	0	1,6
Octubre	7	1,1
Noviembre	6,1	0,7
Diciembre	2,3	6,4

Fuente: plantilla de producción mercantil del año 2008 de UEB POLIALBA



Anexo3.3: Diagrama SIPOC del Proceso de producción de bolsas y sacos del Polietileno.

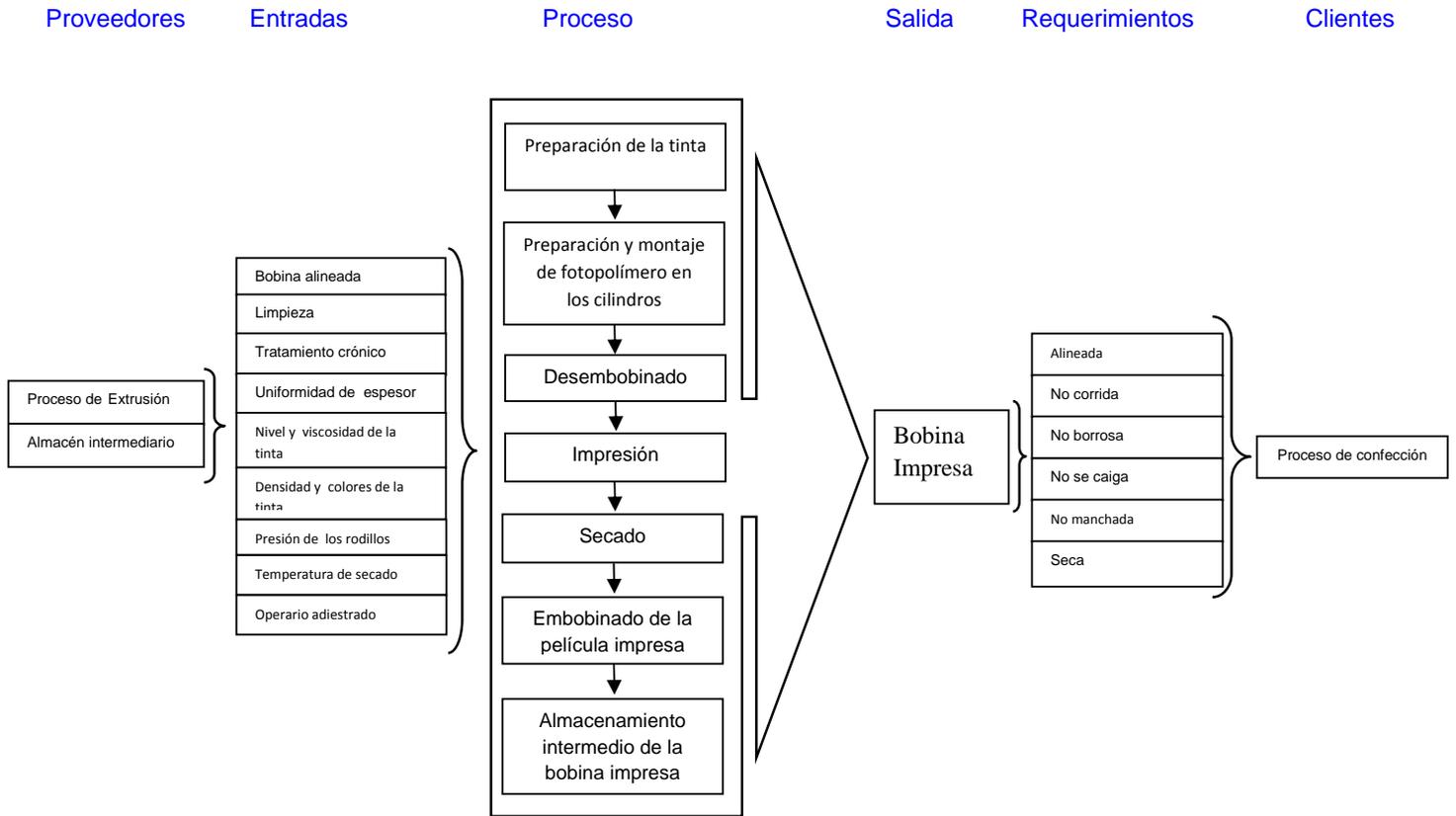
1: SIPOC del proceso de extrusión.



Fuente: elaboración propia

Anexo 3.3 cont. /.... Diagrama SIPOC del proceso de producción de las bolsas.

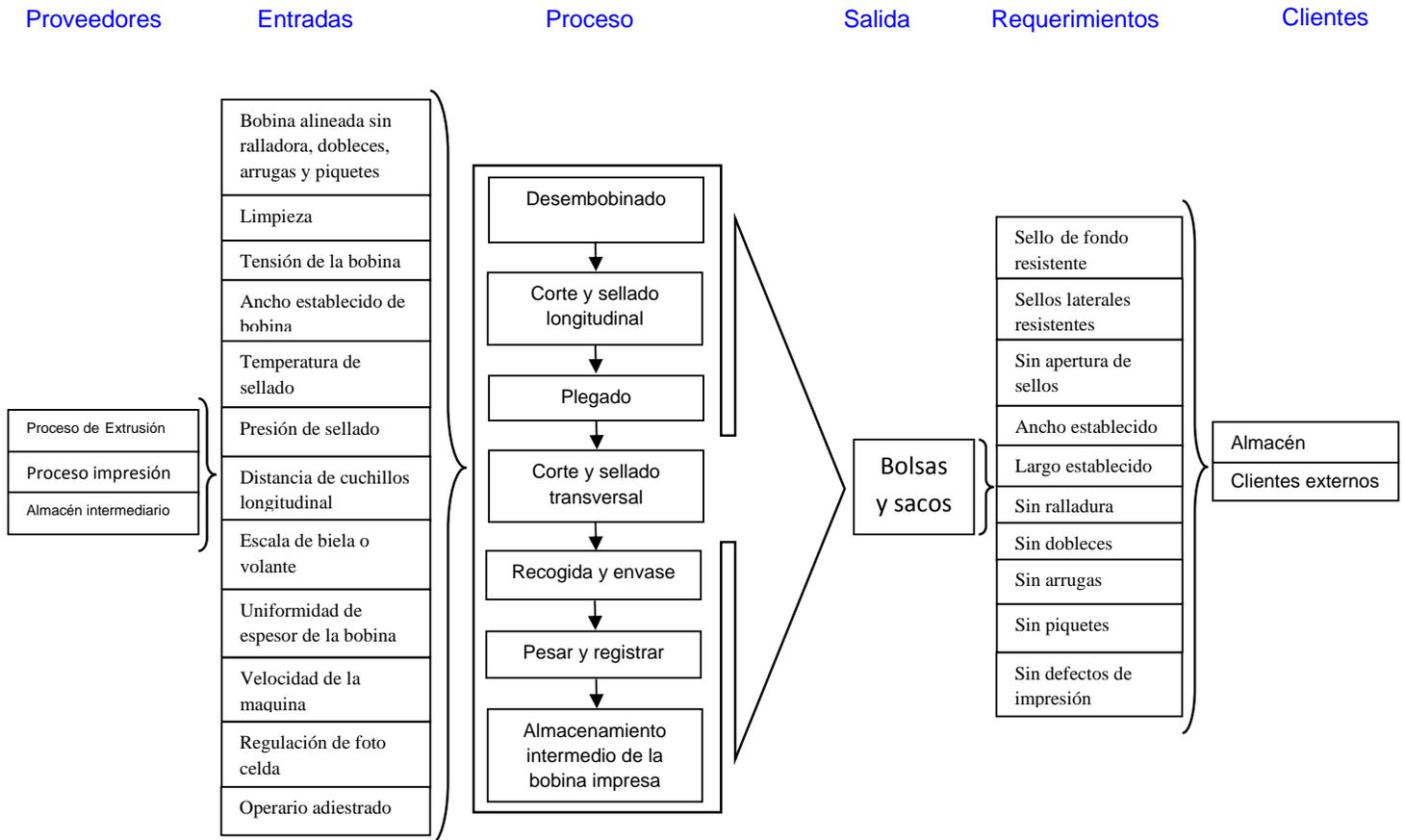
2: SIPOC del proceso de Impresión.



Fuente: elaboración propia

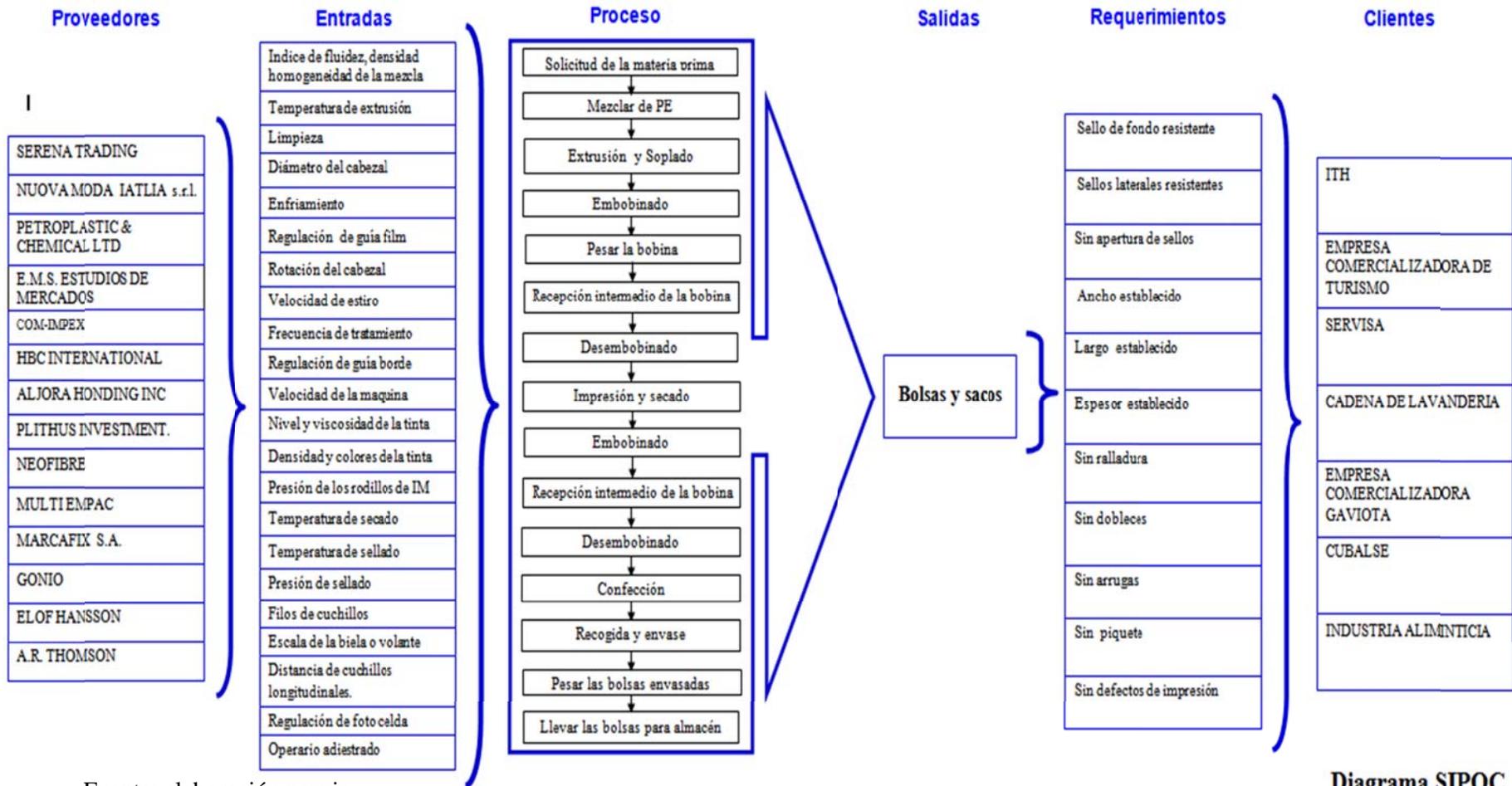
Anexo 3.3 cont. /.... Diagrama SIPOC del proceso de producción de las bolsas.

3: SIPOC del proceso de confección.



Fuente: elaboración propia

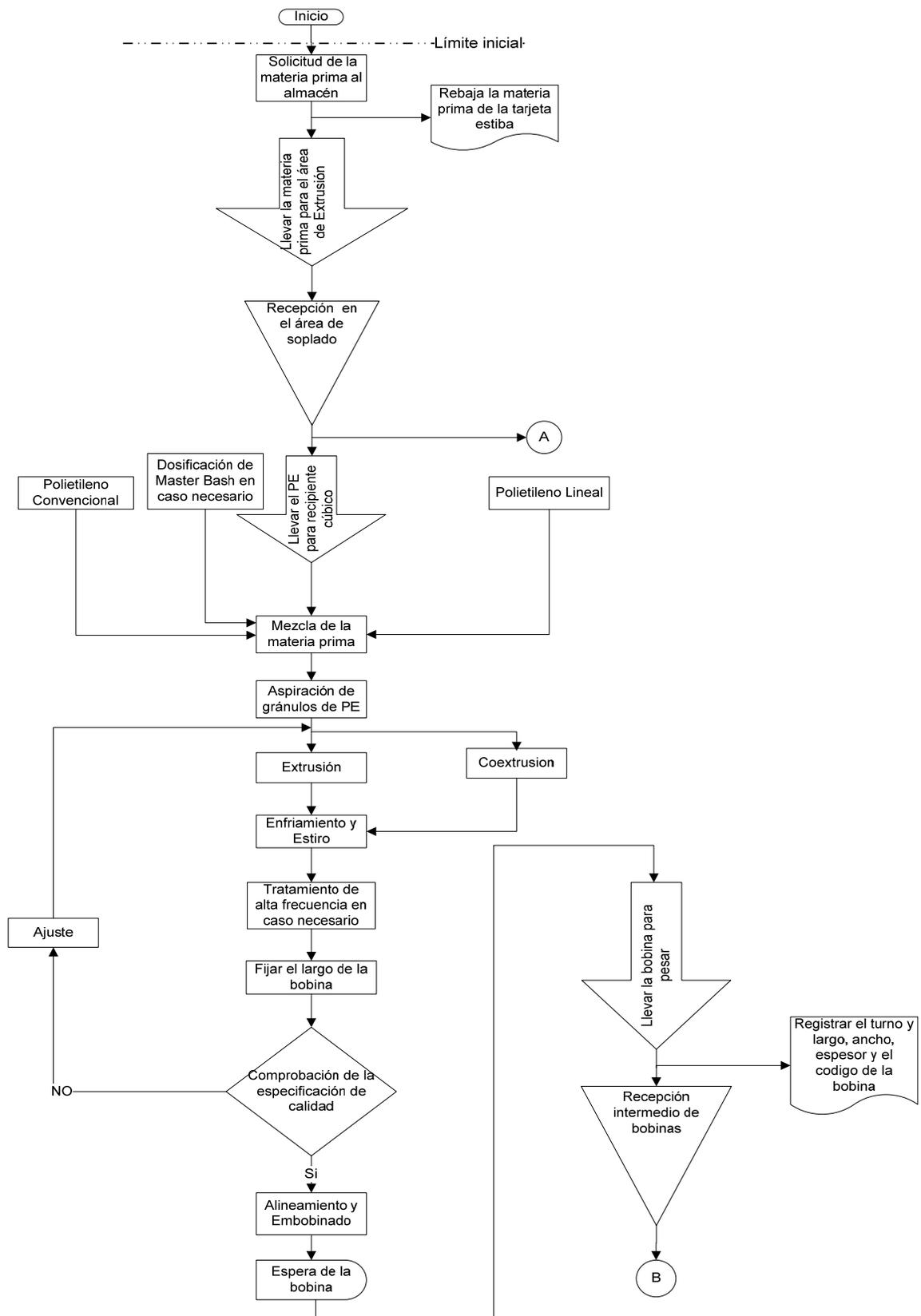
Anexo 3.3 cont. /... Diagrama SIPOC del proceso de producción de las bolsas y sacos de Polietileno.

