

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y TURISMO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Estimación de los costos intangibles de
la calidad en la Unidad Empresarial
Básica Mayorista de Medicamentos de
Holguín**

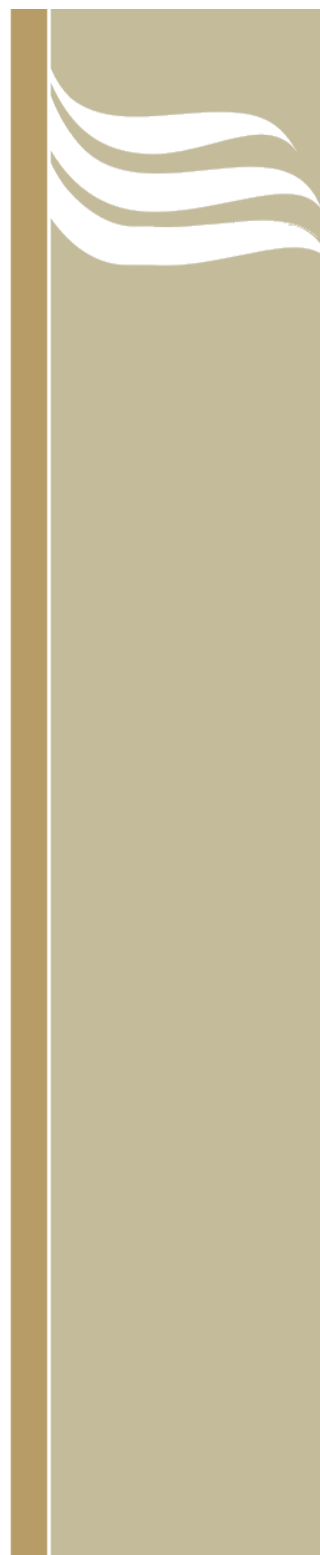
**Tesis presentada en opción al título de Ingeniero
Industrial**

Autora: Danelis Almaguel Claro

Tutores: MSc. Lisandra de la Luz González Reyes

Ing. Leudis Orlando Vega de la Cruz

Holguín, 2016



*No progresas mejorando lo que ya está hecho,
sino esforzándote por lograr lo que
aún queda por hacer*
Khalil Gibran

Dedicatoria

*A ti mami, por tu amor incondicional y por toda una vida de
esfuerzos para que hoy esté donde estoy*

*A mi papá, por confiar en mí y por estar presente en los
momentos que más lo necesito*

A mi hermanito, por ser la alegría de mi vida

Agradecimientos

*A mis padres por ser el soporte de mi vida y mi mayor motivación
A Yani, mi hermana, amiga, confidente y compañera inseparable en
las aventuras de mi vida*

*A mi novio Yander, por su amor, confianza, respeto, por la
esperanza de un futuro juntos y por la maravillosa persona que es
A mi mejor amiga Yanet, porque su amistad es lo mejor que me llevo
de la universidad*

*A mi primo tato, por su cariño incondicional y por no decirme
nunca que no
A mi segunda madre, Yani, quien ha influido mucho en la persona
que soy hoy*

*A mis mejores amigos Ceci, Male, Anna por tantos momentos que
se convierten en recuerdos que atesoro*

*A Dilo, Celia, May, Leivis, mis amigos de la carrera, el aula y la
vida*

*A mis tutores Lisandra y Leudis por compartir su tiempo y sus
conocimientos*

*A Yunior, trabajador de ENCOMED, por su cordialidad y
disposición de ayudar*

*A toda mi familia, amigos y personas a mí alrededor que me quieren
o me han ayudado, y a los que no también, porque me dieron la
fuerza para luchar por un futuro, me enseñaron a recorrer el camino
de la vida tratando de ser mejor persona y a valorar las cosas
realmente importantes.*

De todo corazón

MUCHAS GRACIAS

RESUMEN

La gestión empresarial en el contexto actual es protagonizada por los constantes procesos de cambios, lo que da lugar a que el público consumidor sea más exigente cada día. Esta realidad conlleva a que las organizaciones orienten sus estrategias a consolidar y elevar los niveles de calidad. En este sentido, los Sistemas de Gestión de Costos de la Calidad son la principal fuente de información y la más poderosa herramienta con que cuentan los directivos para el control del comportamiento de la calidad. Sin embargo, la búsqueda constante de mayor eficiencia, impone la necesidad de ir más allá de lo cuantificable y proponer métodos para determinar la influencia económica que tienen variables tan subjetivas como la satisfacción del cliente y la imagen de la empresa. Sobre estas premisas surge como objetivo de esta investigación desarrollar un procedimiento específico para la estimación de los costos intangibles de la calidad en la Unidad Empresarial Básica Mayorista de Medicamento de Holguín. En su propuesta el procedimiento mezcla el diseño de experimento con herramientas de la metodología de Taguchi y se validó mediante las redes de Petri. La utilización de métodos teóricos, empíricos y matemáticos permitió el cumplimiento del objetivo. La aplicación del procedimiento en la empresa objeto de estudio demostró su factibilidad en la práctica y permitió la estimación de los costos intangibles de la calidad en el periodo correspondiente al mes de marzo del año 2016, para la variable “rapidez en el servicio”.

ABSTRACT

Business management in a constant change processes, which leads to the consumer public to increasingly demanding. This reality entails that organizations focus their strategies into consolidate and raise quality. In this regard, management systems quality costs are the main source of information and the most powerful tool that managers have to control the behavior of quality. However, the constant search for greater efficiency, imposes the need to go beyond the quantifiable and propose methods to determine the economic influence of variables as subjective as the customer satisfaction and company image. From these premises emerges the objective of this research, develop a specific procedure for estimating the intangible costs of quality in the Basic Business Unit Drug Wholesaler of Holguin. In its proposal the procedure mixes experiment design tools from Taguchi methodology and it was validated by Petri nets. The use of theoretical, empirical and mathematical methods allowed the accomplishment of the objective. The application of the procedure in the company demonstrated its feasibility in practice and allowed the estimation of intangible costs of quality in a given time stamp, for the variable "speed of service".

ÍNDICE

| | pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO PRÁCTICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN | 6 |
| 1.1 Los costos de la calidad. Método de control financiero para la gestión de la calidad..... | 7 |
| 1.2 Costos Intangibles de la calidad | 14 |
| 1.3 Análisis de enfoques metodológicos para el cálculo de los costos intangibles de la calidad..... | 20 |
| 1.4 Tratamiento de los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín..... | 26 |
| CAPITULO II. PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS INTANGIBLES DE LA CALIDAD..... | 31 |
| 2.1 Descripción del procedimiento específico diseñado..... | 31 |
| Paso 1. Diseño de experimento | 31 |
| Paso 2. Ejecución del experimento..... | 35 |
| Paso 3. Análisis estadístico de los resultados del experimento | 36 |
| Paso 4. Cálculo y modelación de la función de pérdida | 37 |
| Paso 5. Estimación de los costos intangibles de la empresa | 39 |
| 2.2 Validación prospectiva del procedimiento propuesto | 40 |
| CAPÍTULO III: APLICACIÓN PARCIAL DEL PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS INTANGIBLES DE LA CALIDAD EN LA UEBMM DE HOLGUÍN..... | 43 |
| Paso 1. Diseño de experimento | 43 |
| Paso 2. Ejecución del experimento..... | 50 |
| Paso 3. Análisis estadístico de los resultados de la experimentación | 52 |
| Paso 4. Cálculo y modelación de la función de pérdida..... | 55 |
| Paso 5. Estimación de los costos intangibles de la empresa | 58 |
| CONCLUSIONES..... | 61 |
| RECOMENDACIONES..... | 62 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 63 |
| ANEXOS | |

INTRODUCCIÓN

En el umbral de este nuevo milenio se presenta un escenario en el que la era digital y la globalización presentan a la población consumidora alternativas donde los precios competitivos y la alta calidad marcan la diferencia en los negocios. Ante este hecho, las organizaciones deben estar preparadas. La calidad no debe ser percibida como un concepto abstracto e inmensurable sino como un aliado fundamental que, desarrollado en función a las características del negocio, puede rendir los logros y objetivos de eficiencia que se planteen. (Gillezeau y Romero, 2003).

En este sentido, dentro de la gestión empresarial y la gestión de la calidad, el análisis de los costos de la calidad tiene cada vez más importancia, uno de cuyos objetivos principales es el incremento de la competitividad; ya que las organizaciones sufren importantes pérdidas económicas motivadas por los costos de la calidad. En la actualidad los costos de la calidad son una excelente herramienta de información en la empresa pues facilita la toma de medidas de tipo estratégico (Feigenbaum, 1991, p. 109). Los costos de la calidad se han transformado en un método de control financiero que, en manos de los gerentes, permite identificar oportunidades para reducir los costos y fortalecer los procesos de mejora continua.

La mayoría de los modelos de costos de la calidad están basados en la clasificación PEF: costos de prevención, costos de evaluación y costos de fallos (Feigenbaum (1951), Purgslove & Dale (1995), Merino (1988), Plunkett & Dale (1988b), Israeli & Fisher (1991), Gupta & Campbell (1995), Burgess (1996), Dawes (1989), Sumanth & Arora (1992) y Morse (1983). Sin embargo, en los últimos años se han enfatizado la importancia de los costos intangibles de la calidad. Los costos intangibles, también denominados costos implícitos son aquellos que se calculan con criterios subjetivos y que no son registrados como costos en los sistemas de contabilidad.

En términos cuantitativos, la importancia relativa de los costos intangibles es mayor que la de los costos tangibles. Es apropiado utilizar el ejemplo del iceberg, para señalar que la mayoría de los costos intangibles se sitúan en la parte oculta del mismo. Un ejemplo de estos costos serían los retrasos, ya que la empresa tardará en cobrar el producto y muchas veces ello llevará consigo costos de financiación. Entre los costos intangibles lo más importante es la influencia, tanto positiva como negativa, que ofrece un cliente descontento sobre potenciales clientes.

La mayoría de los costos intangibles de la calidad se sitúan en la categoría de costos de fallos externos y se dividen en los relacionados con la satisfacción de los clientes y en la pérdida de imagen de la compañía. Los costos intangibles de la calidad asociados a la satisfacción de los clientes, son costos que pueden ser solamente calculados como beneficios no ganados debido a clientes perdidos y reducción en ingresos debido a la no conformidad de requisitos. Lo difícil de su cuantificación da lugar a que sean escasos los estudios realizados para su determinación. Amparo Ayuso (2004, p.159, propone que el proceso para calcular los costos intangibles puede seguir las siguientes fases, primero determinar un método para conocer la opinión de los clientes y evaluar la imagen que tienen de la empresa (el método más utilizado suele ser el de realización de encuestas). Posteriormente, determinar un modelo que relacione la satisfacción de los clientes con las ventas futuras. De lo que se trata, es de conseguir que la estimación realizada tenga el máximo de credibilidad.

En este sentido la función de pérdida de Taguchi, es un punto de partida para el cálculo de los costos intangibles de la calidad, debido a que considera que la inconsistencia en la calidad del producto y del servicio resulta en gastos, desperdicios, pérdida de clientes y pérdidas de oportunidad, siempre que los objetivos de calidad no se alcancen exactamente. Los métodos Taguchi (1979,1986) son una combinación de ingeniería y estadística que consiguen mejoras rápidas en el costo de la calidad al optimizar el diseño del producto y los procesos de fabricación. Introdujo conceptos revolucionarios que afectaron la forma de medir la calidad y su costo. Para Taguchi (1979), la calidad, antes que por la satisfacción de especificaciones, debe medirse en términos de la así llamada función de pérdida, que establece la pérdida que la sociedad sufre como consecuencia de la mala calidad.

En Cuba, Taguchi y su obra son pocos conocidos, su aplicación sería útil en aquellas escasas entidades nacionales que aplican el control de la calidad como debe ser. Se necesita de técnicas estadísticas avanzadas para tener disponibles fuentes de donde tomar los datos necesarios. Lo que sería una ejemplar aplicación del principio sobre la toma de decisiones basada en hechos (datos), que propone la norma ISO 9000 (2005) para un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), y si bien en la actualidad se avanza hacia la implantación de Sistemas de Gestión de Costos de la Calidad (SGCC) en las empresas cubanas, en la literatura consultada, no se encontraron evidencias

sobre el cálculo de los costos intangibles de la calidad relacionadas a la satisfacción de los clientes.

En este contexto, a partir del Sexto Congreso del Partido y de la aprobación de los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, las empresas cubanas se encuentran inmersas en un importante proceso de perfeccionamiento empresarial el cual se sustenta en la necesidad de la reducción general de los costos, y no quedan exentos, los costos de la calidad y por ende los intangibles.

Una de estas empresas en perfeccionamiento empresarial es la Unidad Empresarial Básica Mayorista de Medicamentos (UEBMM) de la provincia de Holguín, la cual actualmente implementa un sistema de gestión de costos de la calidad extendido a todos sus procesos. El cual está diseñado como herramienta de mejora continua y para la gestión de los costos de prevención, evaluación y fallos, sin embargo el SGCC no evalúa el comportamiento de los costos intangibles de la calidad.

Es decir, no tiene en cuenta los costos asociados a la satisfacción del cliente y a la imagen de la empresa. Esta situación da lugar a que no se pueda determinar económicamente cual es el comportamiento de la calidad o la falta de esta según la percepción de los usuarios y la sociedad en general. Lo que se traduce en la pérdida de una oportunidad, que de ser aprovechada de forma estratégica significaría el aumento de la competitividad, además de ser una herramienta novedosa para el fortalecimiento de la gestión de la calidad. Por otra parte, al no conocerse los costos intangibles de la calidad, el SGCC no refleja el monto total de los costos relacionados, lo que provoca que la dirección no tenga conocimiento total sobre el comportamiento de la calidad para actuar en consecuencia.

Esta realidad da lugar a que surja como problema científico: ¿Cómo estimar los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín? A partir del problema planteado se declara como objeto de la investigación: los costos intangibles de la calidad. Para darle solución al mismo se formuló como objetivo general: desarrollar un procedimiento para la estimación de los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín a través de la metodología de Taguchi. Para el logro del objetivo general se establecen los siguientes objetivos específicos:

1. Construir el marco-teórico-referencial de la investigación, enfatizando en los costos de la calidad, los costos intangibles de la calidad y la metodología de Taguchi.
2. Diseñar un procedimiento para la determinación de los costos intangibles de la calidad mediante la metodología de Taguchi.
3. Valorar el procedimiento diseñado mediante la validación prospectiva.
4. Aplicación del procedimiento diseñado en la UEBMM de Holguín.

El campo de acción que corresponde a la presente investigación es la estimación de los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín. Se define como idea a defender: el desarrollo del procedimiento para la estimación de los costos intangibles de la calidad contribuirá a una gestión más integral de los costos de la calidad.

Para el desarrollo de los objetivos de la investigación se requirió el empleo de métodos científicos. En el orden teórico se utilizaron:

- Análisis y síntesis: para realizar reflexiones de manera lógica sobre el problema a investigar, así como interpretar el procesamiento de la información obtenida
- Histórico – lógico: para determinar la evolución a través de los años y estado actual del problema y del objeto de investigación
- Inductivo-deductivo: para la obtención de información, conocimientos en general y tomar partido sobre la literatura revisada.

En el orden empírico se utilizaron:

- Análisis documental: revisión de fuentes de información para conocer el estado real de la organización en su historia viva
- Observación: para constatar donde se reflejan con mayor claridad los costos asociados a la calidad
- Entrevistas: para verificar y conocer información de primera mano relacionada con el objeto de estudio.

En el orden matemático se utilizaron:

- Método Saaty: Selección de la característica de calidad a evaluar
- Redes de Petri: Validación del procedimiento diseñado.

Además se utilizaron métodos estadísticos para el procesamiento de la información relacionada con los conceptos de costos de la calidad, costos intangibles de la calidad, el estudio de los diferentes enfoques metodológicos, así como para la obtención de la función de pérdida.

La presente investigación está estructurada en tres capítulos, el primero de ellos agrupa el basamento teórico práctico referencial de la investigación con un total de cuatro epígrafes donde se tratan temas relacionados con los costos de la calidad, se profundiza en los costos intangibles de la calidad, enfoques metodológicos y una valoración del estado actual de los costos de calidad intangibles en la UEBMM de Holguín. El capítulo dos, constituye el diseño de un procedimiento para la estimación de los costos intangibles de la calidad en empresas comercializadoras y distribuidoras de medicamentos, mediante la adaptación de la metodología de Taguchi. El capítulo tres muestra los resultados obtenidos a partir, de la aplicación del procedimiento propuesto para la obtención de los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín. Finalmente se encuentran las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO PRÁCTICO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de la teoría constituye el punto de partida para el desarrollo de los procesos investigativos que persigan obtener resultados sólidos y fundamentados. Es por ello, que el siguiente capítulo tiene como objetivo establecer las bases teóricas, prácticas y referenciales necesarias para la elaboración de esta tesis. Para su confección se realizó una profunda revisión de la literatura relacionada con el objeto de la investigación. En primera instancia se abordaron los costos de la calidad de forma genérica, se analizaron las diferentes clasificaciones y conceptos. Luego se profundizó en los costos intangibles de la calidad, donde quedó demostrada la importancia de los mismos y lo poco común que es su integración a los sistemas de gestión de costos de la calidad y a los sistemas contables, por la inexistencia de métodos o procedimientos que lo hagan posible.

Por tal razón, se llevó a cabo un estudio de la metodología de Taguchi (1986), como alternativa para la estimación de los costos intangibles de la calidad mediante la función de pérdida. Por último, se hizo una valoración del tratamiento de los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín. La siguiente figura muestra la estrategia seguida para la elaboración del presente capítulo.

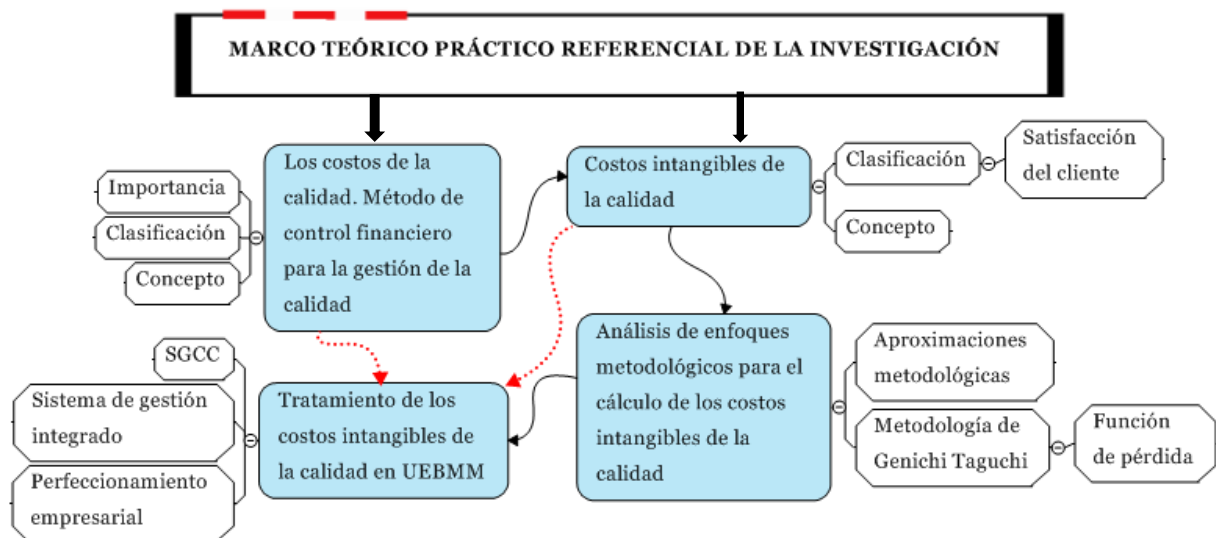


Figura 1: Estrategia seguida para la construcción del marco teórico práctico referencial de la investigación

1.1 Los costos de la calidad. Método de control financiero para la gestión de la calidad

La realidad de las organizaciones actuales es la lucha constante por mantener sus cuotas de mercado, por lo que su mayor reto es lograr que sus productos sean los más atractivos para los consumidores. Lograr la satisfacción de los clientes, aumentar los beneficios y reducir los costos, es la única manera de sobrevivir a las exigencias del entorno y no ser desplazados por la competencia. Esto solo lo logran empresas capaces de convertir la gestión de la calidad en su principal herramienta de competitividad.

La implantación de un sistema de gestión de la calidad trae consigo la optimización de recursos, lo que se traduce en un mayor rendimiento productivo. En este sentido la valoración y análisis de los costos es el elemento fundamental a tener en cuenta. El sistema de costos de la calidad proporciona los criterios para obtener información que pueda ser utilizada por la dirección de la empresa para analizar el impacto económico que tiene la calidad o la ausencia de ésta en los resultados de la organización y verificar el progreso obtenido como consecuencia de las acciones dirigidas a la mejora continua.