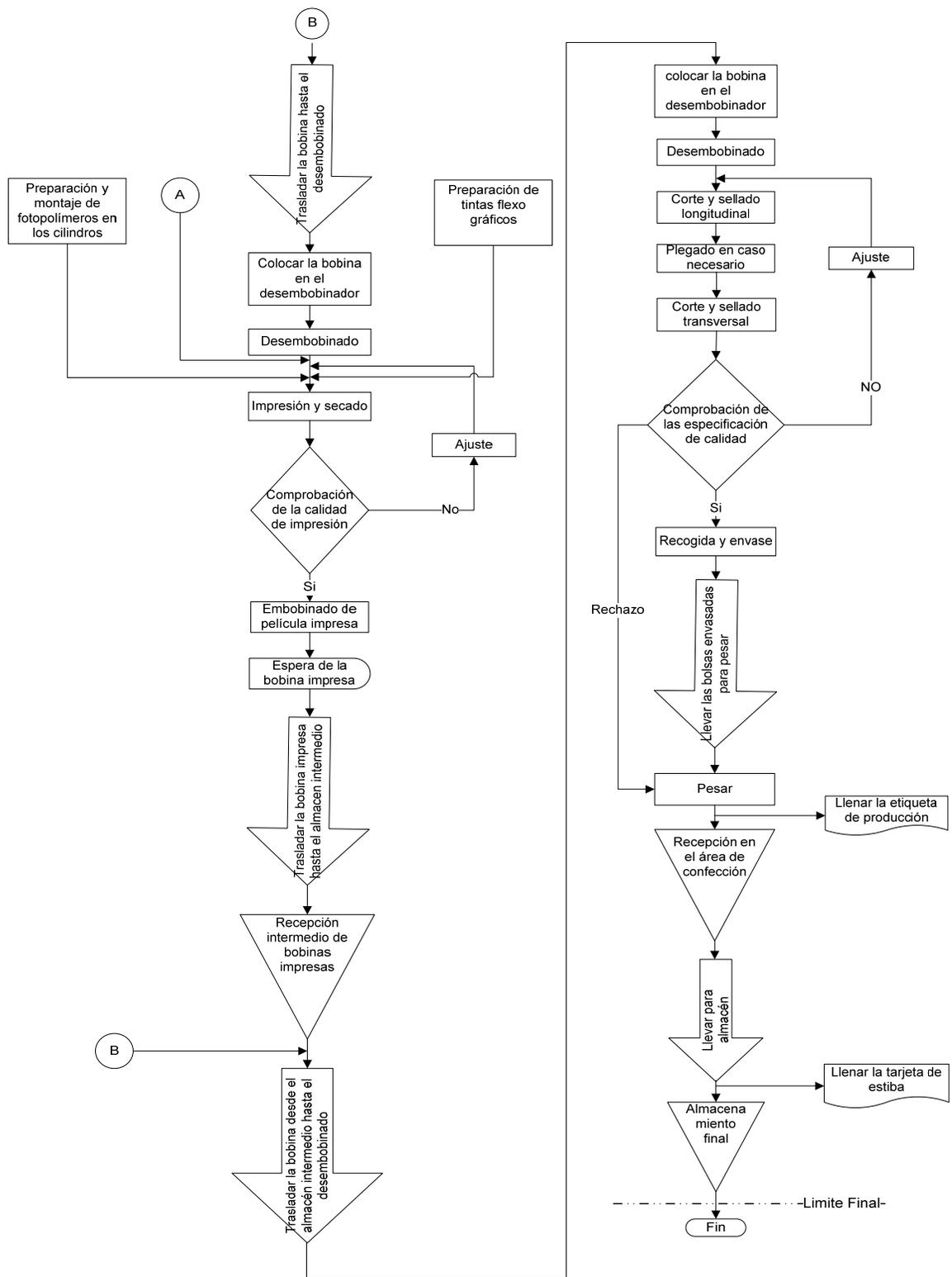


Fuente: elaboración propia

Diagrama SIPOC

Anexo3.4: Diagrama de flujo del proceso de producción de las bolsas y sacos de Polietileno.





Fuente: elaboración propia

Anexo 3.5: Breve descripción de la materia prima del proceso de producción de las bolsas y sacos de Polietileno.

Materia prima para procesos de alta densidad.

- ❖ Polietileno lineal de baja densidad:
 - Densidad: 0.91-0.93 g/cm³
 - Índice de fluidez: 0.88-1 g/10 min.
- ❖ Polietileno convencional de alta densidad:
 - Densidad: mayor de 0.94 g/cm³
 - Índice de fluidez: 0.03-0.05 g/10 min.

Materiales auxiliares que se utilizan:

- ❖ Master Batch o Colorante
 - Composición: 50-70 % de dióxido de titanio.

Materia prima para procesos de baja densidad.

- ❖ Polietileno lineal de baja densidad:
 - Densidad: 0.91-0.93 g/cm³
 - Índice de fluidez: 0.88-1 g/10 min.
- ❖ Polietileno convencional de baja densidad para alto micraje:
 - Densidad: 0.915-0.925 g/cm³
 - Índice de fluidez: 0.2-0.45 g/10 min.
 - Micraje mayor de 120micras
- ❖ Polietileno convencional de baja densidad para bajo micraje:
 - Densidad: 0.915-0.925 g/cm³
 - Índice de fluidez: 1.8-2.5 g/10 min.
 - Micraje de 40 hasta 120 micras.

Materiales auxiliares que se utilizan:

- ❖ Master Batch o Colorante
 - Composición: 50-70 % de dióxido de titanio.

Fuente: Catalogo de especificación UEB Polialba.

Anexo 3.6: Matriz Causa & Efecto del proceso de producción de las bolsas y sacos del Polietileno.

1: Matriz Causa & Efecto del proceso de Extrusión.

Rango de importancia		10	10	10	8	8	7	7	5	8	Total	Orden de prioridad
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Salidas de proceso												
Entradas del proceso		Bobina alineada	Ancho establecido	Espesor establecido	Sin ralladora	Sin dobleces	Sin arrugas	Sin piquetes	Sin aspereza	Buen tratamiento		
1	Índice de fluidez, densidad establecidas y homogeneidad de la mezcla	-	-	10	-	-	9	-	8	-	203	3
2	Temperatura de extrusión	-	-	8	-	-	-	-	10	8	194	4
3	Limpieza	-	-	-	10	-	-	8	9	-	181	5
4	Diámetro del cabezal	-	-	10	-	-	-	-	-	-	100	9
5	Enfriamiento	-	-	9	10	-	-	8	-	-	226	2
6	Regulación de guía filme	-	10	-	-	5	5	-	-	-	175	7
7	Rotación del cabezal o la torre	8	-	10	-	-	-	-	-	-	180	6
8	Velocidad de estiro	-	-	8	-	-	-	-	-	-	80	11
9	Frecuencia de tratamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	10	80	12
10	Velocidad de la maquina	-	-	9	-	-	-	-	-	-	90	10
11	Regulación de guía borde neumático	10	-	-	-	9	-	-	-	-	172	8
12	Operario adiestrado	10	10	10	8	8	9	8	7	9	654	1

Fuente: elaboración propia

Anexo 3.6.cont./... Matriz Causa & Efecto del proceso de producción de las bolsas y sacos del Polietileno.

2: Matriz Causa & Efecto del proceso de Impresión.

Rango de importancia		10	8	9	9	8	7		
No		1	2	3	4	5	6		
Salidas de Proceso									
Entradas de Proceso		Bobina alineada	Impresión no corrida	Impresión no borrosa	Impresión no se caiga	Impresión no manchada	Impresión seca	Total	Orden de prioridad
1	Bobina alineada sin ralladura, dobleces, arrugas , piquetes y aspereza	10	8	-	-	-	-	164	5
2	Limpieza	-	8	-	9	-	-	145	7
3	Buen tratamiento	-	-	10	10	-	-	190	4
4	Uniformidad del espesor	10	-	-	-	-	-	100	9
5	Nivel y viscosidad de la tinta	-	-	10	8	9	9	297	2
6	Densidad y colores de la tinta	-	-	10	10	10	-	260	3
7	Presión de los rodillos	-	-	10	-	9	-	162	6
8	Temperatura de secado	-	-	-	-	9	10	142	8
9	Operario adiestrado	10	10	9	8	8	8	453	1

Fuente: elaboración propia

Anexo 3.6.cont./... Matriz Causa & Efecto del proceso de producción de las bolsas y sacos del Polietileno.

3: Matriz Causa & Efecto del proceso de Confección.

Rango de importancia		10	10	10	9	9	6	9	5	7	9	Total	Orden de prioridad
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Salidas de Proceso		Sellado de fondo resistente	Sellos laterales resistentes	Sin apertura de sellos	Ancho establecido	Largo establecido	Sin defectos de impresión	Sin ralladura	Sin dobleces	Sin arrugas	Sin piquetes		
Entradas de Proceso													
1	Bobina alineada sin ralladura, dobleces, arrugas, piquetes y aspereza	-	-	10	10	-	8	10	10	-	9	459	2
2	Limpieza	-	-	-	-	-	-	10	-	-	8	162	7
3	Uniformidad de espesor de la bobina	10	10	7	-	-	-	-	-	-	-	270	5
4	Ancho establecido de la bobina	-	-	-	10	-	5	-	-	-	-	120	8
5	Tensión de la bobina	-	-	8	-	-	5	-	-	-	-	110	9
6	Temperatura de sellado	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	300	4
7	Presión de sellado	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	11
8	Filo de cuchillos	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	63	12
9	Distancia de cuchillas longitudinal	-	8	-	10	-	-	-	-	-	-	170	6
10	Escala de la biela o volante	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	90	10
11	Velocidad de la maquina	10	10	-	-	10	3	-	-	-	-	308	3
12	Ubicación de foto celda	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	30	13
13	Operario adiestrado	10	10	9	8	10	5	6	5	5	5	641	1

Fuente: elaboración propia

Anexo 3.6 cont./... Matriz Causa & Efecto del proceso de producción de las bolsas y sacos del Polietileno.

Matriz Causa & Efecto del proceso de Producción de las bolsas y sacos de Polietileno.

Rango de importancia		10	10	10	9	9	8	9	5	7	9	6	Total	Orden de prioridad
No		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Salidas de Proceso		<i>Sello de fondo resistente</i>	<i>Sellos laterales resistentes</i>	<i>Sin apertura de sello</i>	<i>Ancho establecido</i>	<i>Largo establecido</i>	<i>Espesor establecido</i>	<i>Sin ralladura</i>	<i>Sin dobleces</i>	<i>Sin arrugas</i>	<i>Sin piquetes</i>	<i>Sin defectos de impresión</i>		
Entradas de proceso														
1	Índice de fluidez, densidad establecidas y homogeneidad de la mezcla	-	-	-	-	-	10	-	-	9	-	-	328	2
2	Temperatura de extrusión	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	64	14
3	Limpieza	-	-	-	-	-	-	10	-	-	8	10	222	6
4	Diámetro del cabezal	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	80	12
5	Enfriamiento	-	-	-	-	-	9	10	-	-	8	-	234	5
6	Regulación de guía filme	-	-	-	10	-	-	-	5	5	-	-	150	8
7	Rotación del cabezal o la torre	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	72	13
8	Velocidad de estiro	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	56	17
9	Frecuencia de tratamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	60	15
10	Regulación de guía borde neumática	-	-	-	8	-	-	-	9	-	-	-	117	9
11	Velocidad de la maquina	10	10	-	-	10	-	-	-	-	-	3	308	3
12	Nivel y viscosidad de la tinta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	54	18
13	Densidad y colores de la tinta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	36	21
14	Presión de los rodillos de impresión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	42	20
15	Temperatura de secado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	48	19
16	Temperatura de sellado	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	300	4
17	Presión de sellado	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	11
18	Filo de cuchillos	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	63	15
19	Distancia de cuchillas longitudinal	-	8	-	10	-	-	-	-	-	-	-	170	7
20	Escala de la biela o volante	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	100	10
21	Ubicación de foto celda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	30	22
22	Operario adiestrado	10	10	9	8	10	10	6	5	5	5	5	721	1

Fuente: elaboración propia

Anexo 3.7: dimensiones e indicadores de las bolsas y sacos de Polietileno.

Baja densidad

	DIMENSIONES	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ESPESOR (micras)	SELLOS DE FONDOS	SELLOS LATERALES
	BOLSAS					
1	Bolsas (50x78x130) Transp. S/I	50±1	78±1	130±10	Resistente	-
2	(80x105x100)	80±1	105±1	100±10	Resistente	-
3	Bolsas (50x88x130) Transp. Sin Impresión	50±1	88±1	130±10	Resistente	-
4	Bolsas (62x103x50) Transp. Sin Impresión	62±1	103±1	50±10	Resistente	-
5	Bolsas (40x60x130) Transp. Sin Impresión	40±1	60±1	130±10	Resistente	-
6	Bolsas (58x100x100) Transp. Sin Impresión	58±1	100±1	100±10	Resistente	-
7	58x90x50 sin impresión	58±1	90±1	50±10	Resistente	-
8	Bolsas (64x120x50)	64±1	120±1	50±10	Resistente	-
9	Bolsas (58x100x50)	58±1	100±1	50±10	Resistente	-
10	Bolsas (50x78x50)	50±1	78±1	50±10	Resistente	-
11	Bolsas 25x55x50	25±1	55±1	50±10	Resistente	Resistente
12	Bolsas (22.5x42x50)	22.5±1	42±1	50±10	Resistente	Resistente
13	Bolsas (22.5x36x50)	22.5±1	36±1	50±10	Resistente	Resistente
14	Bolsas (30x61x60)	30±1	61±1	60±10	Resistente	Resistente
15	Bolsas (64x105x50) Transp. Sin Impresión	64±1	105±1	50±10	Resistente	Resistente
16	Bolsas (25x32x30) Transp. Sin Impresión y con Impresión	25±1	32±1	30±10	Resistente	Resistente
17	Bolsas (20x25x50)	20±1	25±1	50±10	Resistente	Resistente
18	Bolsas (40x50x50) Transp. Sin Impresión	40±1	50±1	50±10	Resistente	Resistente
19	Bolsas (62x105x80) Transp.S/I y C/I	62±1	50±1	50±10	Resistente	Resistente
20	Bolsas (15x25x50) Transp. Sin Impresión	15±1	25±1	50±10	Resistente	Resistente
21	Bolsas (40x40x130) Transp. Sin Impresión	40±1	40±1	130±10	Resistente	Resistente
22	Bolsas (30x40x50)	30±1	40±1	50±10	Resistente	Resistente
23	Bolsas (20x30x50)	20±1	30±1	50±10	Resistente	Resistente
24	Bolsas (60x80x50)	60±1	80±1	50±10	Resistente	Resistente

Anexo 3.7cont./... dimensiones e indicadores de las bolsas y sacos de Polietileno.

Alta densidad

	DEMECCIONES BOLSAS	ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ESPEJOR (micras)	SELLOS DE FONDOS	SELLOS DE ASAS	SELLOS LATERALES
1	BOLSAS #24	37 ± 1	43 ± 1	13 ± 1	Resistente	Resistente	Resistente
2	BOLSAS#29 (29+16x50x15)	45 ± 1	50 ± 1	15 ± 1	Resistente	Resistente	Resistente
3	Bolsas (45+65x25)	45 ± 1	65 ± 1	25 ± 1	Resistente	-	Resistente
4	Bolsas P/Prosa (37+20x94x25)	37 ± 1	94 ± 1	25 ± 1	Resistente	-	Resistente
5	Bolsas P/Prosa. (36+20x96x25)	36 ± 1	96 ± 1	25 ± 1	Resistente	-	Resistente
6	Bolsas P/Cesto (45x60x12)	45 ± 1	60 ± 1	12 ± 1	Resistente	-	Resistente
7	Bolsas P/Basura (90x110x18)	90 ± 1	110 ± 1	18 ± 1	Resistente	-	Resistente
8	Bolsas 36x60x20 C/1	36±1	60±1	20±1	Resistente	-	Resistente

Fuente: Catalogo de especificación, UEB POLIALBA

Anexo3.8: Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el ancho.