Con el surgimiento de las normas ISO 9001: 2008 y su actualización en el año 2015 “Sistema de gestión de la calidad. Requisitos”, así como la norma ISO 10014: 2006 “Gestión de la calidad. Directrices para la obtención de beneficios financieros”, los costos de la calidad se afianzaron como método de control financiero para la gestión de la calidad, ya que permiten medir su eficiencia, identificar oportunidades para reducir costos y fortalecer sus procesos de mejora continua.

En dependencia de los autores varían los porcentajes que representan los costos de la calidad respecto a diferentes partidas económicas, la razón de las variaciones es que algunos de los estudios realizados solo hacen referencia a los costos tangibles, mientras que en otros se toman en cuenta los tangibles más los intangibles. Sin embargo, es evidente la importancia de tenerlos en cuenta dado lo significativo de los porcentajes que representan.

Tabla 1: Estudios realizados sobre costos de la calidad

| Autor | % que representa los costos de la calidad |
|--|---|
| Crosby (1979, p. 18; 1991. p. 38) | Entre el 20% y 25% de la facturación |
| La National Economic Development Office (ANON, 1985) | Entre un 10% y un 20% de las ventas totales en el Reino Unido |

| | |
|---|--|
| Gryna (1988, Cap. 4) y Juran y Gryna (1993, p. 43) | Del 20% al 40% de las ventas |
| Latzko, (1988, p 85) y Amat (1992, p 7) | En los bancos entre el 8% y el 10% de los beneficios y entre un 25% y un 40% de los costos de personal |
| Juran (1990a pp 125-128) | entre el 25% y el 30% |
| Conway (1992) | Del 40% en adelante |
| Lim y Stephson (1993, p. 69) y Raab y Czapor (1987, pp. 479- 782) | Entre 5 y el 15% |
| La sección de Automoción de la Asociación Española para la Calidad (1991 P 8) | Del 5% al 20% de la cifra de ventas, |
| Campanella y Corcoran (1987: p. 569) | Porcentajes superiores al 20% |
| Amat (1995 p 5) | El 4.5% (sin los costos intangibles) |
| Elorriaga (1993 pp. 105- 113) | Entre un 10% y un 30% las ventas |
| Harrington (1990, pág. 3) | Del 20% al 35% |
| Alonso y Blanco (1990, pp 72 -78) | El 20% de su cifra de ventas |
| Camisón y Roca (1997,p 201) | Entre el 37%, y el 40.4% en hoteles |
| Plunket y Dale (1985 pp. 29-33) | Entre el 5 y el 25% |

Fuente: Climent-Serrano, 2003

La medición de costos de la calidad permite centrar la atención en asuntos en los que se gastan grandes cantidades y detectar las oportunidades que en potencia podrían ayudar a reducir gastos. Facilita medir el desempeño y constituye una base para la comparación interna entre productos, servicios, procesos y departamentos; y externa con la competencia; además ayuda a los directivos a justificar cualquier posible mejoramiento de la calidad.

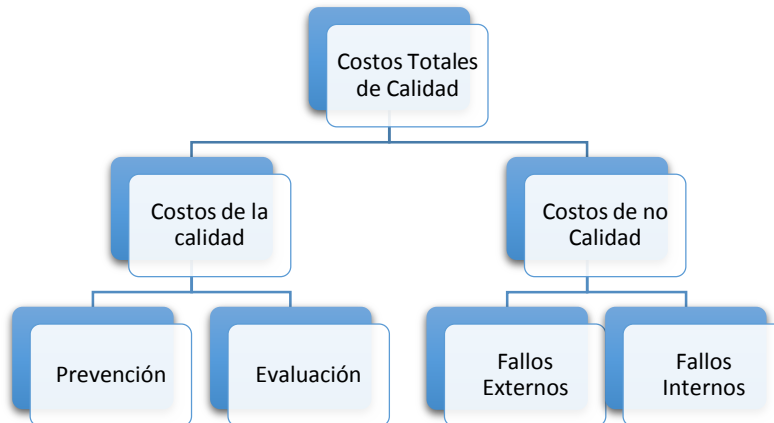
Un estudio realizado por González Reyes (2015) arrojó que se utilizan disímiles clasificaciones para trabajar los costos de la calidad. En el análisis de 141 autores, se encontraron un total de 23 clasificaciones diferentes. En este sentido se debe aclarar que muchas de estas, no son completamente nuevas, sino que se nutren en cierta medida de las más clásicas y reconocidas, pero logran impregnarle nuevos enfoques y puntos de vista al asunto.

Según Cuatrecasas-Arbós (2010) la implantación de la calidad supone unos costos que deben afrontarse, al tiempo que otros deberán evitarse. Es por ello, que en relación a los costos globales o totales la de calidad hay que diferenciar claramente dos tipos: costos de la calidad y costos de no calidad.

Se concluyó que la mayoría de los modelos de costos de la calidad asumen cuatro categorías básicas: prevención, evaluación, fallos internos y fallos externos, dividiéndolos en dos grandes grupos, costos de la calidad y costos de no calidad, costos de conformidad y no conformidad, controlables y no controlables, solo por mencionar algunas de las terminologías más utilizadas, pero que hacen la misma

distinción. Los costos de prevención y evaluación son incluidos en el primer grupo y los costos por fallos en el segundo grupo.

Figura 2: Clasificación de los Costos de la Calidad



Fuente: Colectivo de autores

Para el desarrollo de esta investigación se asumió la clasificación dada por la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA)¹ (1995, p 73-79).

Costos de la calidad: los que la empresa incurre para prevenir y controlar que el producto o servicio cumple las especificaciones de calidad. Los define como “aquellos costos que se originan a consecuencia de las actividades de prevención y de evaluación que la empresa debe de acometer en un plan de calidad”. A su vez los costos de la calidad los subdivide en costos de prevención y costos de evaluación.

Costos de prevención: los que incurre la empresa al intentar reducir o evitar los fallos.

Costos de evaluación: los que incurre para garantizar que los productos o servicios no conformes con las normas de calidad sean identificados antes de la entrega al cliente.

Costos de no calidad: ocasionados por la falta de calidad y considera que los costos de no calidad o fallos incluyen además los costos de oportunidad o costos intangibles. Estos costos de la calidad los subdivide en costos de fallos internos y costos de fallos externos.

¹ En 1995 la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas (AECA) publica el Documento nº 11 de la serie principios de contabilidad de gestión “Costos de la calidad” en colaboración con la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)

Costos de fallos internos: son los ocasionados porque los fallos producidos se detectan antes de la entrega al cliente.

Costos de fallos externos: ocasionados porque los fallos son detectados una vez que el producto o servicio es entregado al cliente.

De Feo (2001), enuncia que los costos de prevención son considerados por muchos autores como una inversión cuando sus acciones son dirigidas estratégicamente. Los costos de evaluación aseguran que los productos tengan conformidad con estándares de calidad y requerimientos de desempeño. La razón por la que se necesitan estos costos es porque a menudo, la organización no está segura de que el dinero y tiempo invertidos en prevención sean totalmente eficaces. La detección de deficiencias en estas etapas de prevención y evaluación, evita serios costos futuros por fallos y ayuda al desarrollo de métodos de inspección más efectivos y eficientes.

Por su parte, los costos provocados por fallos tanto internos como externos generan pérdidas de calidad en cualquier parte del proceso. Los costos por concepto de fallos son regularmente los mayores y sus efectos (en especial los fallos externos) pudieran ser muy serios para las empresas.

Según autores como Harrington (1990), Campanella (1997), Alexander (1994), así como la BSI (1991), la ASQC (1974) y AECA (1995), los costos de fallos también pueden clasificarse como tangibles e intangibles. Los primeros son los que se pueden calcular con criterios convencionales de contabilidad y se reflejan claramente en el efectivo. Los costos intangibles están habitualmente ocultos, necesitan de criterios esencialmente subjetivos apoyados en hipótesis y datos que no suelen estar registrados en los sistemas convencionales de costos.

Ahora bien, encontrar la definición exacta de costo de la calidad es una meta a alcanzar por los estudiosos de la materia. Jiménez (1997, p. 117) define los costos de la calidad como: “los costos en los que la empresa incurre para asegurar que el producto cumple con las especificaciones y requisitos establecidos en la fase de diseño”. Feigenbaum (1971), establece los costos operativos de la calidad como la consolidación entre los costos, para lograr y mantener cierto nivel de calidad del producto con los costos resultantes de fallas, para alcanzar ese nivel particular de calidad.

La *British Estandar Institute* 6143: Parte 1 (1992), los define como el costo conformidad y de no conformidad. Schroeder (1992), propone que el costo de calidad

es el costo de no satisfacer los requerimientos del cliente, de hacer las cosas mal y se puede dividir en dos componentes fundamentales: costos de control y costos de fallos. Según Campanella (1997 p. 20), el objetivo de los costos de la calidad es representar la diferencia entre el costo real de un producto o servicio y el costo del mismo si la calidad fuera perfecta, por tanto, los costos de la calidad son costos que se producen porque existe o porque puede existir mala calidad.

Existen tantos conceptos como especialistas que han tratado el tema, por lo que la autora hizo una recopilación de conceptos de costos de la calidad a partir de la revisión realizada por González-Reyes (2015). Se analizaron los conceptos dados a partir del año 2000. Encontrándose un total de 31 conceptos, con los cuales se elaboró una matriz binaria en Microsoft Excel 2013 que fue procesada en el *software* Minitab para la obtención de un análisis multivariados. Para la elaboración de la matriz se consideró un total de 10 variables: prevención, evaluación, fallos internos, fallos externos, intangibles, mejora continua, sistema de gestión de la calidad, cliente y gastos. El criterio de selección se basa en que las primeras cinco variables corresponden a las categorías del modelo PEF más los costos intangibles que es la clasificación que fue adoptada para la investigación, las otras cinco variables fueron escogidas por el criterio e interés de la autora.

En el análisis de conglomerados por variables se utilizó el método Ward y quedaron definidos 3 grupos como lo muestra la figura 3.