Pruebas Bondad-de-Ajuste para Observacion 1-Observacion 5

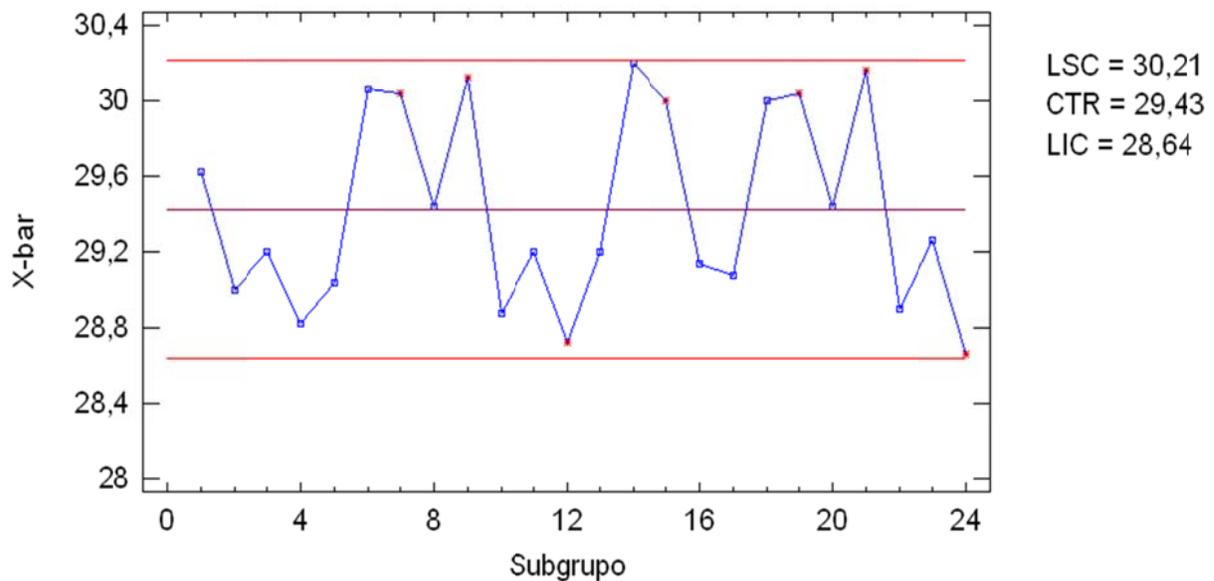
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Distribución Normal
DPLUS	0,160507
DMINUS	0,121186
DN	0,160507
Valor-P	0,00412858

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	Valor-P
Kolmogorov-Smirnov D	0,160507	1,77913	<0.01
Kuiper V	0,281692	3,13562	<0.01
Cramer-Von Mises W^2	0,41182	0,411933	<0.10
Watson U^2	0,391408	0,393185	<0.01
Anderson-Darling A^2	2,49107	2,49107	<0.10

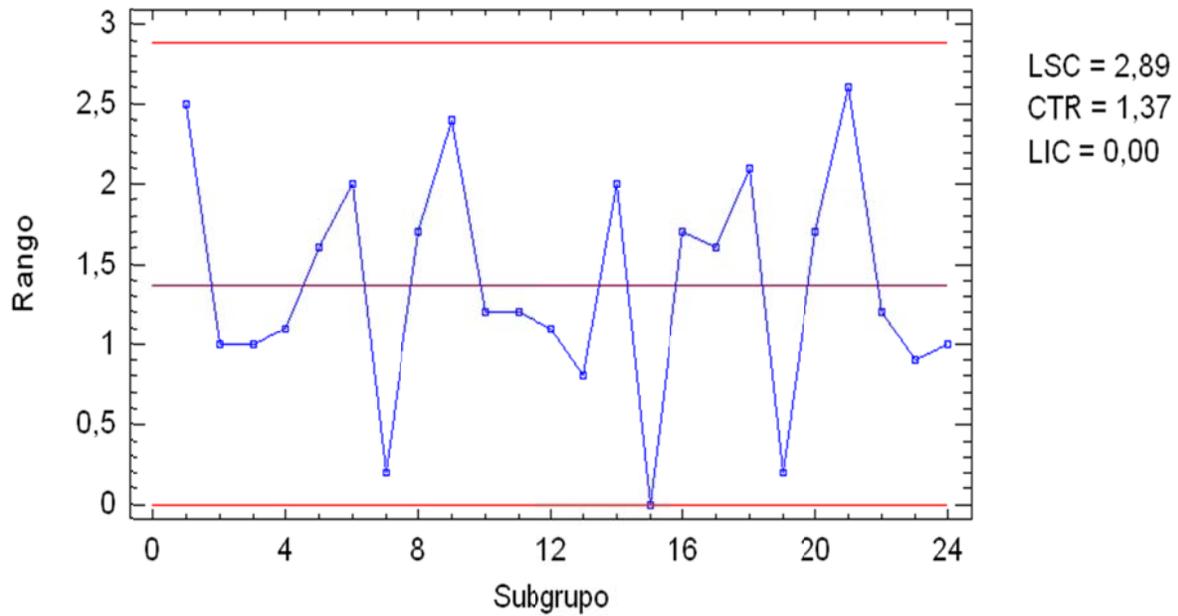
Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es menor que 0,05, se puede rechazar la idea de Observación 1-Observacion 5 proviene de una Normal con 95% de confianza.

Gráfico X-bar para Observacion 1-Observacion 5

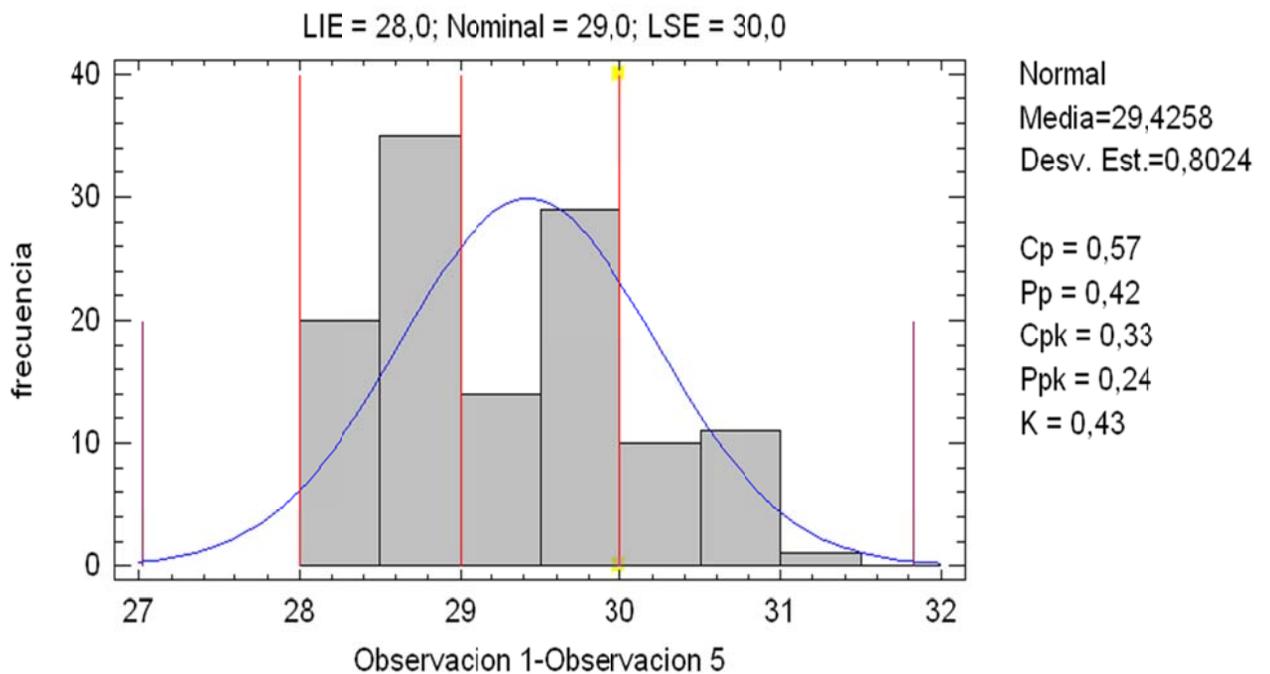


Anexo 3.8 cont. /... Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el ancho.

Gráfico de Rangos para Observacion 1-Observacion 5



Capacidad del proceso



Anexo 3.9: Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el espesor

Pruebas Bondad-de-Ajuste para Espesor

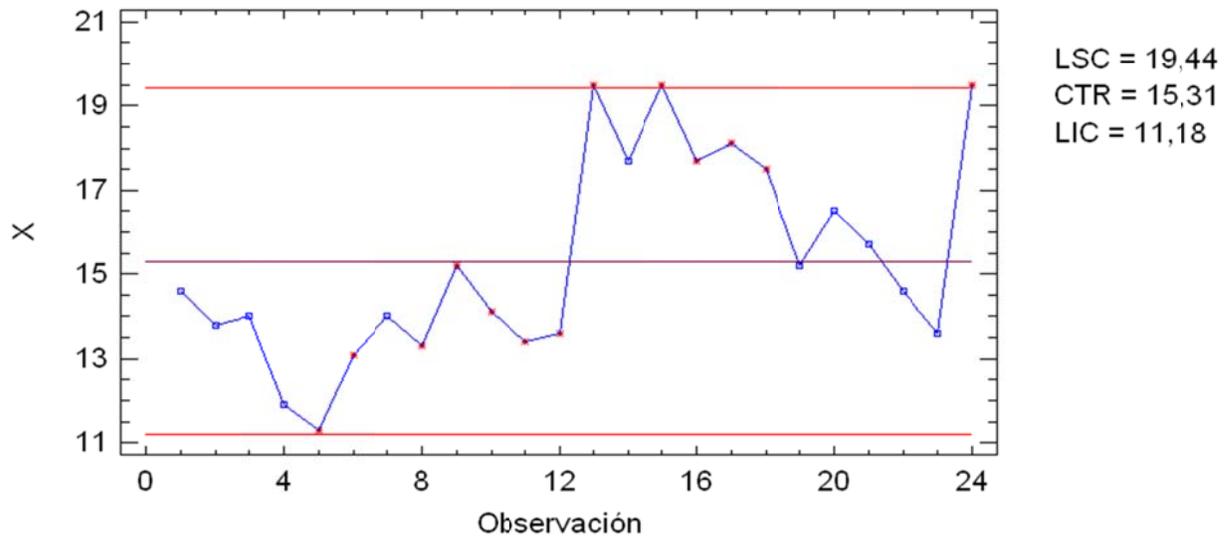
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Distribución Normal</i>
DPLUS	0,157683
DMINUS	0,111008
DN	0,157683
Valor-P	0,589484

<i>Estadístico EDF</i>	<i>Valor</i>	<i>Forma Modificada</i>	<i>Valor-P</i>
Kolmogorov-Smirnov D	0,157683	0,794948	≥ 0.10
Kuiper V	0,268691	1,37112	≥ 0.10
Cramer-Von Mises W^2	0,123438	0,112306	≥ 0.10
Watson U^2	0,116679	0,116442	≥ 0.10
Anderson-Darling A^2	0,703914	0,703914	≥ 0.10

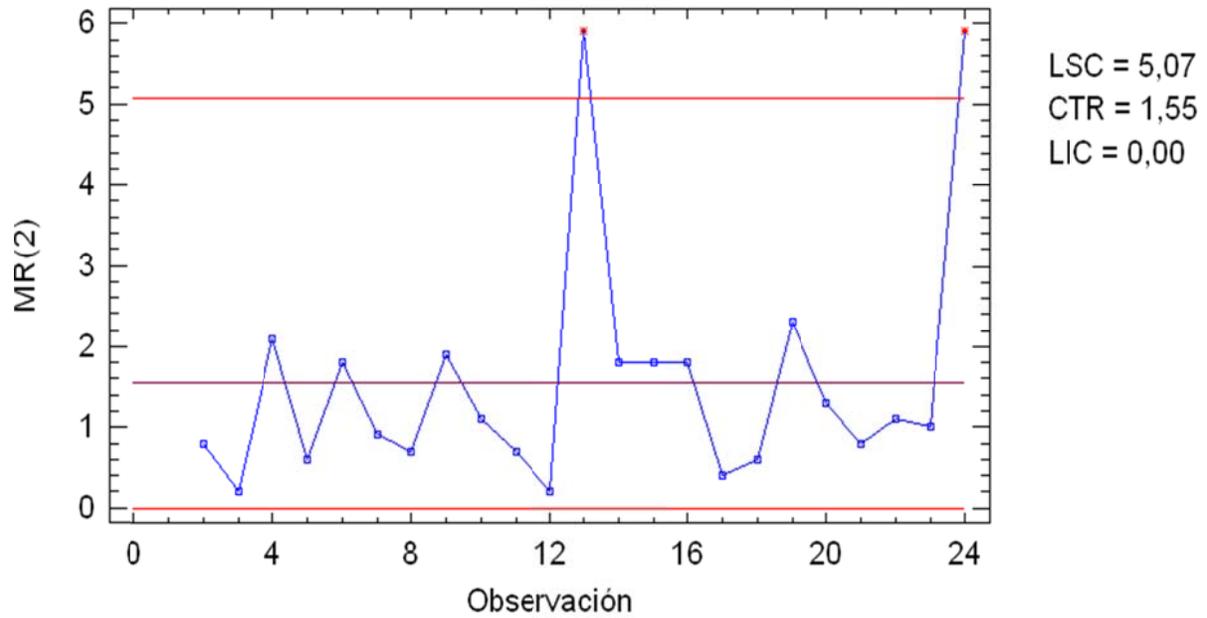
Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de Espesor proviene de una Normal con 95% de confianza.

Gráfico X para Espesor

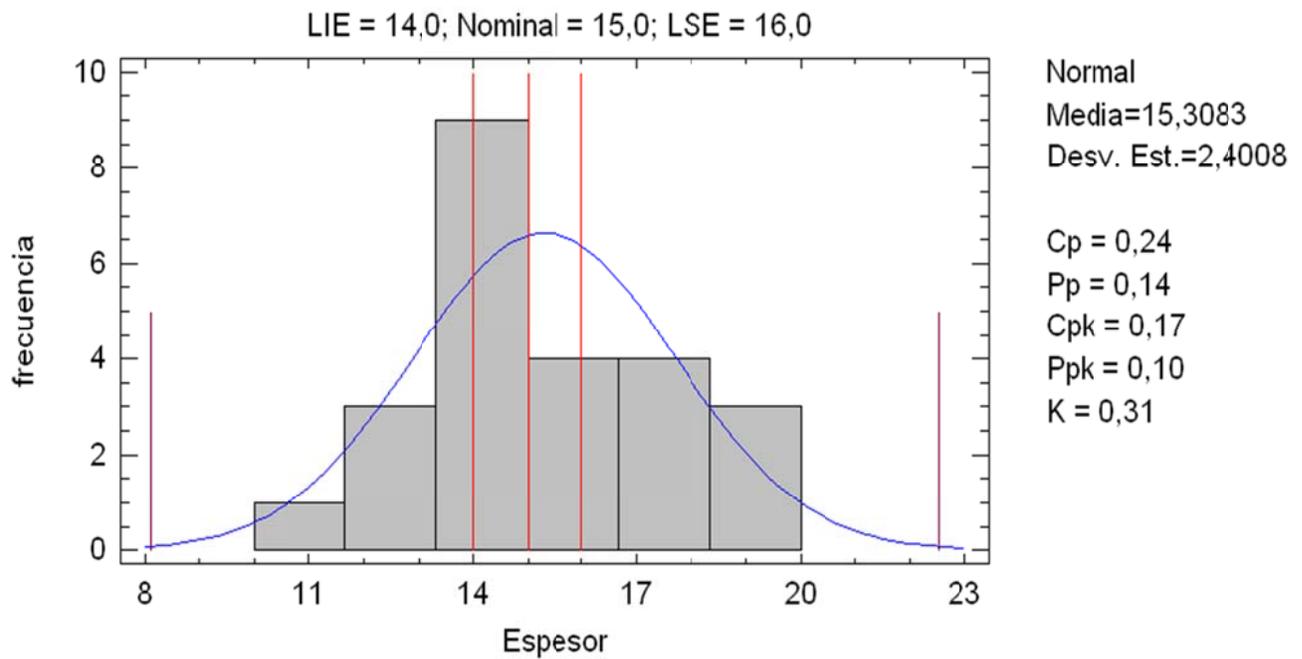


Anexo 3.9 cont. /... Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el espesor.

Gráfico MR(2) para Espesor



Capacidad de proceso



Anexo3.10: Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el largo

Pruebas Bondad-de-Ajuste para Observacion 1-Observacion 5

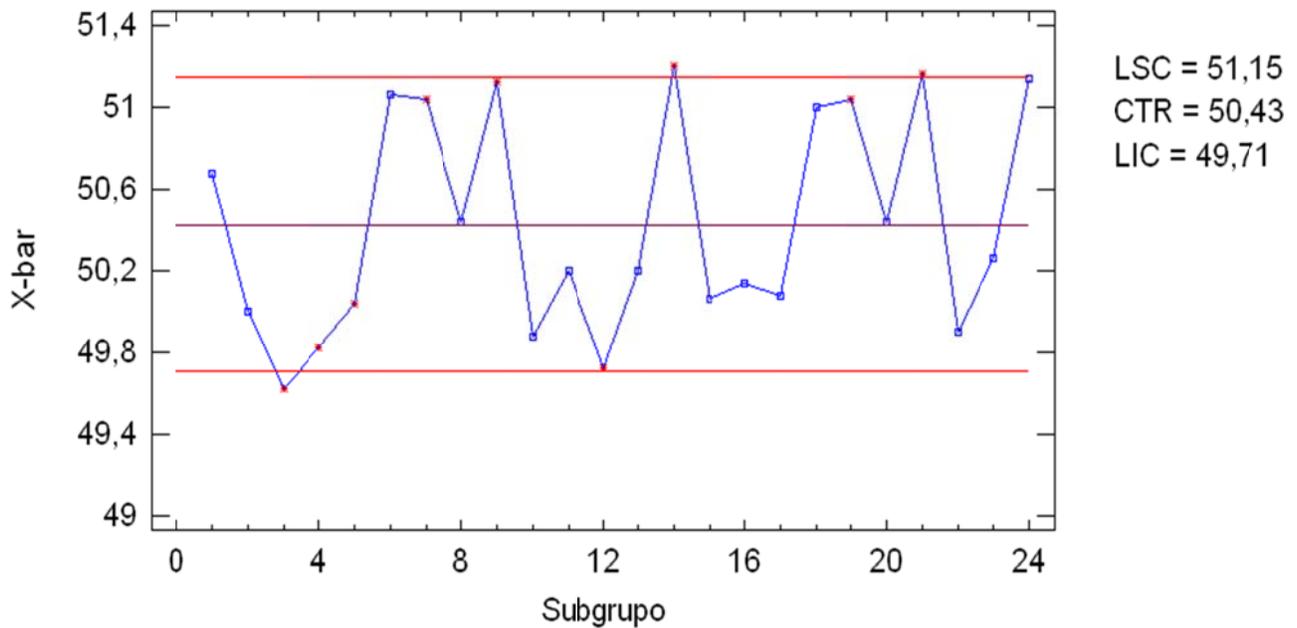
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Distribución Normal
DPLUS	0,174905
DMINUS	0,136015
DN	0,174905
Valor-P	0,00129552

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	Valor-P
Kolmogorov-Smirnov D	0,174905	1,93873	<0.01
Kuiper V	0,310919	3,46096	<0.01
Cramer-Von Mises W^2	0,486946	0,487685	<0.05
Watson U^2	0,471008	0,473316	<0.01
Anderson-Darling A^2	2,55547	2,55547	<0.05

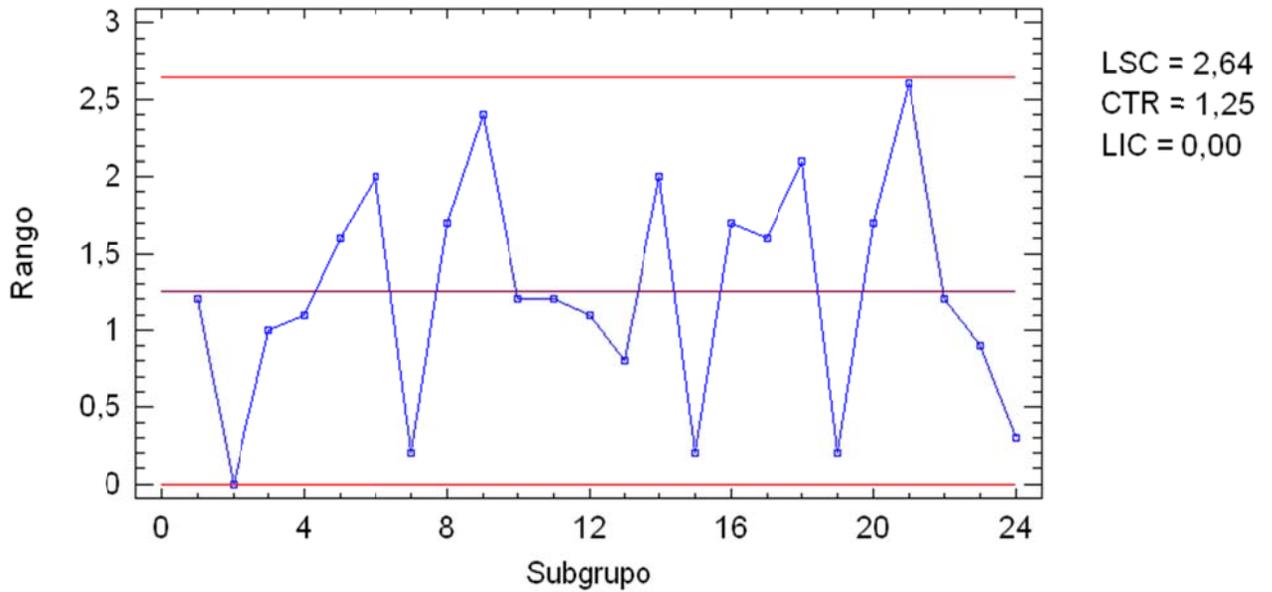
Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es menor que 0,05, se puede rechazar la idea de Observación 1-Observacion 5 proviene de una Normal con 95% de confianza.

Gráfico X-bar para Observacion 1-Observacion 5

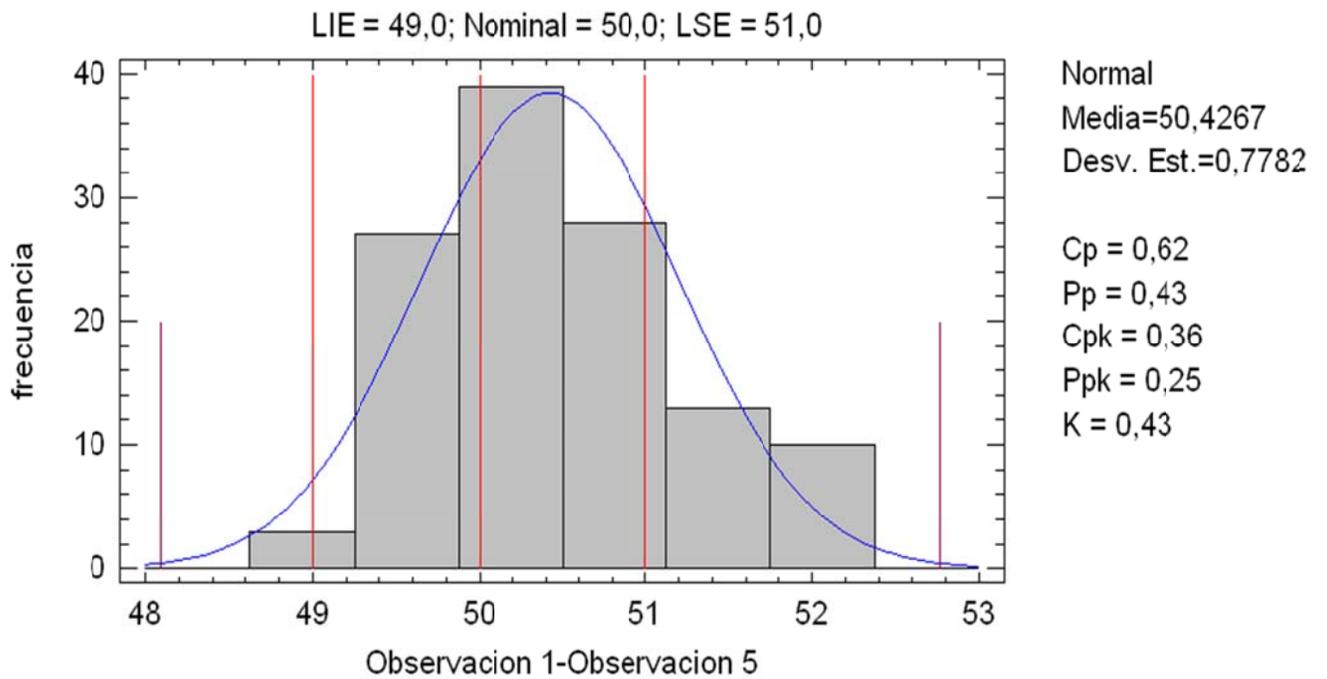


Anexo3.10.cont/... Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el largo.

Gráfico de Rangos para Observacion 1-Observacion 5



Capacidad de proceso para el largo



Anexo3.11: Análisis de la estabilidad y el desempeño del proceso

Gráfica de Pareto para No conformidad

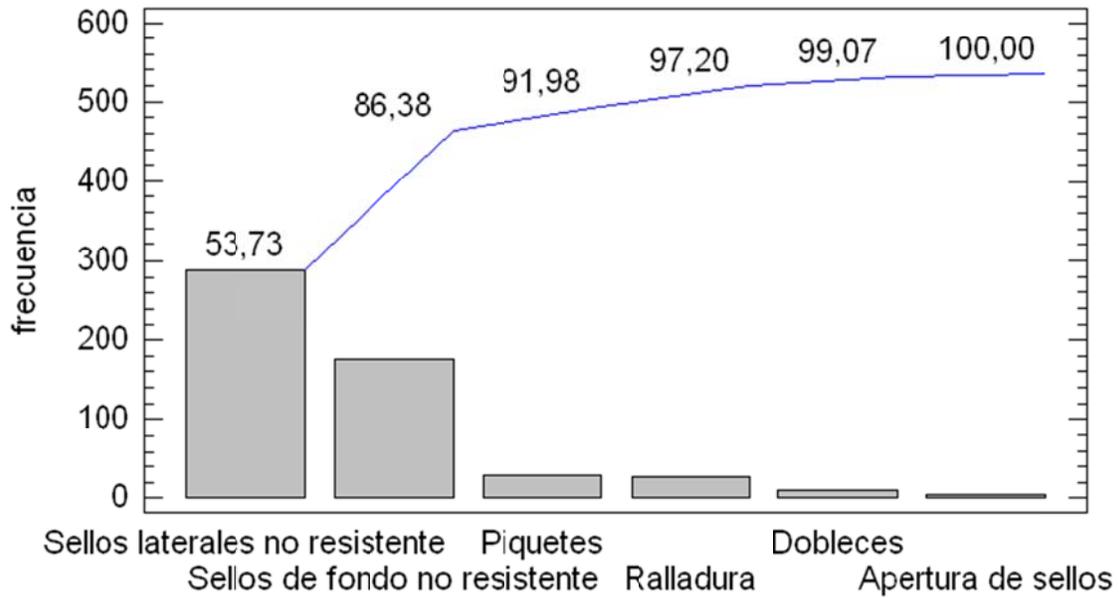
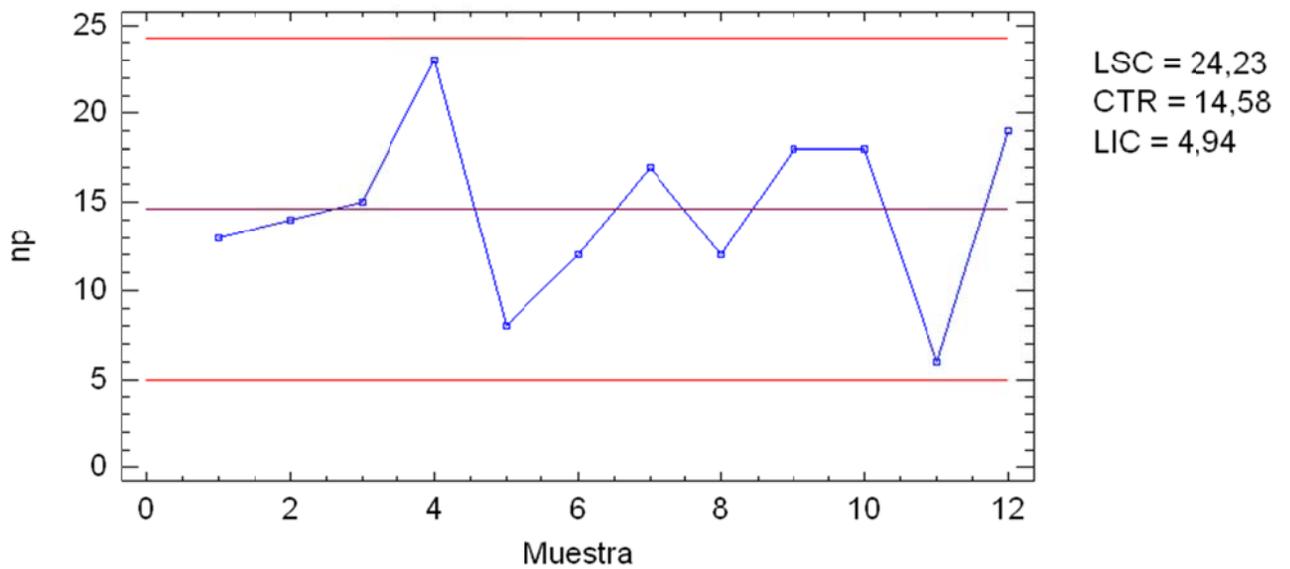
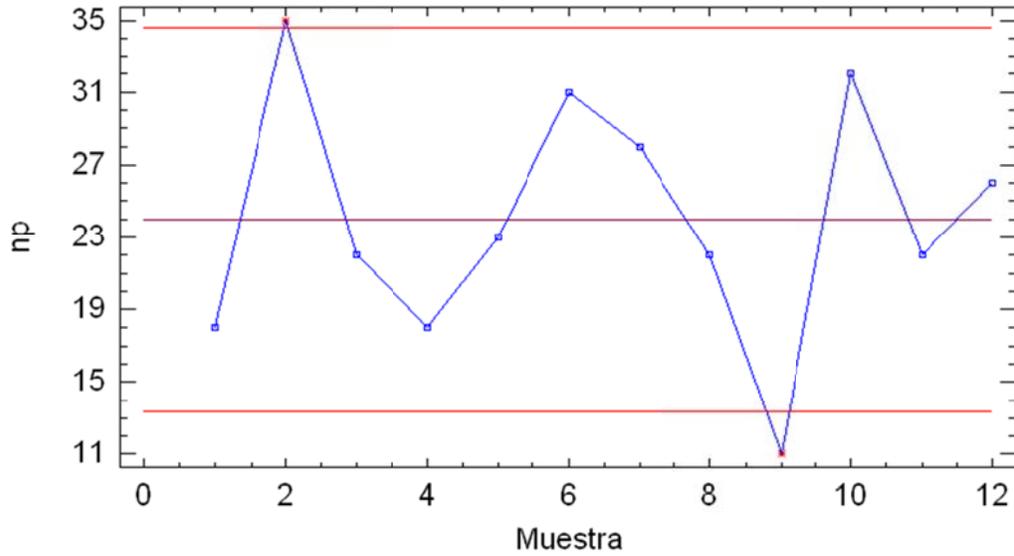