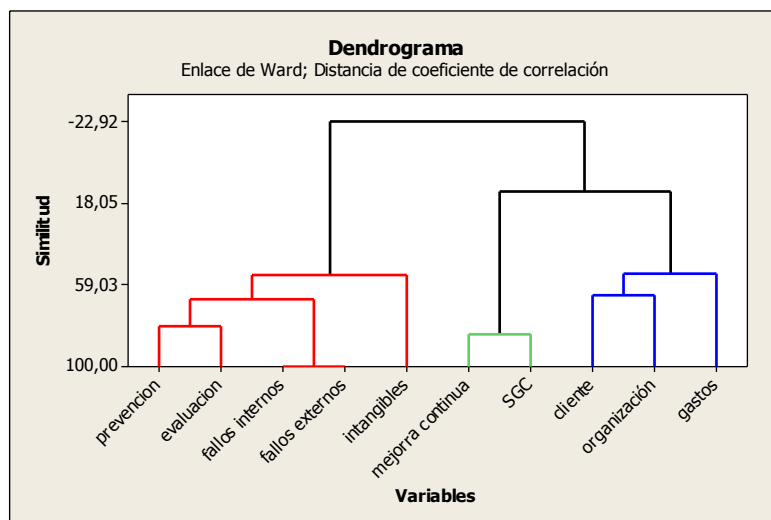


Figura 3: Dendrograma para el análisis de conceptos de costos de la calidad por variables

Tabla 2: Composición de los grupos del análisis de conglomerado por variable

| Grupos | No. de observaciones | % |
|---------|----------------------|----|
| Grupo I | 5 | 50 |

| | | |
|------------------|----|-----|
| Grupo II | 2 | 20 |
| Grupo III | 3 | 30 |
| Total | 10 | 100 |

El primer grupo reúne el 50% de las variables analizadas las cuales están asociadas al modelo PEF más los costos intangibles. El segundo bloque agrupa el SGC junto a los procesos de mejora continua. En el tercer conglomerado se encuentra el enfoque de los costos de la calidad como gastos para la organización y sus clientes.

El primer grupo es el más significativo por reunir la mayor cantidad de variables y confirma que el modelo PEF es el más genérico y asumido por la mayoría de los autores. Al realizar un corte en el valor 50 se observa la división del primer conglomerado en dos bloques, el primero continua siendo el modelo PEF sin embargo se separa la variable intangible, lo cual coincide con los modelos de costos de la calidad que suman al modelo PEF más los costos intangibles.

En un segundo análisis de conglomerados, pero esta vez por autores se obtuvieron de igual manera tres grupos.

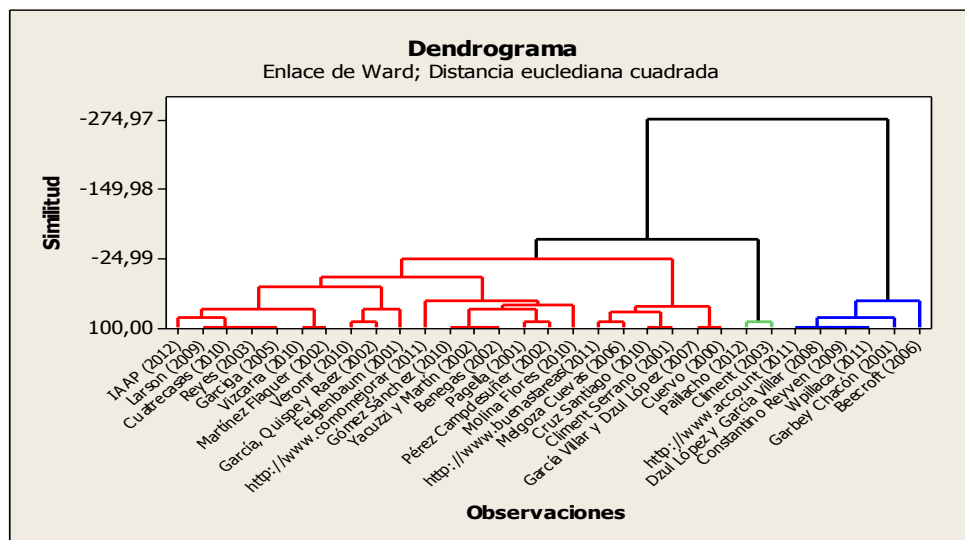


Figura 4: Dendrograma para el análisis de conceptos de costos de la calidad por autores

Tabla 3: Frecuencia de las variables por grupo

| Variables | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
|-----------------|------------|-----------|-----------|
| | Autores 23 | Autores 2 | autores 6 |
| Prevención | 2 | 0 | 6 |
| Evaluación | 3 | 0 | 6 |
| Fallos internos | 1 | 2 | 6 |
| Fallos externos | 1 | 2 | 6 |
| Intangibles | 1 | 1 | 2 |
| Mejora continua | 4 | 2 | 0 |
| SGC | 3 | 2 | 0 |
| Cliente | 6 | 0 | 1 |
| Gastos | 4 | 0 | 0 |

| | | | |
|--------------|----|---|---|
| Organización | 11 | 2 | 1 |
|--------------|----|---|---|

De los 31 conceptos analizados solo en cuatro se hace alusión a la variable intangible y a criterio de la autora el más completo es el dado por Climent-Serrano (2003) el cual plantea:

Actualmente, se entienden como costos de la calidad los incurridos en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de calidad de una organización, los costos de los procesos de mejoramiento continuo de la calidad, y los costos de sistemas, productos y servicios que han fracasado al no tener en el mercado el éxito que se esperaba. Los costos de la calidad están asociados con la creación, identificación, reparación y prevención de defectos.

Por tanto, los costos de la calidad son aquellos en los que la empresa haya incurrido para prevenir y controlar que el producto o servicio sea entregado al cliente en las condiciones óptimas, así como todos los costos ocasionados por defectos del producto o servicio, cuando son detectados por la organización y también cuando son detectados por el usuario, teniendo en cuenta en este caso los posibles costos intangibles ocasionados por la pérdida de imagen de la organización. También serán considerados como costos de la calidad los costos realizados por un exceso de calidad de los productos o servicios que el cliente no la exige y no la valora.

Ser uno de los conceptos más abarcadores y contener una visión fresca y aplicable son las razones por las cuales se adopta este concepto para la investigación. Otro de los motivos lo constituye su nivel de actualidad. Otros elementos por los que no se deben descuidar los costos de la calidad son:

- Una buena gestión de los costos de la calidad lleva consigo un ahorro significativo de otros gastos y por tanto mayores beneficios en la empresa. La relación costos de la calidad/beneficios es, por tanto, directa
- La gestión de los costos de la calidad ha de integrarse en la planificación estratégica de la empresa, debe permitir analizar su proyección a largo plazo sobre la calidad de la empresa y su imagen de mercado
- Los costos de la calidad ayudan a detectar cuáles son los procesos y las áreas problemáticas de la empresa y por tanto necesitadas de la toma de acciones correctivas para la consecución de la mejora continua

- La medición y control de los costos de la calidad proporciona un medio adecuado para observar el impacto causado por la implantación de las acciones correctoras
- La medición y control de los costos de la calidad evita basar las decisiones sobre informaciones erróneas.

Los costos de la calidad deben ser un elemento integrante del sistema de costos, siendo el que brinde la información al SGC. Motivar a la dirección en la implementación de estos aspectos constituye un punto de partida para alcanzar una mayor eficiencia y eficacia.

El costo de la calidad por tanto no es solamente una medida de desempeño, pues permite además corregir un producto o servicio antes de entregarlo al cliente final. Todo sistema de costos de la calidad debería formar parte de la estrategia de cualquier empresa, como proceso de mejoramiento continuo y como herramienta para la toma de decisiones oportunas y basadas en hechos.

El desafío de las organizaciones, es lograr que sus sistemas de gestión de costos de la calidad vayan más allá de lo monetariamente medible, y se centren también en lograr contabilizar los costos que no se tienen en cuenta por lo difícil de su determinación: los costos intangibles de la calidad.

1.2 Costos Intangibles de la calidad

La literatura tradicional clasifica a las variables económicas en tangibles e intangibles. Las primeras, son fáciles de cuantificar, pudiéndose calcular de forma objetiva, y normalmente van acompañadas de un desembolso en efectivo (activos físico y financiero), este tipo de variables constituían el activo máspreciado de las empresas, sin embargo, en los últimos años del siglo XX esta idea dio paso a considerar a los activos intangibles como elementos clave para competir en entornos dinámicos.

El estudio de los intangibles, ha sido abordado de varios puntos de vista, ya sea como activos intangibles, activos de conocimiento, y capital intelectual, todos son términos ampliamente divulgados. Activo intangible en la literatura contable, activos de conocimiento en la literatura económica, capital intelectual en la literatura de dirección estratégica de empresas y costos intangibles en la gestión de la calidad; pero ellos se refieren esencialmente a la misma cosa: características no físicas que generan beneficios o pérdidas económicas para la empresa.

La justificación del estudio de las variables intangibles, viene dado básicamente por la incapacidad de la contabilidad de reflejar fielmente todos los hechos económicos, ya que muchos de ellos no son susceptibles de ser contabilizados por carecer de objetividad. Si bien, la contabilidad pretende entregar información reflejando la posición financiera de la empresa, ésta no responde plenamente a los requerimientos de los usuarios.

Existen diversos estudios sobre gestión financiera que tratan de explicar, reconocer y evaluar los intangibles en las organizaciones, entre estos están: Modelo *Intelectual Assets Monitor* (Sveiby 1998), *Balanced Business Scorecard* (Kaplan & Norton, 1996), Modelo *Intelect* (Euroforum, 1998), Capital Intelectual (Drogonetti & Roos, 1998), Modelo *Andersen* (Andersen, 1999), Modelo de Gestión del Conocimiento de KPMG *Consulting* (Tejedor y Aguirre, 1998), y así existirán tantos modelos como autores escriban sobre el tema.

Mediante el análisis de los modelos mencionados quedó demostrado que las variables intangibles no son relacionadas con la gestión de la calidad en el plano económico. La existencia de una separación entre el área contable y el departamento de calidad confirman que los costos intangibles de la calidad representan la parte oculta del iceberg, pues al no ser cuantificados son omitidos de los montos de costos totales de las empresas.

Según un estudio realizado por González-Reyes (2015) en el análisis de varios modelos, procedimientos y enfoques metodológicos sobre cómo determinar los costos de la calidad se obtuvo que de un total de 56 metodologías solo en 3 (Climent-Serrano (2003), Sangüesa-Sánchez (2006), Romero-Restrepo y Tamayo-Saldarriaga (2007) se tienen en cuenta los costos intangibles de la calidad (anexo 1), lo que evidencia que a pesar de conocerse la existencia e importancia de los costos intangibles, las organizaciones no logran integrarlos dentro de los sistemas de costos de la calidad y por ende en los sistemas contables tampoco.