Gráfico np para Sellos de fondo no resistente



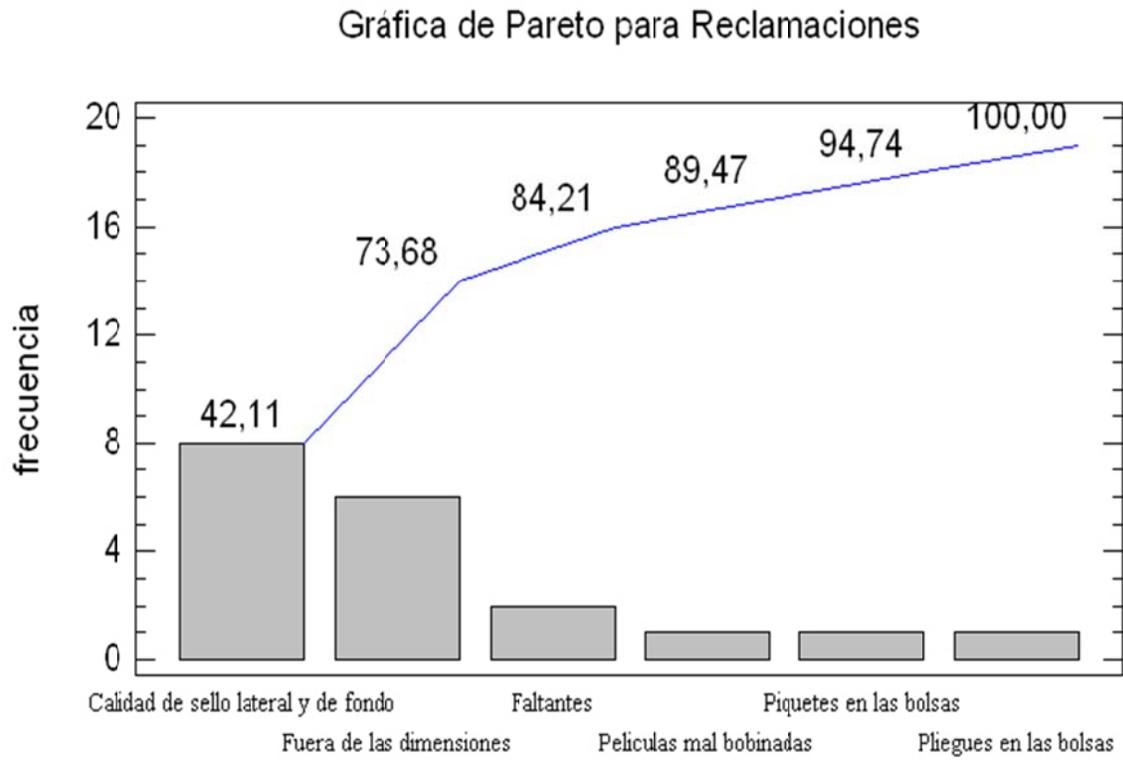
Anexo 3.11 cont. /... Análisis de la estabilidad y desempeño del proceso

Gráfico np para Sellos laterales no resistente



LSC = 34,60
CTR = 24,00
LIC = 13,40

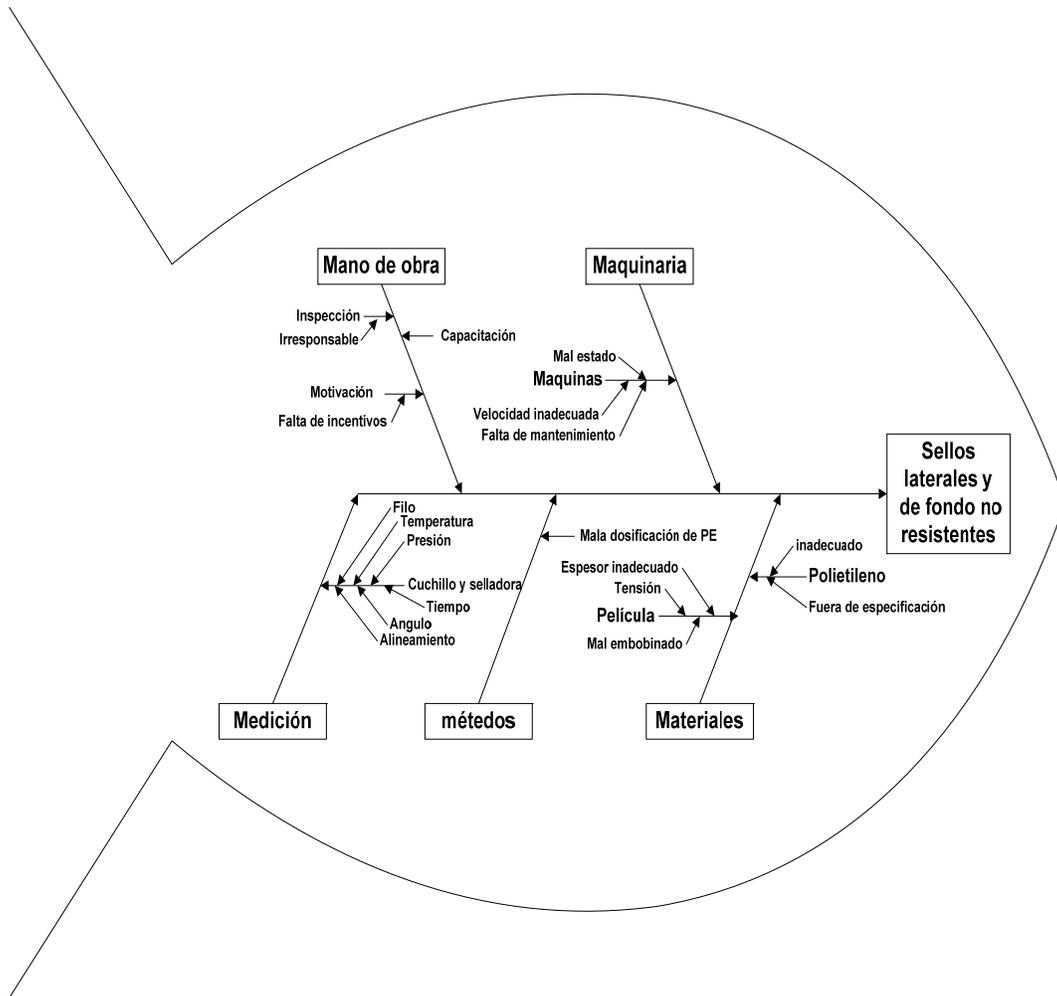
Anexo 3.12: Diagrama Pareto para las reclamaciones del año 2008



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3.13: Análisis de Causa & Efecto

Diagrama de Causa y efectos. Sellos laterales y de fondo no resistente



Fuente: elaboración propia

Anexo 3.13. Cont. /... Análisis de Causa & Efecto

Diagrama de Causa y efectos. Largo y ancho no establecido

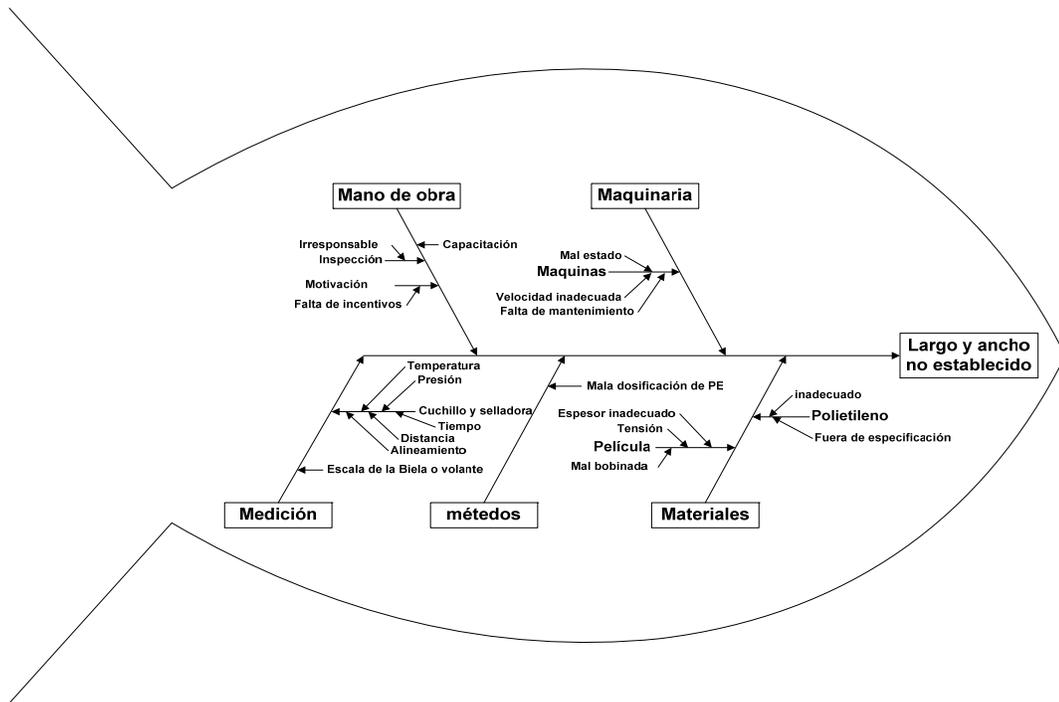
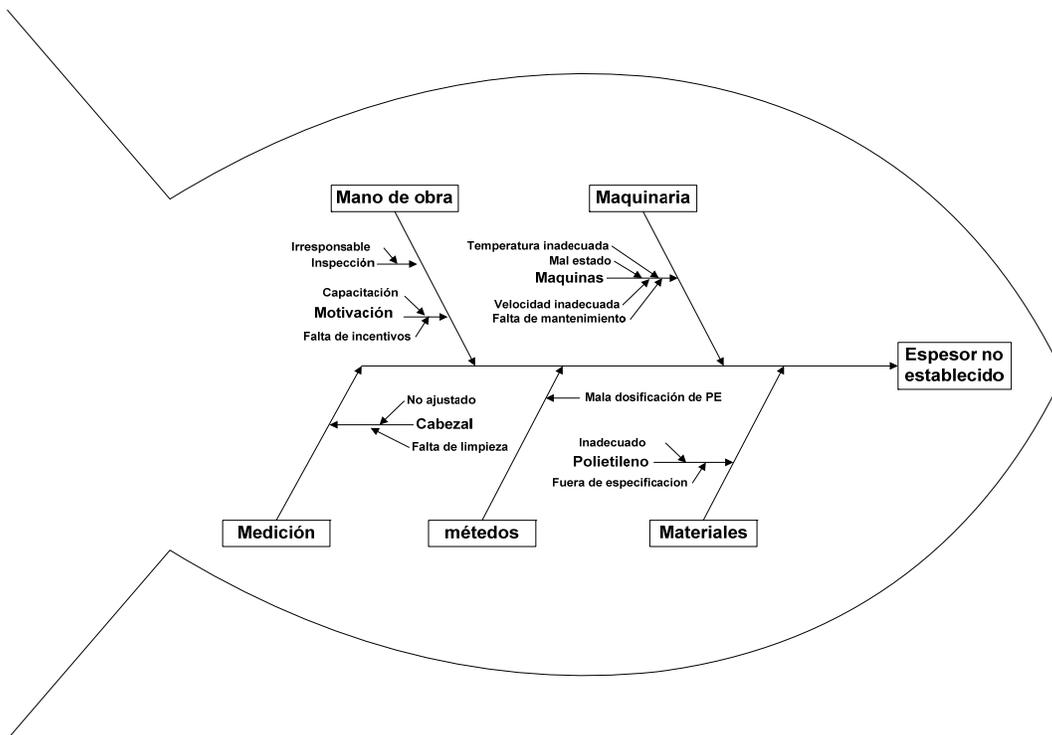


Diagrama de Causa y efectos. Espesor no establecido



Fuente: elaboración propia

Anexo 3.14: Aplicación del método e-Lest.

Una de las principales ventajas del método consiste en que permite obtener una puntuación para cada una de las variables estudiadas. En este sentido propone una valoración entre 0 y 10 que determina la situación del puesto o grupo de puestos de trabajo en relación a cada una de las variables y que se corresponde según criterios, la cual se muestra en la tabla siguiente.

Sistema de puntuación del Método LEST.

SISTEMA DE PUNTUACION	
0, 1, 2	Situación satisfactoria.
3, 4, 5	Débiles molestias. Algunas mejoras podrían aportar más comodidad al trabajador.
6, 7	Molestias medias. Existe riesgo de fatiga.
8, 9	Molestias fuertes. Fatiga.
10	Nocividad

Fuente: Pérez, Francisco (1986).

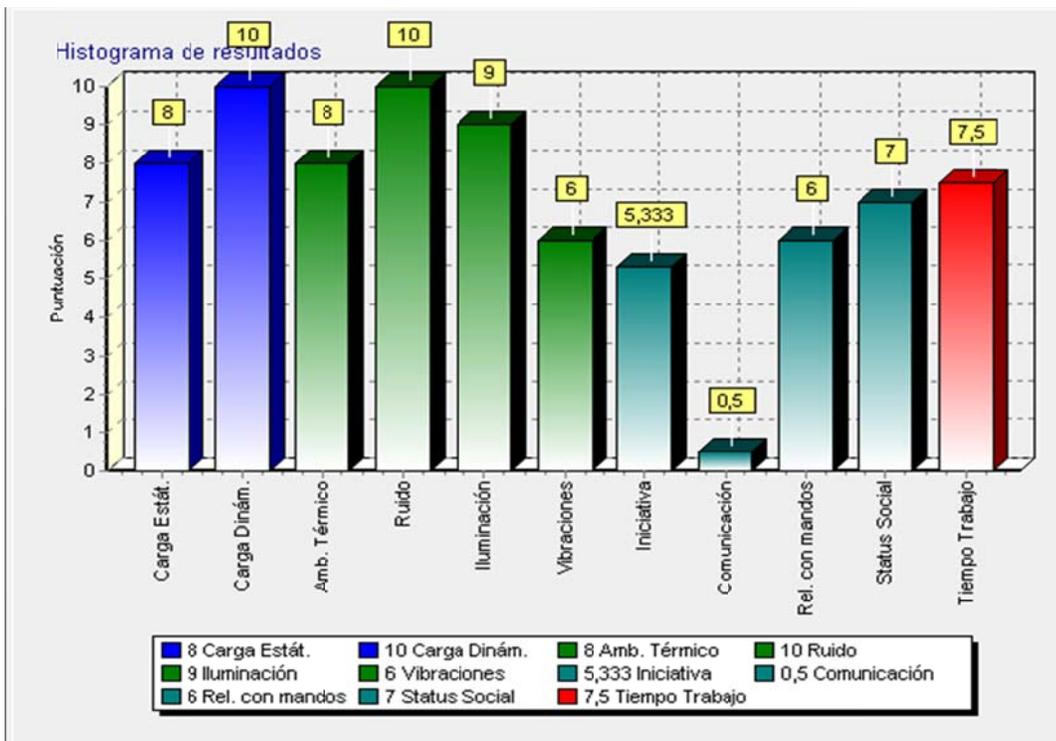
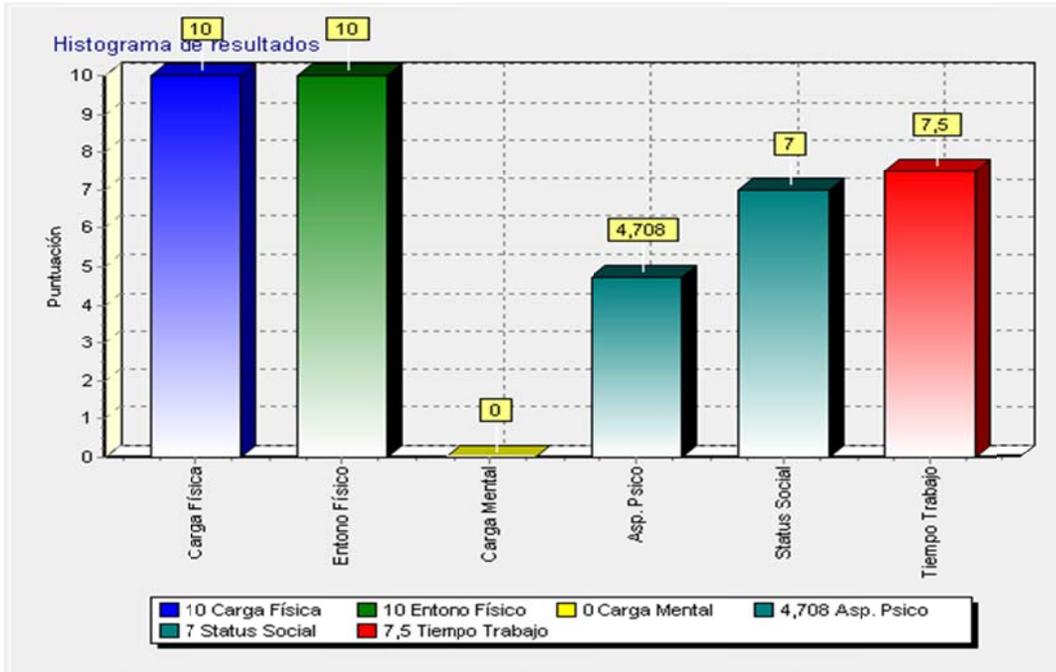
Aparatos de medición a utilizar:

En la toma de las mediciones se utilizan los siguientes equipos:

- Anemómetro para medir la velocidad del aire.
- Psicómetro para medir la temperatura seca y húmeda.
- Sonómetro para medir los niveles de ruido.
- Luxómetro para medir los niveles de iluminación.
- Cronómetro para medir tiempos de ciclos, de posturas, etcétera.
- Cinta métrica para medir desplazamientos, alturas, etc.

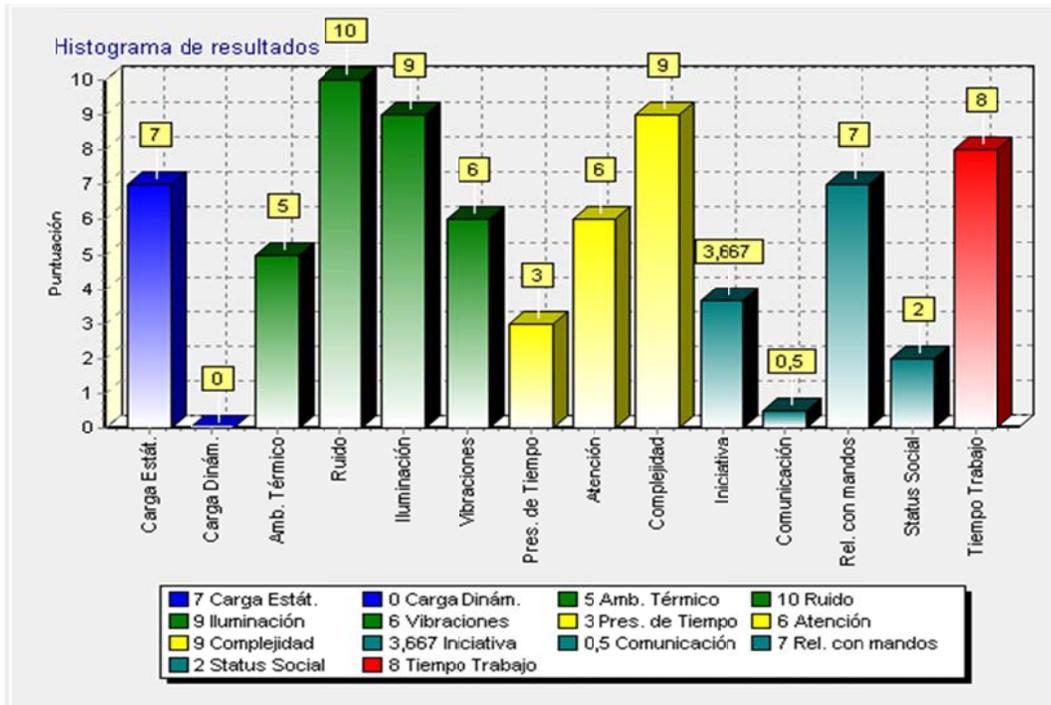
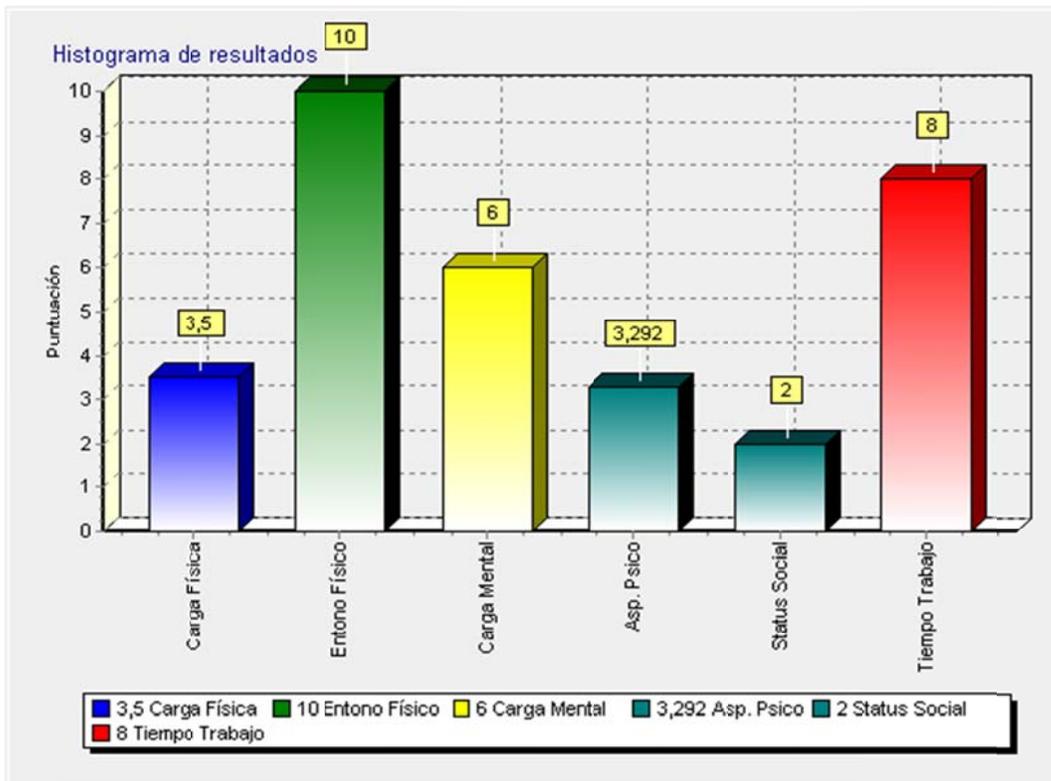
1- Área de Extrusión

a) Puesto de trabajo del ayudante



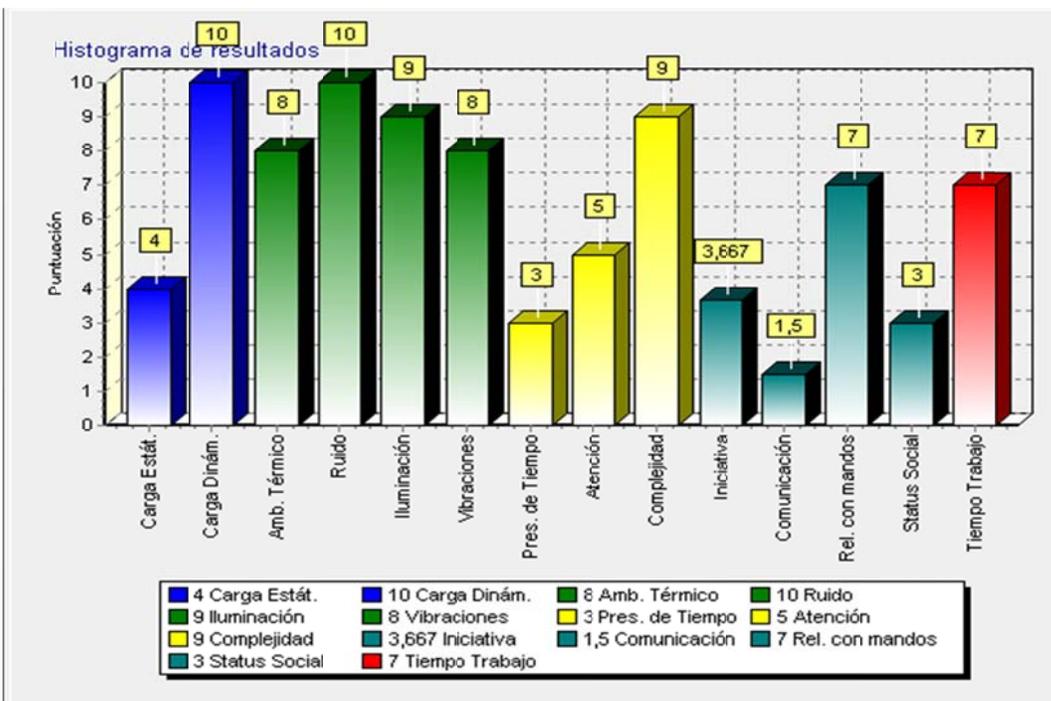
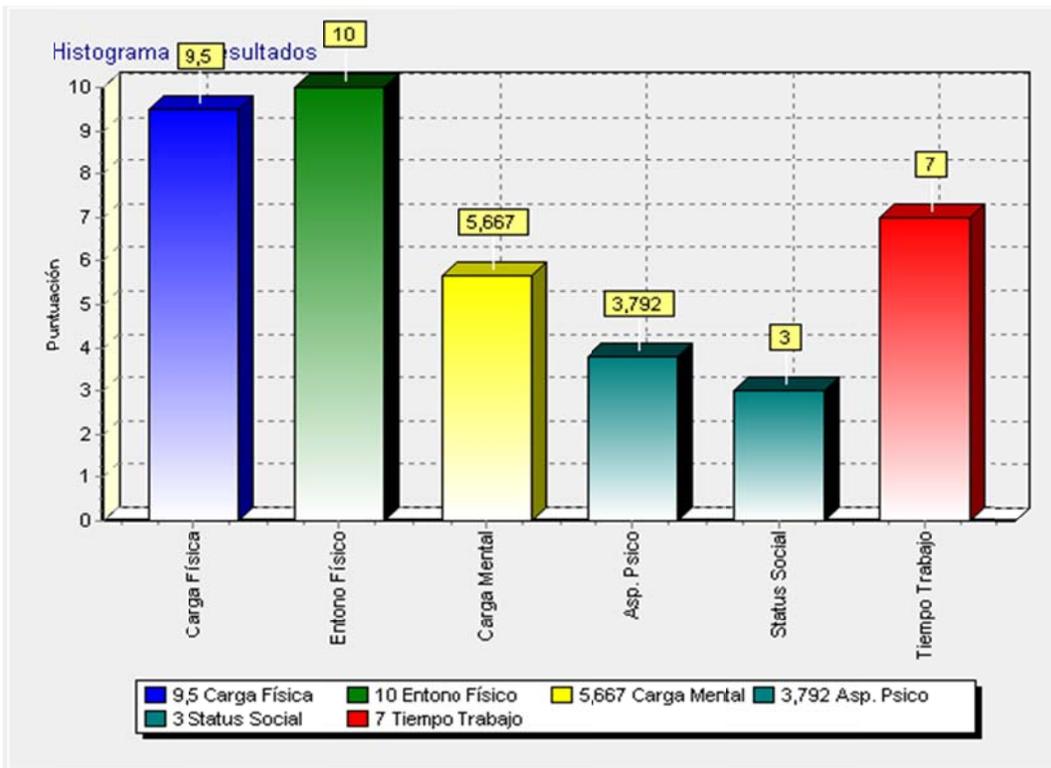
Fuente: Elaboración propia

b) Puesto del trabajo del Obrero



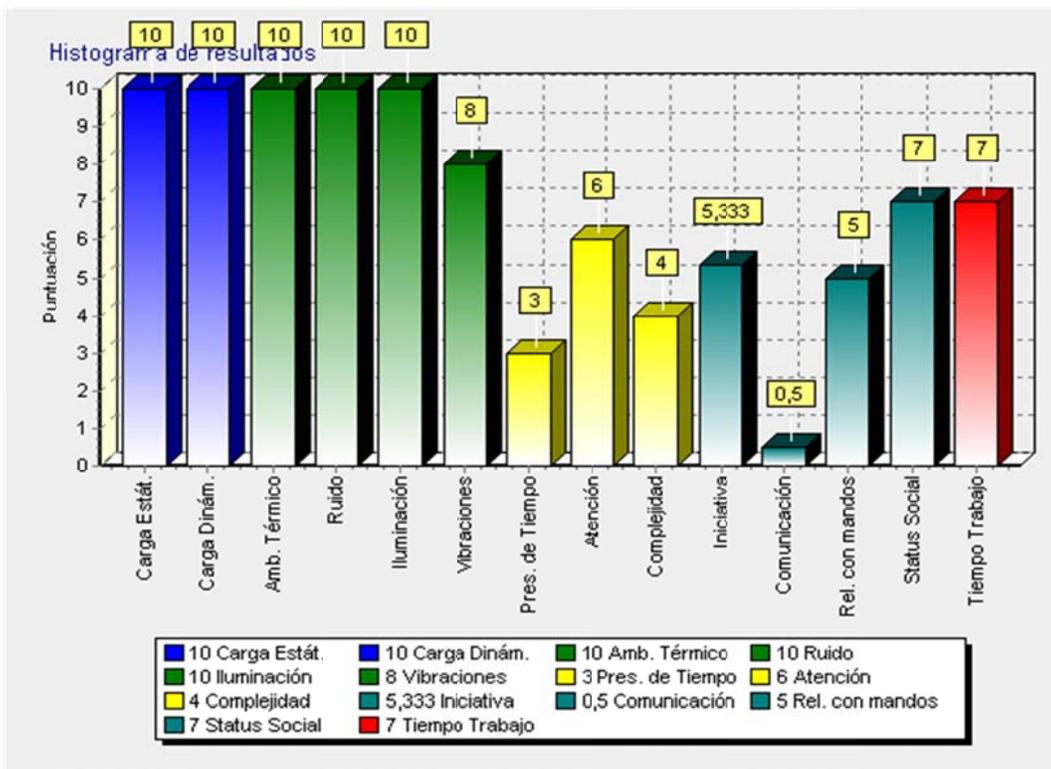
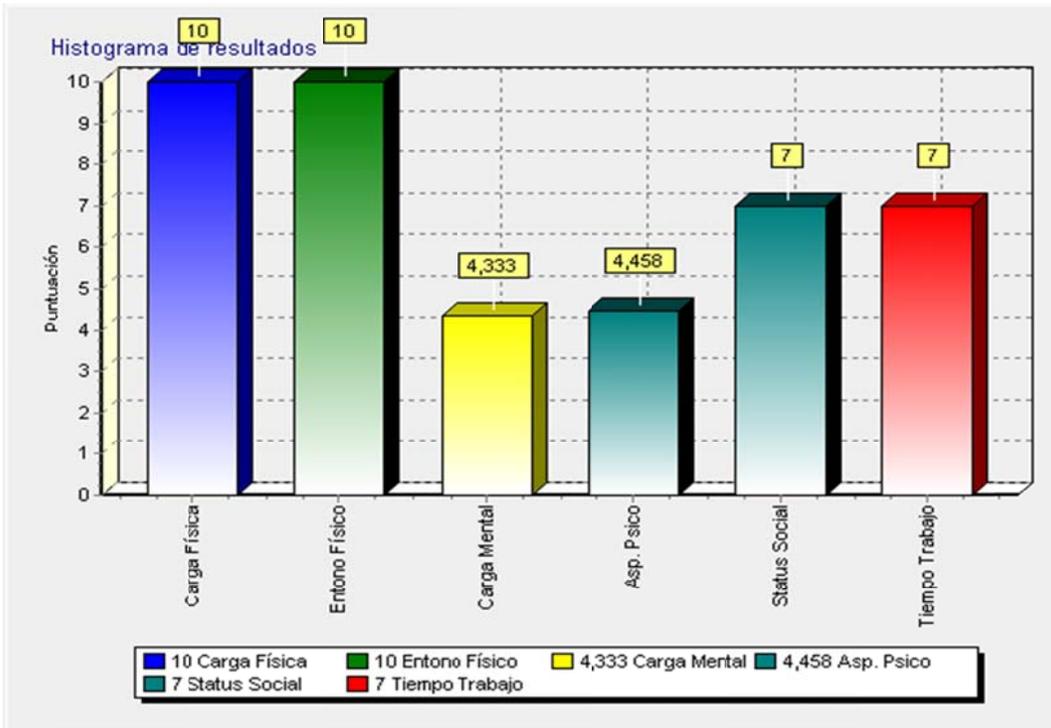
Fuente: Elaboración propia