Climent-Serrano (2003) establece que un SGCC se debe complementar con indicadores de costos de cada uno de los procesos definiendo la metodología general para tangibles e intangibles. Los intangibles que por lo normal suelen ser indicadores no financieros, se deben de intentar transformar en indicadores financieros. Por su parte Sangüesa-Sánchez (2006) plantea que es importante definir con qué medios cuenta la empresa, tanto materiales como humanos, e incluso especificar mediante

qué metodología se van calcular los costos tangibles e intangibles. Romero-Restrepo (2007) en su propuesta de sistema de costos totales de la calidad señala que se necesitan formas de cálculo de los costos intangibles de la no calidad.

Debe tenerse en cuenta que el principal valor de una empresa está en sus intangibles: valor de una marca, clientes fidelizados, prestigio e imagen de empresa, capacidad de innovación, etc. Es evidente que aunque tales intangibles son esencialmente cualitativos, de ellos depende la viabilidad y desarrollo de la empresa.

La importancia de las variables intangibles se pone de manifiesto a raíz de los trabajos realizados sobre calidad empresarial y los costos que se derivan de su carencia. Se introduce el concepto de intangibles refiriéndose con él a aquellos gastos que son difíciles de identificar, que no tienen un valor contable o cuya valoración se rige por criterios esencialmente subjetivos. Pero esta clasificación, que se efectúa en la medición de los costos de la no calidad, es perfectamente aplicable en el análisis económico.

Es más, no sólo es aplicable, sino más bien no puede entenderse un análisis sobre costos que sólo contemple magnitudes materiales, ya que no sería reflejo de la situación real, donde cuestiones tan subjetivas como la insatisfacción de los trabajadores y/o cliente, un entorno de trabajo no gratificante, el sufrimiento de un trabajador accidentado y de sus familiares o una mala imagen, no pueden ser obviados.

Resulta sencillo definir los costos relacionados con la prevención de no conformidades, con la evaluación de los productos y servicios a medida que éstos son producidos y con los productos defectuosos. Menos fáciles de definir pero igualmente importantes, son los costos intangibles de la calidad. Es muy difícil, sin embargo, asignar un valor monetario a los costos intangibles de la calidad o “costos ocultos de la calidad”, pero se observa un efecto multiplicador entre los costos de la falta de calidad tangibles y los verdaderos costos de las fallas de calidad.

Camisón y Roca (1997, p. 120) indican que los costos intangibles de la calidad suelen ser los costos consecuencia de la pérdida de imagen de la empresa. Por último, Deming (1989) indica que los costos intangibles necesitan ser medidos aunque no sea con medidas financieras, y se deberían de usar prioritariamente en las medidas de calidad. Diferentes autores hacen referencia a los costos intangibles y cómo se pueden calcular. Así, según Camisón y Roca (1997, pp. 120–127) y Amat (1992, p.

72) afirman que para poder calcular los costos intangibles hay que relacionar la mala calidad con la desmotivación de los empleados y posteriormente hay que diseñar un modelo que relacione la desmotivación con el incremento de los costos o la pérdida de ingresos de la empresa.

La definición de costos intangibles de la calidad o que debe ser considerado como tal, es tan diversa y abstracta como su misma estimación. Es por ello que la autora realizó una recopilación de conceptos dados por diferentes autores para determinar qué concepto adoptar. Mediante la técnica de Pareto se determinó que autores relacionan la mayor cantidad de variables y que variables se encuentran en el 80% de los conceptos analizados.

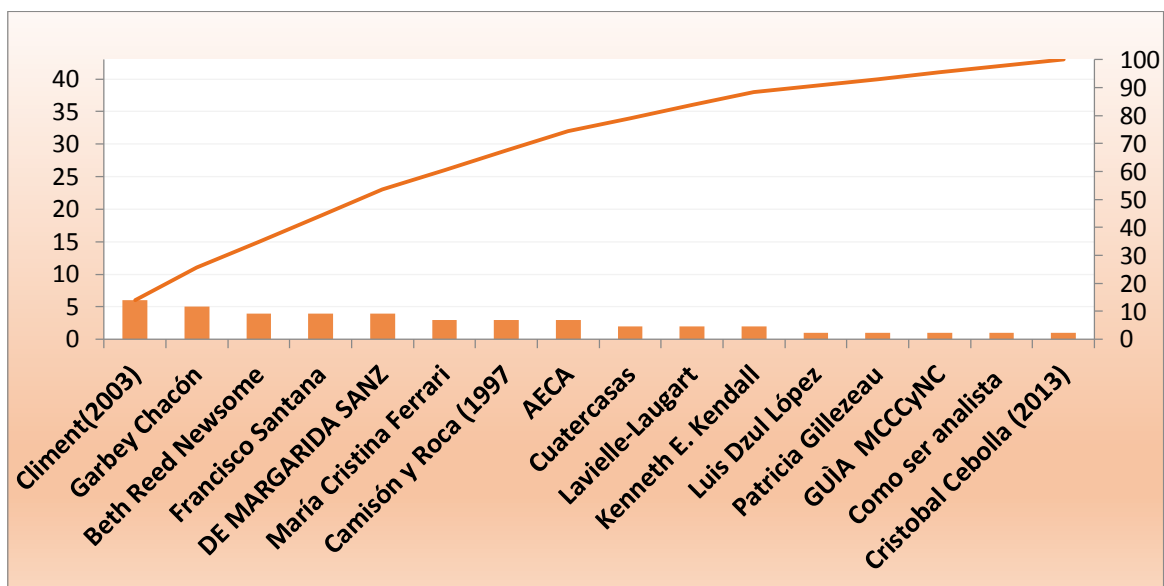


Figura 5: Técnica de Pareto por autores

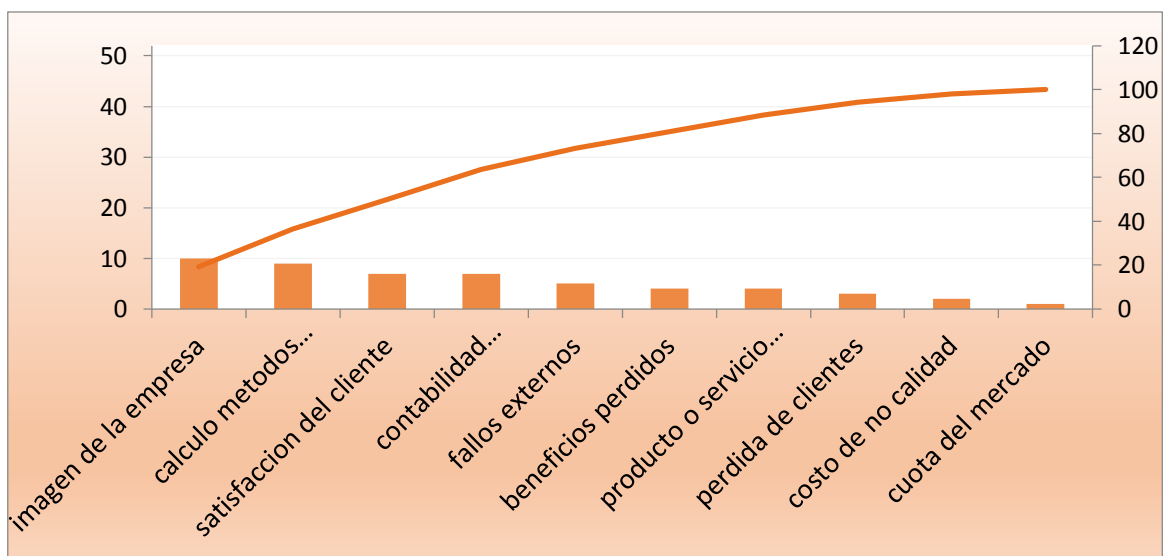


Figura 6: Técnica de Pareto por variables

Del análisis anterior se concluyó que de los autores que se estudiaron los que relacionan la mayor cantidad de variables son Climent Serrano (2003) y Garbey Chacón (2001). De igual manera las variables más representativas a la hora de definir el concepto de costos intangibles de la calidad son las referidas a la imagen de la empresa, la forma de cálculo mediante métodos subjetivos, la satisfacción del cliente, la contabilidad convencional, los fallos externos y los beneficios perdidos. A criterio de la autora también se deben considerar en la definición elementos como: productos o servicios defectuosos, pérdida de clientes, costo de no calidad y pérdida de cuotas en el mercado. Teniendo en cuenta las valoraciones anteriores y siguiendo la línea de investigación, la autora considera como concepto más completo el dado por Climent Serrano (2003) que expresa:

Los costos de la calidad intangibles son los costos que su valoración se realiza por métodos subjetivos con la ayuda de hipótesis alternativas a las utilizadas por el sistema contable convencional y que afectan a aspectos tales como: imagen de la empresa, pérdida de ventas por falta de satisfacción de los clientes, el incremento de las mismas por la buena imagen de la empresa, el ahorro de costos en campañas de marketing, etc. Estos costos no acostumbran a ser registrados, es decir, no aparecen en la contabilidad tradicional.

Como ejemplos de estos costos podemos citar: aumento de los costos financieros por saldos excesivos de cuentas deudoras, el exceso de stocks, la desmotivación del personal. También se pueden considerar los gastos que tiene que realizar la organización en campañas de marketing por una pérdida de imagen de marca por haber tenido algunos lotes defectuosos, o, al revés, el ahorro de costos en publicidad porque los productos tienen muy buena imagen y se trasmite de boca a boca, el orgullo de los trabajadores de pertenecer a una determinada empresa, etc.

La mayoría de los costos intangibles se sitúan en la categoría de costos de fallos externos. No obstante también pueden aparecer cuando la empresa incurre en fallos internos, por ejemplo la desmotivación de los empleados. Los costos intangibles son consecuencia de la pérdida de imagen que supone un producto o servicio defectuoso detectado por el cliente. Esta pérdida de imagen al repercutir en la empresa es difícil de calcular, pero el efecto en muchos casos es inmediato, la pérdida del cliente. Los

costos intangibles son costos que pueden ser solamente calculados como beneficios no ganados debido a clientes perdidos y reducción de ingresos debido a la no conformidad de requisitos.

La mayoría de los investigadores enfatizan cada vez más la importancia de los costos intangibles de la calidad, incluyendo en las definiciones de los costos totales de la calidad una doble orientación empresa-cliente (Jiménez y Nevado, 2000), donde la palabra clave es cliente, por tal motivo, la investigación se orienta más a los externos que a los internos debido a que su impacto es mayor. Los costos intangibles de la calidad se pueden dividir en dos subgrupos, los relacionados con los costos de la insatisfacción del cliente y los costos de la pérdida de imagen, en los dos casos los efectos son similares, disminución de ventas, pérdida de clientes y de cuota de mercado.

- Costos de la insatisfacción del cliente: es cuando un producto no satisface las expectativas del cliente o no es adecuado para el uso, el cliente, puede quedar insatisfecho y reclamar o no volver a comprar, y habitualmente comunica su insatisfacción a otras personas. Esto conlleva a una disminución de las ventas e ingresos perdidos
- Costos de la pérdida de imagen: surgen cuando el cliente ha detectado un fallo o no se han cubierto sus expectativas, pero sus consecuencias se reflejan en una actitud negativa del cliente hacia todos los productos de una empresa o una marca. Los clientes dejan de comprar esa marca, provocando una disminución de las ventas y la posible pérdida de la cuota de mercado frente a sus competidores.

Otra clasificación es la dada por los autores Colunga y Saldierna (1994), que proponen que se clasifiquen los costos de la calidad de acuerdo a la posibilidad de ser cuantificados dentro de un sistema de costos de la calidad, en:

Costos cuantificables: son aquellas erogaciones de las cuales se tienen datos en los sistemas de información disponibles y que se pueden expresar en términos numéricos con o sin necesidad de exhaustivos cálculos de costeo.

Costos no cuantificables: son aquellos egresos de la empresa cuyo monto exacto se desconoce porque son difícilmente cuantificables o porque su poca relevancia no justifica los exhaustivos cálculos de costeo necesarios para conocerlos.

Teniendo en cuenta la importancia que se le atribuye a los costos intangibles algunos autores consideran, que un sistema de costos de la calidad para ser completo debe incluir un método o fórmula aunque sea aproximado para el cálculo de los mismos. Estos costos son una parte muy importante de los costos de la calidad, que la empresa no tendrá en cuenta hasta que aplique una estrategia de calidad y además tenga los mecanismos para poder estimarlos lo más objetivamente posible.

A efectos de esta investigación se profundizará en los costos intangibles de la calidad externos. Esta selección se fundamenta, sobre el peligro que representa la insatisfacción de los clientes, para las organizaciones que luchan por mantener o aumentar sus niveles de competitividad.

1.3 Análisis de enfoques metodológicos para el cálculo de los costos intangibles de la calidad

Conforme las organizaciones avanzan y maduran en el uso e implantación de su SGCC, se proponen incorporar más elementos en el modelo, por ejemplo, incorporar los costos intangibles. Pero, ninguno de los sistemas tradicionales contables tiene previsto recoger y calcular dichos costos (Porter & Rayner, 1992).

Como se ha hecho evidente, la incorporación de los costos intangibles a los SGCC debe ser hoy, prioridad de las empresas que busquen explotar cada oportunidad de mejora continua. La realidad de que los costos ocultos de la calidad superan el monto de los costos tangibles debe aprovecharse por la dirección para fortalecer el funcionamiento de los SGC estratégicamente.

La mayor parte de la literatura que versa sobre la medición de los costos intangibles de la calidad aparece a raíz del trabajo de Kotler (1991), y muy especialmente del trabajo de Albright & Roth (1992), donde se proponen distintos métodos para el cálculo de dichos costos. Desde entonces son varios los autores que han abordado la cuantificación de los costos intangibles desde diferentes perspectivas, entre ellos Collins, 1991; Larrea, 1991; Carr, 1992; Amat, 1992; Medina y González, 1993; AECA, 1995; Robison, 1997; Fuentes, 1998 y Palacios (1999).

De Margarida Sanz (2000) en su trabajo "Los costos de la calidad y su control, especial referencia a los costos de los intangible" realiza el cálculo de los costos financieros motivados por los fallos, el costo de los clientes insatisfechos y el costo de la desmotivación de los empleados como consecuencia de fallos.

En el caso de los costos financieros motivados por fallos, desarrolla una fórmula para su cálculo y propone un modelo que agrupe los costos incurridos por el fallo para determinar el costo total. Para el costo de los clientes insatisfechos plantea que la pérdida de venta que supone un fallo se estima de forma marginal: ingresos que se dejan de percibir por el fallo menos los costos que la empresa tenga adicionalmente por el fallo. Para ello se determina un método para conocer la evolución de la imagen de calidad que ofrece la empresa a sus clientes mediante la aplicación de encuestas a los clientes en las que se comprueba el grado de satisfacción de los mismos con relación a los productos y servicios en la empresa.

Por último, para el costo de la desmotivación de los empleados como consecuencia de fallos, propone diseñar un modelo que relacione la desmotivación con el incremento de costos o la pérdida de ingresos de la empresa, enfatizando en la evolución del ausentismo, con la pérdida de horas de trabajo que genera.

Sellés (2004, pp 741-771) realiza una propuesta de cuantificación de los costos intangibles de la calidad a través de la lógica borrosa. La metodología propuesta se sustenta en un proceso secuencial donde partiendo de las valoraciones efectuadas por un primer grupo de expertos, se obtiene una aproximación a los costos intangibles objeto de análisis a través de números borrosos.

Además de los dos autores citados, no se encontraron en la bibliografía consultada, otros acercamientos metodológicos para la estimación de los costos intangibles de la calidad, por lo que se constató, que si bien muchos especialistas reconocen la importancia de los costos intangibles de la calidad, pocos (Climent-Serrano (2003), Sangüesa-Sánchez (2006), Romero-Restrepo y Tamayo-Saldarriaga (2007) integran su cálculo a los sistemas de costos de la calidad. Es así como surgen las premisas para el desarrollo de metodologías, métodos y procedimientos para la estimación de los costos intangibles de la calidad que pueda adaptarse, tanto a los SGCC como a las plataformas contables.

Esta situación lleva a que las organizaciones evolucionen hacia el modelo de la función de pérdida de calidad de Taguchi, la cual es utilizada habitualmente para proporcionar una indicación de la magnitud de los costos ocultos. Es una estimación de los costos de fallos ocultos (costos de oportunidad por un bajo nivel de calidad, pérdidas ocasionadas por la insatisfacción de los clientes, etc.), los cuales normalmente son ignorados en los estudios tradicionales de costos totales de calidad.

La utilización de este modelo supone un avance en el enfoque del SGC ya que introduce la medición de la insatisfacción de los clientes pudiéndose calcular en términos económicos.

Los métodos Taguchi (1979,1986) son una combinación de ingeniería y estadística que consiguen mejoras rápidas en el costo de la calidad al optimizar el diseño del producto y los procesos de fabricación. Introdujo conceptos revolucionarios que afectaron la forma de medir la calidad y su costo. Para Taguchi, la calidad, antes que por la satisfacción de especificaciones, debe medirse en términos de la así llamada función de pérdida, que establece la pérdida que la sociedad sufre como consecuencia de la mala calidad.

Un producto de calidad es para el cliente aquél que cumple con las expectativas o rendimiento cada vez que lo utiliza, sin fallas y en cualquier condición o circunstancia. Los productos que no cumplen con dichas expectativas causan pérdidas, tanto para los clientes y los productores, como para, eventualmente, el resto de la sociedad. Por esto, para Taguchi, la calidad debe medirse en función de la pérdida que causa: mientras mayor es la pérdida que se produce, menor es la calidad.

Tradicionalmente se ha admitido que las pérdidas de calidad no ocurren dentro de los límites de las especificaciones, pero si fuera de ellos. Por lo tanto, aquellos productos y servicios cuyas características estén dentro de las especificaciones no deberían producir ningún costo externo. La realidad, sin embargo, es diferente. Aquellos productos pueden ocasionar costos de oportunidad asociados con pérdidas de ventas por una mala reputación, insatisfacción de los clientes después de la entrega del producto o prestación del servicio, lo que conduce a la subsiguiente pérdida de cuota de mercado (Albright & Roth, 1992).

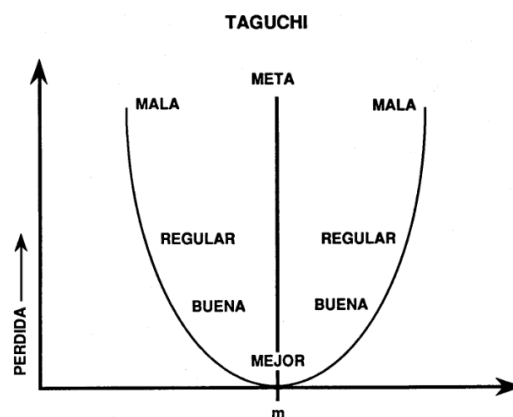
Genichi Taguchi (1979) considera que sin una eficacia económica, que haga competitivo el producto, carece de sentido el hablar de calidad. Esto le lleva a concebir la calidad como "Las pérdidas mínimas para la sociedad" dándole un contenido económico y destruyendo, con ello, la idea tradicional de que conseguir más calidad representa, necesariamente un incremento de los costos.

Según este concepto de calidad, las pérdidas se dan no sólo cuando alguna de las características de calidad de un producto se sale de las especificaciones sino también cuando éste se haya dentro de las mismas. Se rompe así con la visión tradicional de

la calidad de productos o servicios que de forma categórica los califica dicotómicamente en buenos y malos.

Partiendo de esta visión de la calidad, Taguchi formuló una función parabólica, basada en su experiencia en empresas industriales, con unas pérdidas que crecen continuamente alrededor de un punto nominal. Ya que la curva de la función es de naturaleza cuadrática, la pérdida aumenta con el cuadrado de la distancia al valor deseado. En otras palabras, si se duplica la desviación, la pérdida se cuadruplica. Convirtiéndose así en una herramienta de cálculo usada en ingeniería para el control de calidad. Esta herramienta sirve para evaluar de forma numérica la “pérdida de calidad” en un proyecto, producto o servicio, con respecto a su nivel de calidad óptimo. La principal preocupación de Taguchi se centra en la satisfacción del consumidor y en la pérdida de confianza y de reputación que supondría para éste los fallos de calidad ocasionados. Esa pérdida no sólo ocurre cuando un producto está fuera de sus especificaciones, sino también cuando difiere de su valor objetivo, tanto por exceso como por defecto.

Figura 7: Función de pérdida de Taguchi



Fuente: Colectivo de autores

La función de pérdida de Taguchi es:

$$l(y) = k(y - t)^2$$

Donde:

L (y) = Función de pérdida

k = Coeficiente de costo

y = Característica real de calidad

T = Característica deseada de calidad

Para poder usar la ecuación es necesario obtener previamente la constante k:

$$k = \frac{c}{d^2}$$

Donde:

c = La pérdida asociada por unidad de producto en el límite, asumiendo que el objetivo es cero.

d = Distancia desde el valor objetivo al límite especificado.