2- Área de impresión. (puesto de trabajo del obrero)



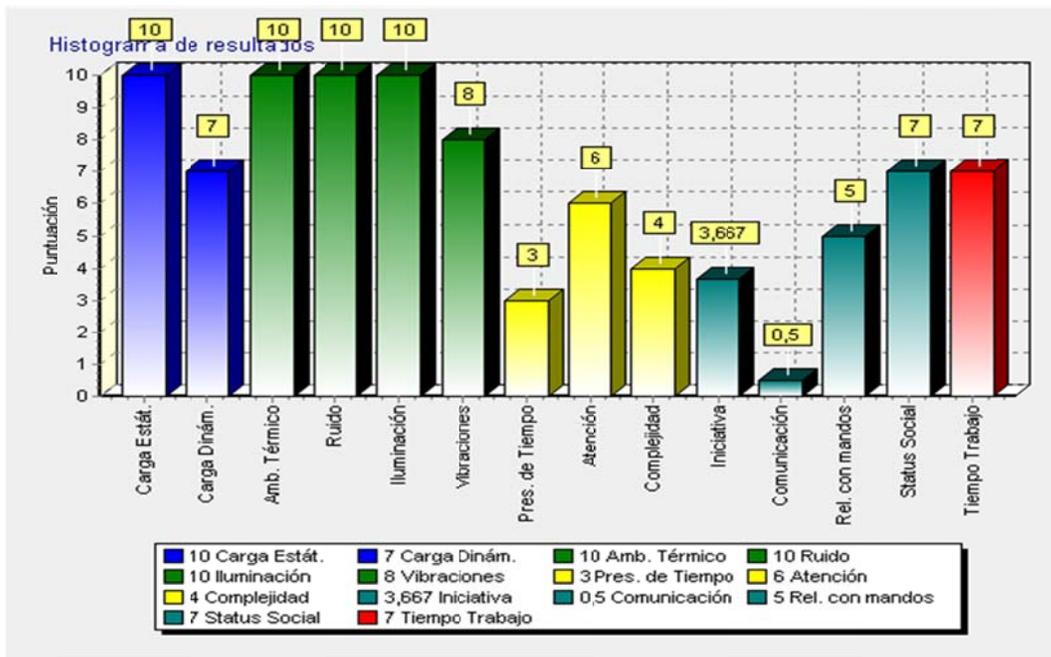
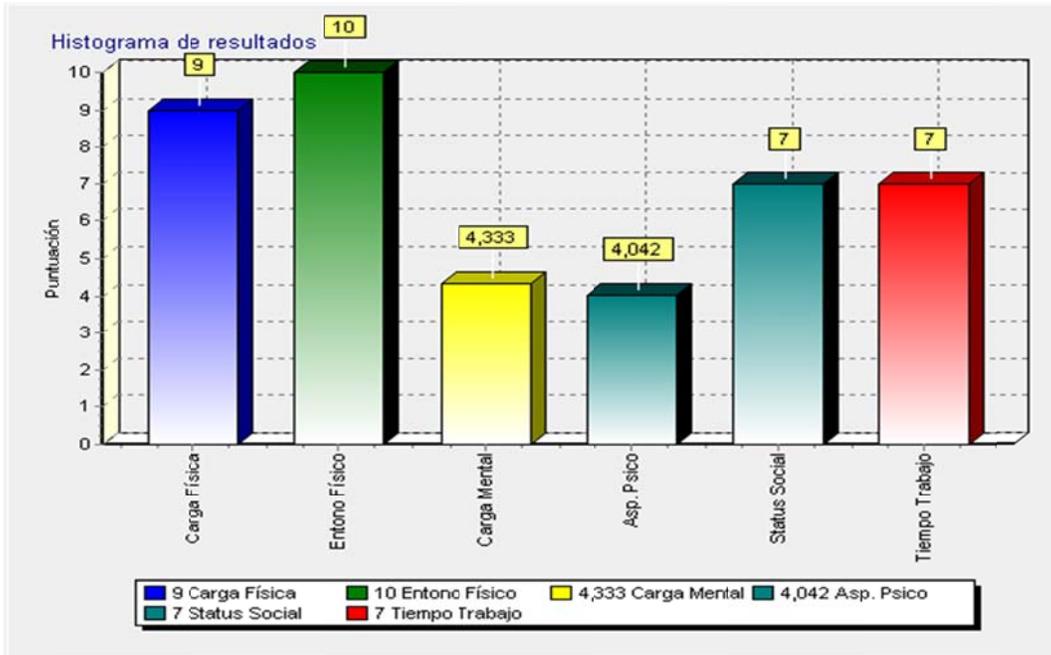
Fuente: Elaboración propia.

3- Área de confección
a) Puesto de trabajo del ayudante



Fuente: Elaboración propia

b) Puesto del trabajo del Obrero



Fuente: Elaboración propia

Anexo3.15: Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el ancho

Pruebas Bondad-de-Ajuste para Observacion 1-Observacion 5

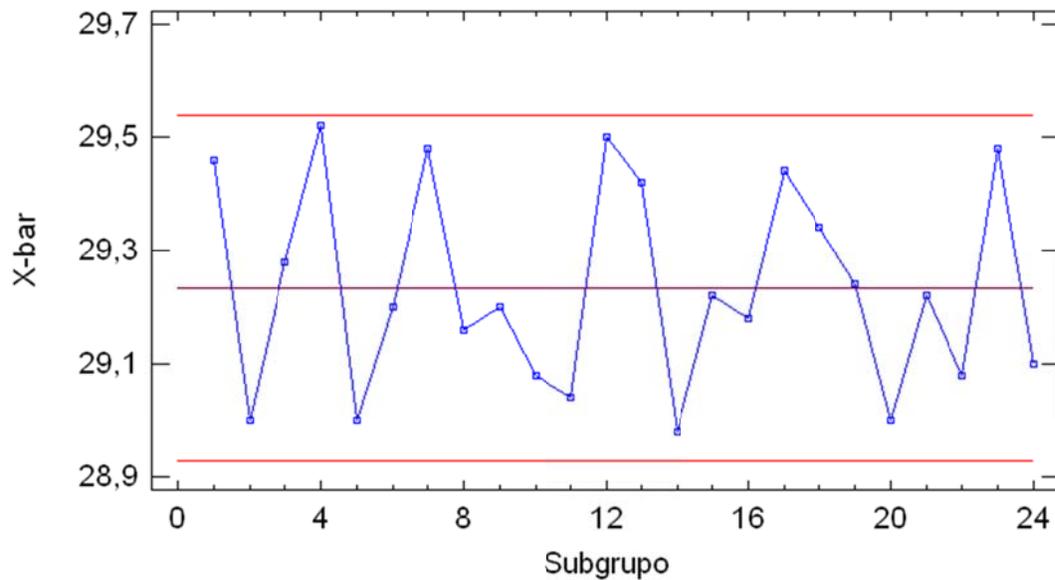
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Distribución Normal
DPLUS	0,234774
DMINUS	0,115226
DN	0,234774
Valor-P	0,259717

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	Valor-P
Kolmogorov-Smirnov D	0,234774	2,60235	<0.10
Kuiper V	0,35	3,89598	<0.10
Cramer-Von Mises W^2	0,795061	0,798367	<0.10
Watson U^2	0,726663	0,730675	<0.10
Anderson-Darling A^2	4,83435	4,83435	<0.10

Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de Observacion 1-Observacion 5 proviene de una Normal con 95% de confianza.

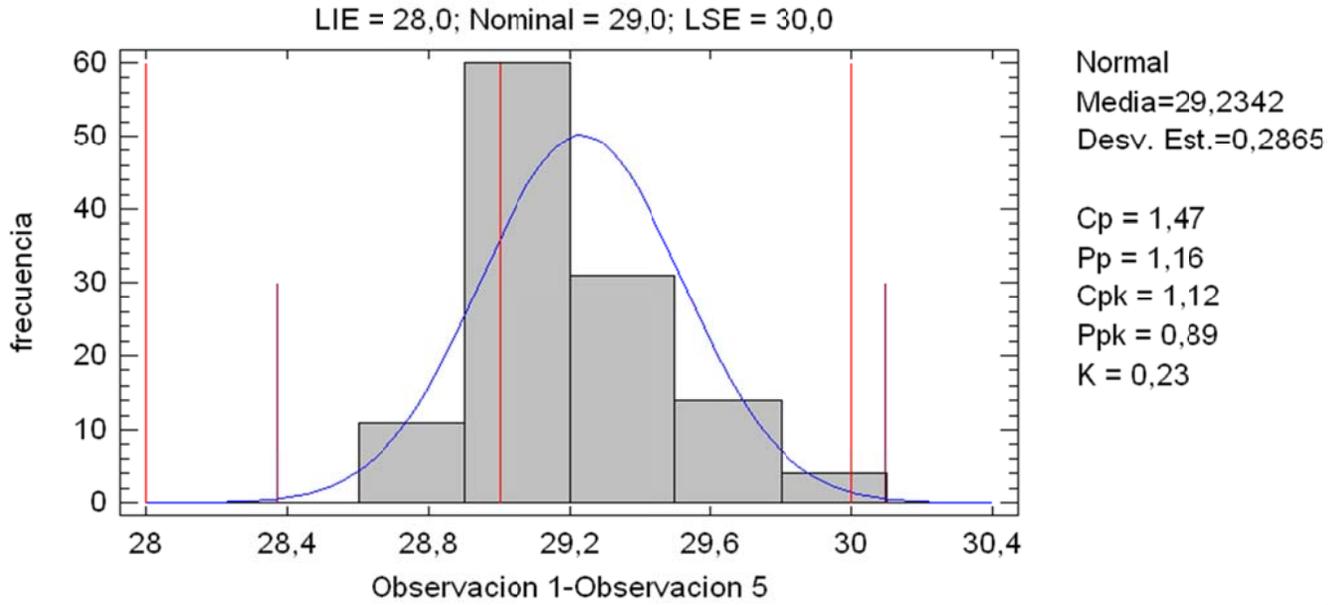
Gráfico X-bar para Observacion 1-Observacion 5



LSC = 29,54
CTR = 29,23
LIC = 28,93

Anexo 3.15 cont. /... Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el ancho.

Capacidad de proceso



Anexo 3.16: Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el espesor

Pruebas Bondad-de-Ajuste para Espesor

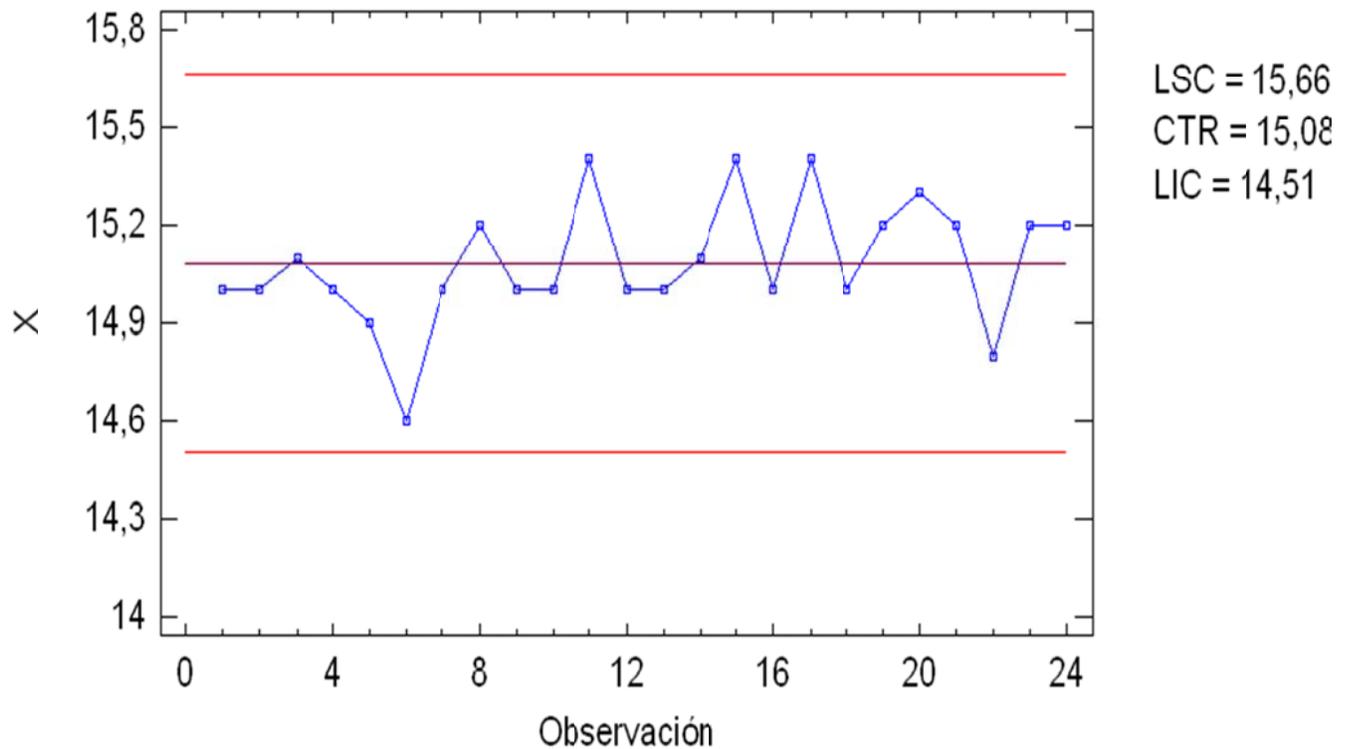
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Distribución Normal</i>
DPLUS	0,210902
DMINUS	0,205765
DN	0,210902
Valor-P	0,23668

<i>Estadístico EDF</i>	<i>Valor</i>	<i>Forma Modificada</i>	<i>Valor-P</i>
Kolmogorov-Smirnov D	0,210902	1,06325	≥ 0.10
Cramer-Von Mises W ²	0,178433	0,169592	≥ 0.10
Watson U ²	0,178433	0,180254	< 0.10
Anderson-Darling A ²	0,952497	0,952497	≥ 0.10