No obstante, la fórmula anterior es válida para un único producto, para calcular la pérdida de toda la producción, se puede calcular una media obtenida de una muestra de observaciones y posteriormente obtener la pérdida total multiplicando la pérdida media por el total de unidades producidas.

La pérdida media se obtiene:

$$L(y)_{media} = k \left[\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - T)^2}{n} \right]$$

Donde:

n = Número de unidades de la muestra

K, y, T han sido definidas previamente

Alternativamente, una aproximación más práctica sería calcular la media de una muestra de observaciones, si se conoce la media y la desviación típica de la distribución de la característica de calidad a medir, la pérdida promedio se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$L(y)_{media} = k \left[\sigma^2 + (\mu - T)^2 \right]$$

Siendo:

μ = Media del proceso

σ = Desviación típica del proceso

Se suele reconocer que la mayor contribución de la función de pérdida (*Quality Loss Function* QLF) de Taguchi es su impacto en el cambio de la manera de pensar acerca de la calidad y el control estadístico (Dawes, 1987). Mientras que Taguchi enfatiza las pérdidas ocurridas después de que el producto llegue al cliente (fallos externos), el modelo tradicional se centra en los fallos internos (Diallo et al., 1995).

A pesar del general reconocimiento sobre las aportaciones de Taguchi en torno al diseño de productos y procesos, la metodología que utiliza para diseñar la experimentación y analizar los resultados obtenidos, presenta algunos aspectos controvertidos. Las críticas esenciales se formulan en relación con aspectos estadísticos más que con su filosofía de medir la calidad en función de la pérdida que un producto ocasiona a la sociedad y de crear diseños robustos.

Una primera crítica a la metodología se vincula con la complejidad de sus diseños experimentales. En efecto, los enfoques para el diseño de parámetros utilizan diseños ortogonales, muchos de los cuales son experimentos factoriales fraccionales de dos niveles. Otros diseños, sin embargo, son del tipo factorial fraccional de tres niveles (alto-medio-bajo) y tienen estructuras muy complejas. Debido al elevado número de factores en relación con el número de triadas, los tratamientos dados por las diferentes combinaciones de factores no se pueden estudiar en profundidad.

Una segunda crítica apunta a la falta de un mecanismo para tratar con la interacción potencial entre los factores controlables de un proceso. Los diseños que propone no son siempre óptimos, si bien existen otros diseños del mismo tamaño que permiten la estimación del mismo número de factores sin confundir efectos de factores principales con efectos de factores de interacción doble. Una tercera crítica es que la estructura de arreglos internos y externos lleva generalmente a experimentos muy grandes que, con los enfoques tradicionales, podrían realizarse más eficientemente.

También han sido criticados algunos aspectos del análisis de datos propuesto por Taguchi. Sin entrar en detalle en los aspectos técnicos, corresponde destacar que incluso una innovación típica de esta metodología, como lo es el ratio señal-ruido, ha sido criticada por su ineficiencia para detectar los efectos de dispersión, aunque pueda servir para identificar los factores que afectan al promedio de una variable de interés. Ryan (1989) provee una discusión detallada y una revisión de las limitaciones de los métodos de Taguchi incluyendo la selección de las razones Señal-Ruido (S/R), la elección de los arreglos ortogonales, optimización, etc. Él recomienda que un diseño discriminante de algún tipo se aplique con el propósito de eliminar factores que no son importantes. Afirma que para seleccionar factores es mejor usar factoriales fraccionados (en vez de los arreglos ortogonales sugeridos por Taguchi). Para la optimización de todas las medidas de desempeño tales como los cocientes S/N, Ryan

(1989) recomienda el uso de procedimientos de optimización matemáticos como programación no lineal.

A pesar de los inconvenientes señalados, la filosofía de Taguchi ha tenido una fuerte influencia en el uso de la técnica de diseño de experimentos en el ámbito de la teoría de la calidad. Aunque las herramientas o los elementos estadísticos utilizados en la metodología de Taguchi no son óptimos, suponen un gran avance en la mejora de la calidad y en la aplicación de las técnicas de diseño de experimentos en este contexto.

1.4 Tratamiento de los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín

Como consecuencia de toda la problemática existente en el país con la distribución del medicamento y con el objetivo de potenciar esta actividad, se aprobó por acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, la creación por la Resolución No 298 de fecha 29 de junio del año 2001 la Empresa Importadora, Exportadora, Comercializadora y Distribuidora de Medicamentos FARMACUBA, perteneciente al Ministerio de la Industria Básica (MINBAS). El 1ro de enero del año 2006 se produjo el paso de la Empresa FARMACUBA a la Empresa Comercializadora y Distribuidora de Medicamentos (EMCOMED) del grupo empresarial Quimefa.

Esta estructura fue modificada debido a reestructuraciones aprobadas por el gobierno cubano a finales del 2012 como parte de las transformaciones que se impulsan para actualizar el modelo económico cubano. Con la creación de BioCubaFarma en esta fecha, EMCOMED pasa a formar parte de la Organización Superior de Desarrollo Empresarial (OSDE). Actualmente, BioCubaFarma está integrado por 38 grandes empresas que agrupan 21 613 trabajadores y surge de la fusión de las entidades Quimefa y el Polo Científico de la Biotecnología.

La UEBMM de Holguín, perteneciente a EMCOMED, se encuentra ubicada en la Carretera Central Km. 7 ½. Vía Las Tunas, municipio Holguín y está conformada por dos almacenes los cuales se encuentran ubicados, uno en el municipio cabecera y otro en el municipio Mayarí. Tiene como misión prestar servicios de comercialización y distribución de medicamentos, materias primas, reactivos y otros productos de uso médico a todas las instituciones de salud y otros. Contando con un capital humano altamente calificado (282 trabajadores de ellos 102 mujeres, lo que representa el 36%), identificado con los objetivos de la organización y la tecnología adecuada que asegura la calidad del servicio. Aspiran a lograr servicios de excelencia con eficiencia y alta calidad al nivel de los estándares internacionales.

Desde sus inicios la entidad ha merecido una serie de premios y reconocimientos que acreditan positivamente su desempeño, entre los más importantes se encuentran el Premio Provincial de Medio Ambiente en el año 2010 otorgado por el CITMA, el mérito de proeza laboral, la categoría de Héroes del Moncada y ha sido seleccionada como colectivo destacado en varias ocasiones.

En la UEBMM de Holguín fueron aplicadas las bases de perfeccionamiento empresarial a partir del 1ro de julio del año 2004 por acuerdo de Comité Ejecutivo del Consejo de Ministro, a propuesta del grupo gubernamental, pero aún le queda mucho por mejorar con vista a consolidar el perfeccionamiento empresarial. Por otro lado, la UEBMM cuenta con un sistema de gestión integrado (calidad, medio ambiente y seguridad y salud del trabajo) desde el año 2010 y con un aval de GECYT para el sistema de gestión de la calidad desde enero del 2010 sobre la base de la NC ISO 9001:2008.

La UEBMM de Holguín mantiene su autonomía relativa en su gestión económica corriente, con una contabilidad certificada y funciona bajo el principio de autofinanciamiento empresarial. El desempeño en términos económicos de la empresa resulta alentador en correspondencia con los premios y reconocimientos, lo cual se evidencia en los resultados alcanzados en el año 2015 con respecto al 2014, como se muestra la figura 8.

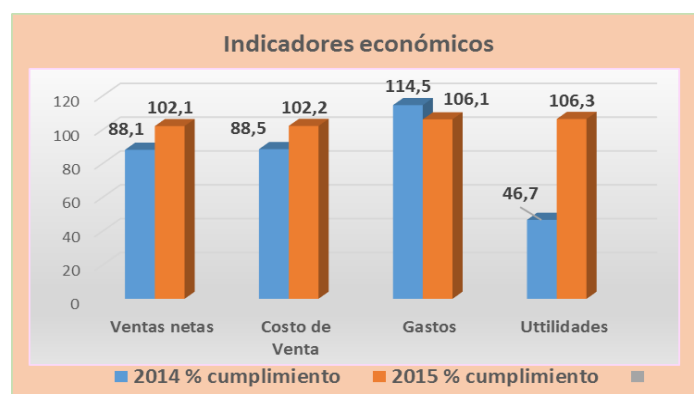


Figura 8: Comportamiento de los indicadores económicos en la UEBMM de Holguín para los años 2014 y 2015

Actualmente la Unidad Empresarial Básica Mayorista de Medicamentos de Holguín implementa un sistema de gestión de costos de la calidad con un enfoque de proceso, de gestión y de mejora continua basado en la propuesta de González Reyes (2015) enriquecida por el uso del *software QualityCostSoft* que fue diseñado utilizando la metodología de desarrollo de *software* Iconix, como Gestor de Bases de Datos

MySQL, lenguaje de programación PHP, con el Framework Codeigniter y como servidor web Apache. Así como un grupo de herramientas para el control de la gestión de los costos de la calidad y el *benchmarking*, integradas por la aproximación dinámica, indicadores para el control de gestión, la evaluación de la eficiencia de la gestión de la calidad y de la madurez de la empresa en términos de costos de la calidad.

El SGCC adopta la clasificación de costos de prevención, evaluación y fallos (PEF)² que constituye el modelo más aceptado. La figura 9 muestra el monto por categorías de costos de la calidad de los últimos tres años.

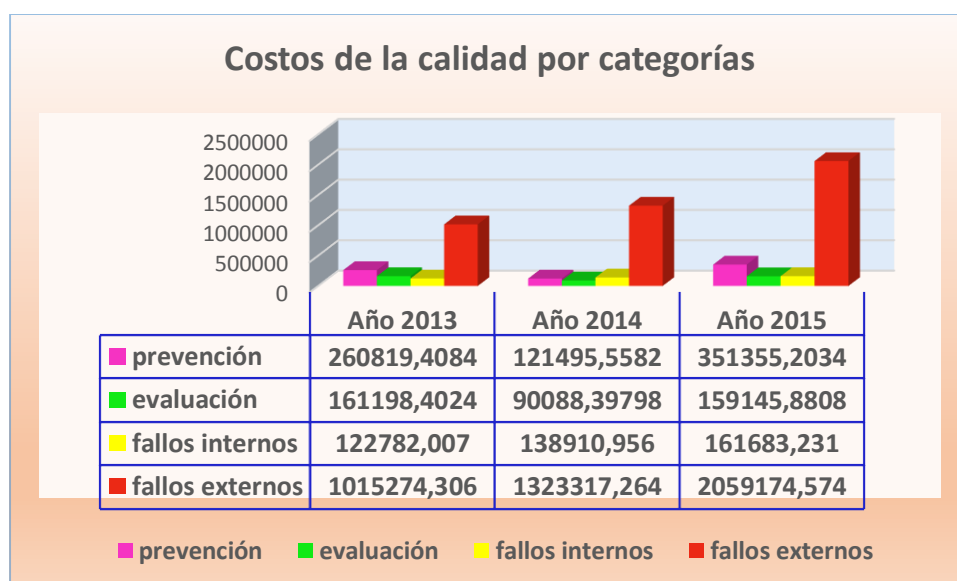


Figura 9: Costos de la calidad correspondientes a los años 2013, 2014 y 2015

La política de la UEBMM tiene como objetivo lograr la satisfacción de sus clientes, mediante la excelencia en los servicios. Para conocer el criterio de los consumidores tiene diseñadas una serie de encuestas que aplica y procesa de forma semestral y emite un informe anualmente donde se analizan los indicadores más afectados y quedan recogidos las principales deficiencias emitidas por los clientes.