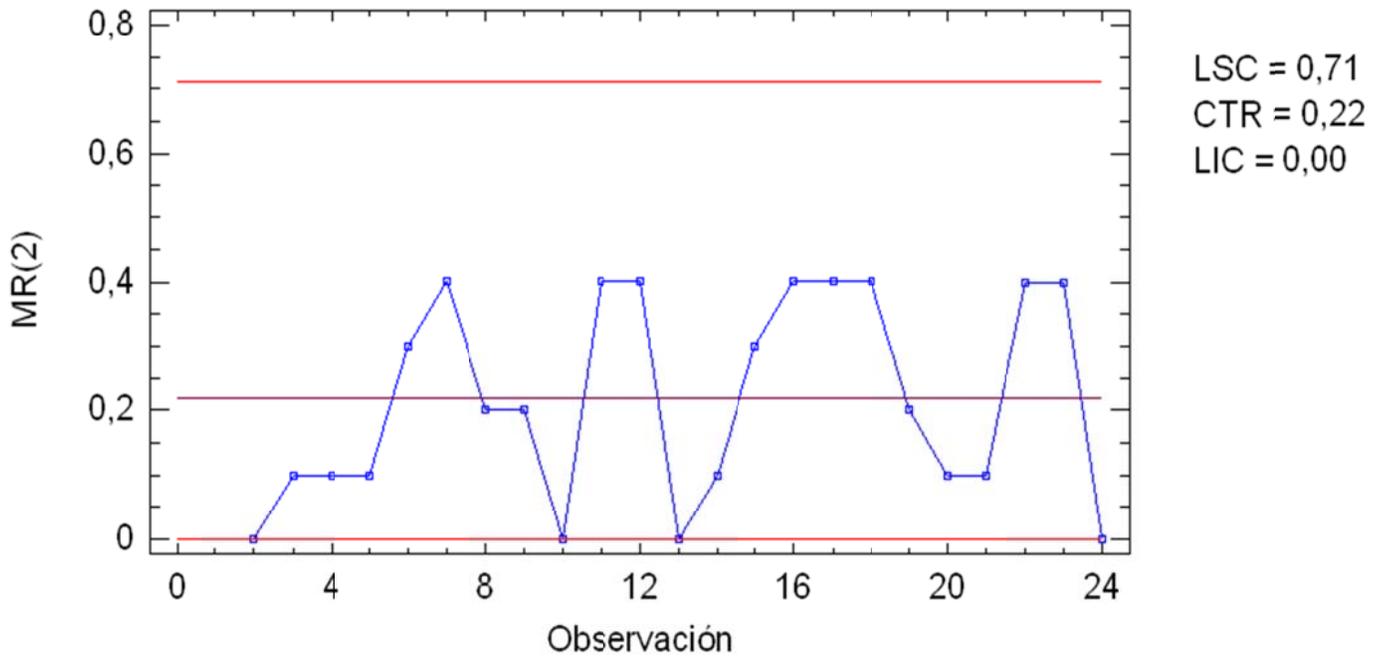
Dado que el menor valor-P es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de Espesor proviene de una Normal con 95% de confianza.

Gráfico X para Espesor

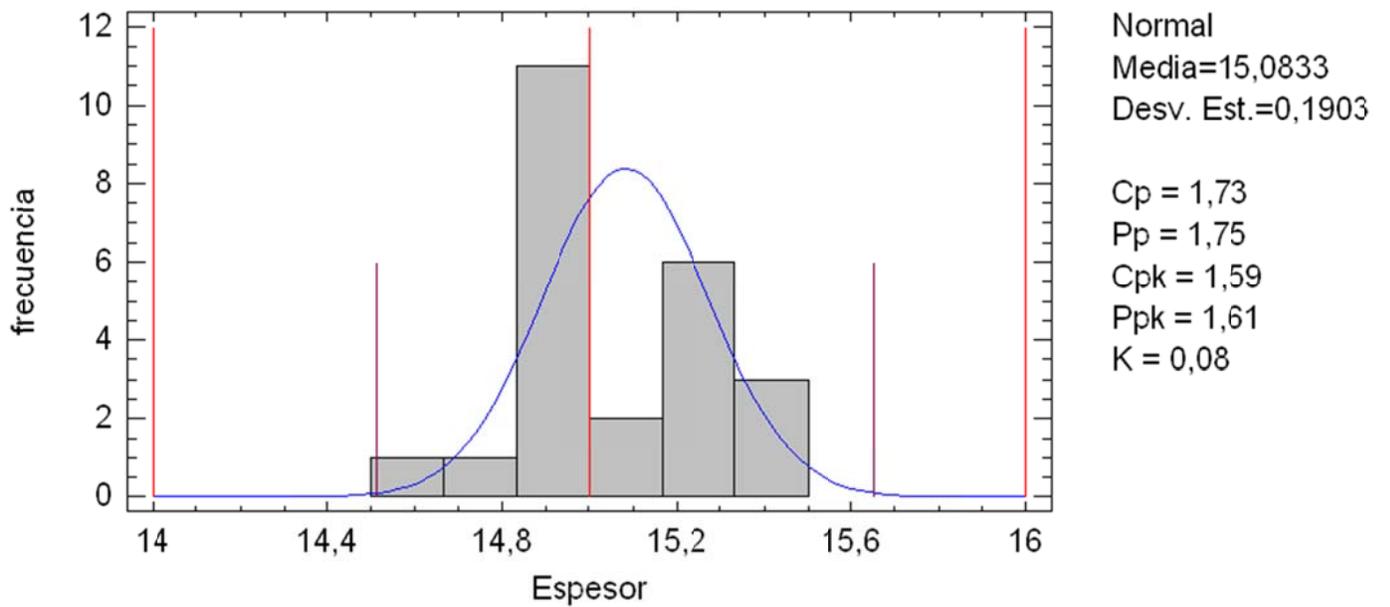


Anexo 3.16.cont./... Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el espesor.

Gráfico MR(2) para Espesor



LIE = 14,0; Nominal = 15,0; LSE = 16,0



Anexo3.17: Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el largo

Pruebas Bondad-de-Ajuste para Observacion 1-Observacion 5

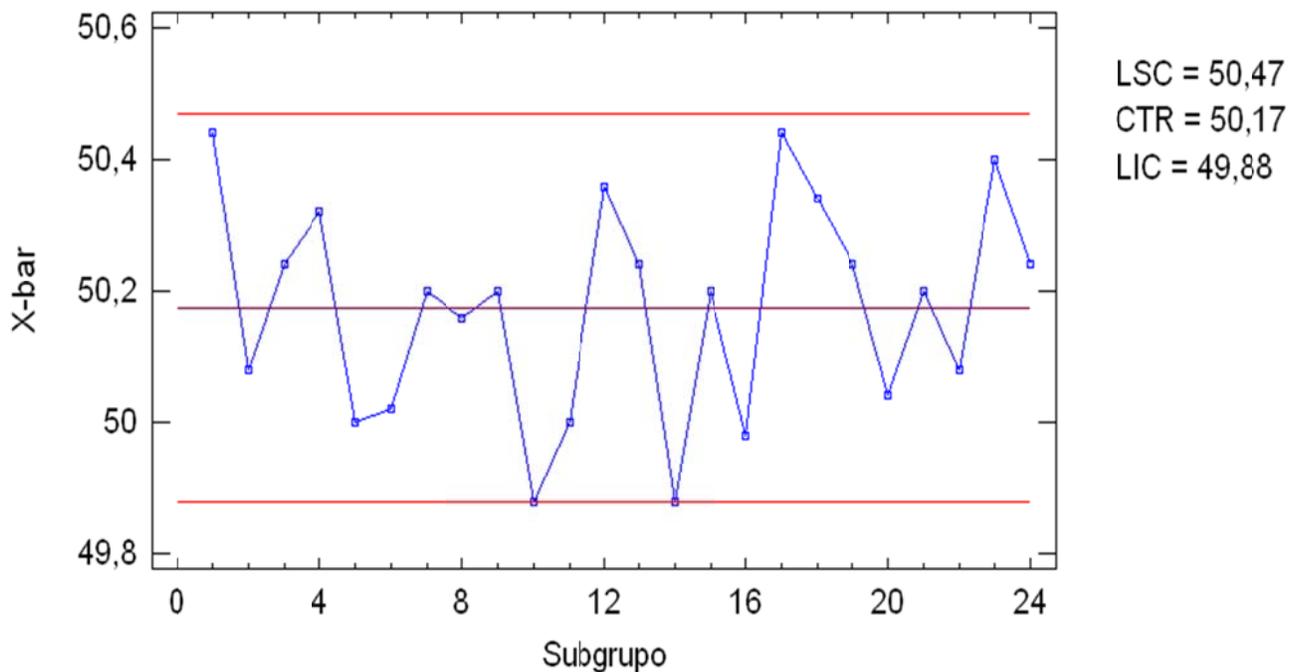
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	Distribución Normal
DPLUS	0,22665
DMINUS	0,12335
DN	0,22665
Valor-P	0,24459

Estadístico EDF	Valor	Forma Modificada	Valor-P
Kolmogorov-Smirnov D	0,22665	2,5123	<0.10
Kuiper V	0,35	3,89598	<0.10
Cramer-Von Mises W^2	0,683839	0,686219	>0.05
Watson U^2	0,643106	0,646561	<0.10
Anderson-Darling A^2	3,59763	3,59763	>0.05

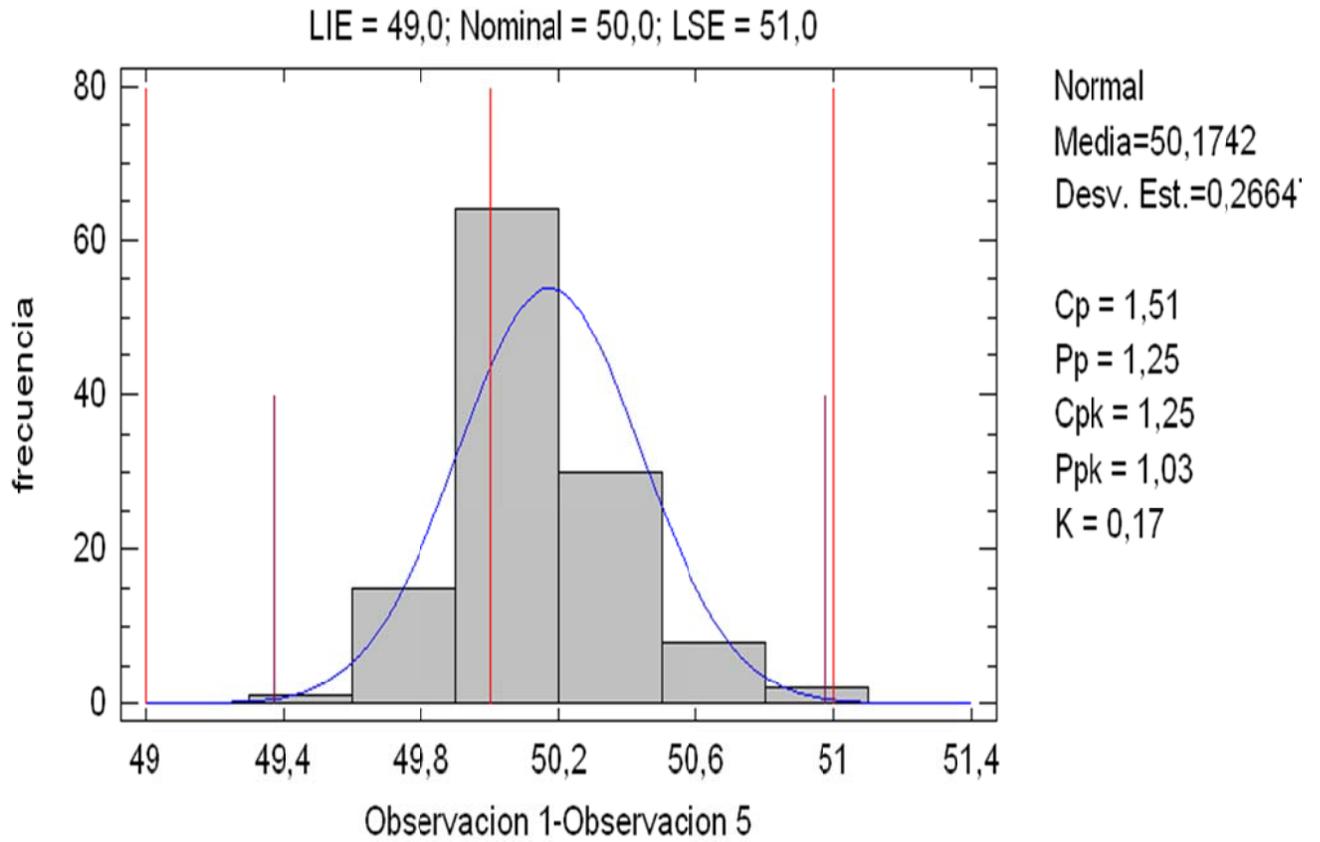
Dado que el menor valor-P entre las pruebas realizadas es mayor o igual que 0,05, no se puede rechazar la idea de Observacion 1-Observacion 5 proviene de una Normal con 95% de confianza.

Gráfico X-bar para Observacion 1-Observacion 5



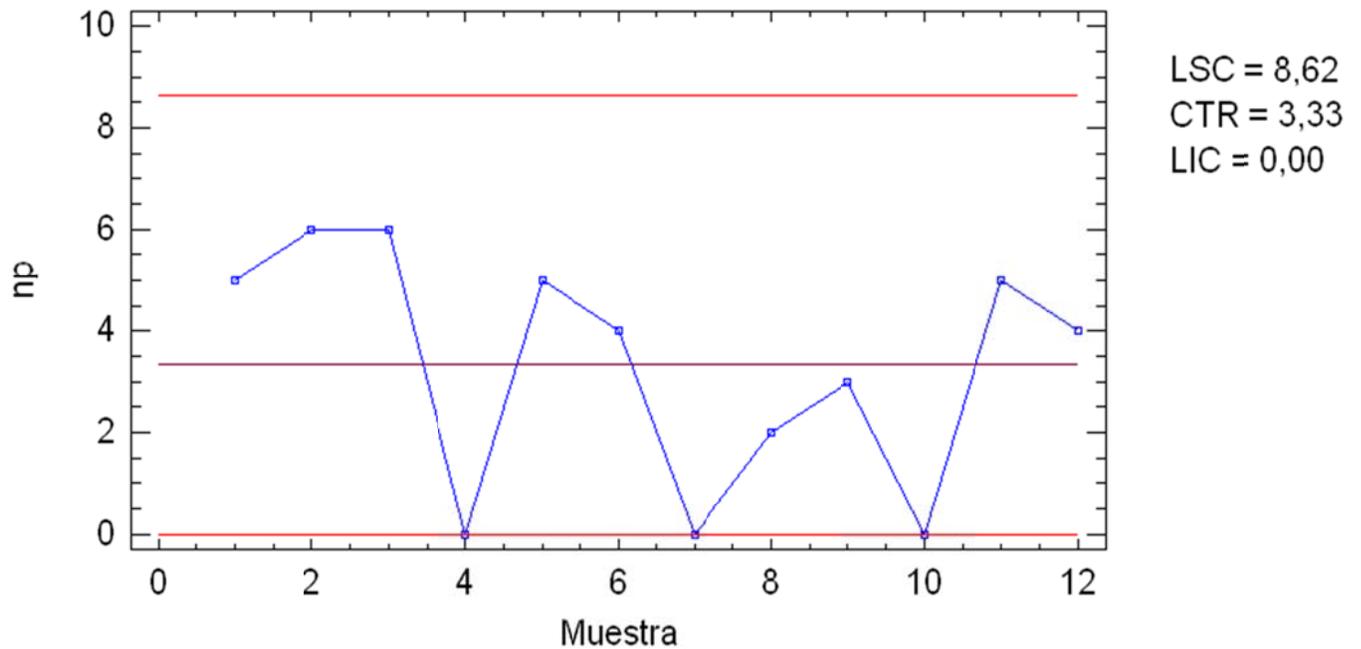
Anexo3.17.cont/... Análisis de la estabilidad y la capacidad del proceso para el largo

Capacidad de proceso para el largo



Anexo3.18: Análisis de la estabilidad y el desempeño del proceso

Gráfico np para Sellos de fondo no resistente



Gráfica de Pareto para No conformidad