A pesar de que la UEBMM de Holguín posee un SGCC que valora y controla los costos asociados a la calidad y potencia la mejora continua se ha detectado que los índices de satisfacción de los clientes son bajo, lo cual no se corresponde con los esfuerzos que realiza la empresa por elevar sus niveles de eficiencia y eficacia. Teniendo en

² Esta categorización fue desarrollada por Feigenbaum (1994) y asume que los costos de prevención son los destinados a las actividades encargadas de asegurar la calidad y los costos de evaluación son aquellos destinados a medir el nivel de la calidad alcanzada. Por otra parte, los costos de fallos son aquellos derivados por la falta de calidad en los productos o servicios, antes de (internos) o después de ser entregados (externos) al cliente

cuenta que el tipo de producto que se comercializa es medicamento las exigencias son mayores, por lo que un índice de satisfacción que promedie un 94% no es favorables. En la siguiente tabla se muestran los índices de satisfacción de los clientes externos para la droguería de Mayarí y Holguín de forma individual y el alcanzado de forma general en los últimos tres años.

Tabla 4: Índice de satisfacción del cliente externo de UEBMM de los últimos tres años

| Droguería | Año 2013 (%) | Año 2014 (%) | Año 2015 (%) |
|-----------|--------------|--------------|--------------|
| Mayarí | 98 | 98 | 98,99 |
| Holguín | 91,91 | 92,18 | 92,61 |
| General | 94,96 | 93,09 | 94,80 |

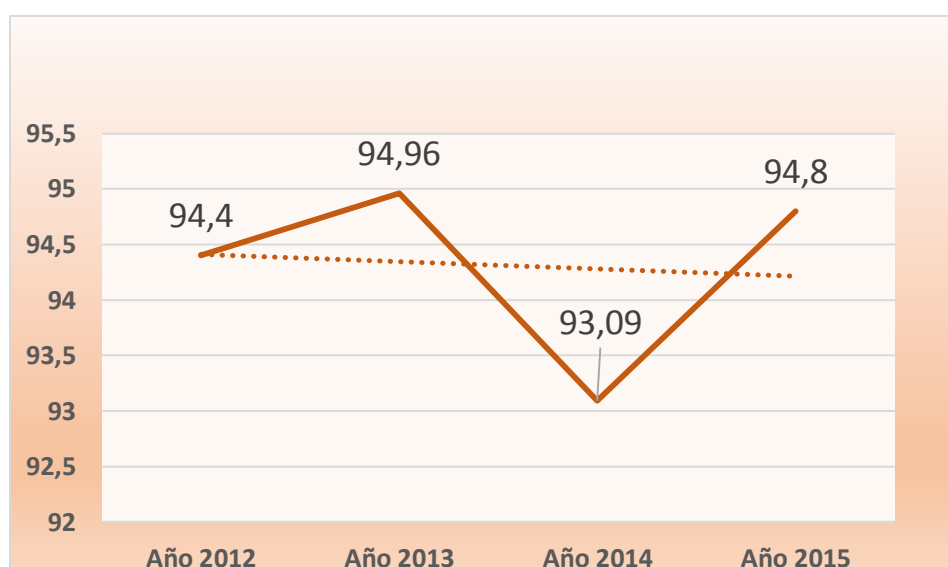


Figura 10: Tendencia en el tiempo del índice de satisfacción del cliente

De forma gráfica se observa que el comportamiento del índice de satisfacción general no supera el 95% en los últimos cuatro años. A pesar de que el 2015 superó al 2014, no denota un salto que pueda ser considerado como mejora o incremento de la satisfacción de los clientes externos. En el contexto actual esta situación debe ser considerada como una alarma que prevé la necesidad de dirigir los esfuerzos, al estudio de como repercuten los niveles de satisfacción de los clientes en la rentabilidad de las organizaciones.

El índice de satisfacción del cliente, expresa el nivel de calidad percibido por el cliente, sin embargo no tiene una traducción económica, lo que convierte la satisfacción del cliente en una variable intangible y más específicamente en un costo intangible de la calidad. Como resultado de esta situación las empresas no pueden aprovechar la percepción del mercado para elevar su eficiencia y eficacia. Por tal motivo, en la UEBMM de Holguín se presenta la necesidad de traducir del lenguaje de la calidad, al

Vacía tu bolsillo en tu mente, y tu mente llenará tu bolsillo

Benjamín Franklin

lenguaje contable mediante la estimación de los costos intangibles de la calidad, enfocado a la satisfacción de los clientes. La determinación de los costos intangibles de la calidad representa el complemento perfecto para los SGCC, a pesar de que sea imposible determinar los valores exactos, las estimaciones que se obtengan constituyen el pilar fundamental para orientar los procesos de mejora continua, subsanar debilidades en los SGC y obtener una herramienta que permita determinar las pérdidas o ganancias exteriores que son, hoy por hoy, una oportunidad ignorada.

CAPITULO II. PROCEDIMIENTO ESPECÍFICO PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS INTANGIBLES DE LA CALIDAD

Como vía de solución al problema científico planteado en esta investigación y a partir del procedimiento general de González-Reyes (2015): Procedimiento para la implementación de un sistema de gestión de costos de la calidad con un enfoque de proceso, la autora diseñó un procedimiento específico (anexo 2) para la estimación de los costos intangibles de la calidad.

2.1 Descripción del procedimiento específico diseñado

Paso 1. Diseño de experimento

Objetivo: realizar una valoración de los elementos involucrados con el propósito de obtener la información necesaria para llevar a cabo el diseño del experimento (DoE). El DoE se encarga de dotar a los ingenieros y otras personas involucradas en el desarrollo del producto y del proceso de los conocimientos suficientes para que puedan mejorar la calidad de los mismos, reduciendo su variabilidad.

El diseño experimental estudia procesos y puede considerarse a un proceso como una caja negra a la cual ingresan diversas variables que interactúan para producir un resultado. Las variables que ingresan al proceso se denominan variables de entrada, y el resultado, variable de salida. El nivel de la variable de salida depende de los niveles que adopten las variables de entrada, y los gerentes y técnicos se benefician al saber qué combinación de variables de entrada produce la variable de salida óptima. Técnicas y herramientas: observación directa, revisión documental, entrevista, encuesta, método Saaty, diagrama causa-efecto, *software* Minitab, métodos de expertos.

Para el desarrollo de este paso se establecen una serie de tareas, estas son:

Tarea 1. Determinar característica de calidad a evaluar

Para determinar la característica de calidad a evaluar la autora propone la utilización del método Saaty. Este método permite obtener, entre una serie de variables la más significativa o influyente en el proceso que se estudia. Su explicación se muestra a continuación.

1. Primeramente se deben compararn los criterios por pareja según la escala de Saaty (Saaty, 1994) (construir matriz de Saaty).

Tabla 5: Escala de evaluación de Saaty

| Tasa | Juicio verbal |
|-------------|------------------------------|
| 9 | Extremadamente más preferido |

| | |
|---|---|
| 8 | De muy poderosamente más a extremadamente más |
| 7 | Muy poderosamente más preferido |
| 6 | De poderosamente más a muy poderosamente más |
| 5 | Poderosamente más preferido |
| 4 | De moderadamente más a poderosamente más |
| 3 | Moderadamente más preferido |
| 2 | De igual a moderadamente más |
| 1 | Igualmente preferido |

Fuente: Saaty (1994)

| | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|-----|----------------------|
| | C₁ | C₂ | ... | C_n |
| C₁ | a _{1,1} | a _{1,2} | ... | a _{1,n} |
| C₂ | a _{2,1} | a _{2,2} | ... | a _{2,n} |
| . | . | . | ... | . |
| . | . | . | ... | . |
| C_n | a _{n,1} | a _{n,2} | ... | a _{n,n} |

$$a_{ii} = 1$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji}$$

Matriz recíproca

- Determinar el vector columna de resultados a normalizar con la programación por meta

$$\text{Mín } Z = p_1 + k_1 + p_2 + k_2 + \dots + p_n + k_n$$

$$W_j^s - a_{j,j+1} \cdot W_{j+1}^s + p_j - k_j = 0, \quad j = 1 \dots (n-1)$$

$$W_1^s + W_2^s + \dots + W_n^s = 1$$

$$W_j^s \geq 0; j = 1 \dots n$$

Donde:

W_j^s : vector de pesos

p: desviación positiva de los pesos

k: desviación negativa de los pesos

- Multiplicar matriz de Saaty por vector de pesos W_j^s

Se obtendrán los valores de k para cada criterio j a partir de la multiplicación de la matriz Saaty por los pesos subjetivos obtenidos.

$$\begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & a_{n,n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} W_1^s \\ W_2^s \\ \cdot \\ W_n^s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \\ \cdot \\ K_n \end{bmatrix}$$

Posteriormente se encontrará el autovalor dominante, por la expresión siguiente:

$$\delta_{\text{máx}} = \frac{\frac{K_1}{W_1^s} + \frac{K_2}{W_2^s} + \dots + \frac{K_n}{W_n^s}}{n}$$

Debiéndose cumplir que $\delta_{m\acute{a}x} \geq n$, en caso de ser iguales existe consistencia total. En caso contrario se determinará el coeficiente de inconsistencia (CI) por la expresión siguiente:

$$CI = \frac{\delta_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$$

Por último se deberá calibrar el CI con el Coeficiente de Inconsistencia Aleatorio (CIA), obteniendo la Razón de Inconsistencia (RI), por la expresión siguiente:

$$RI = \frac{CI}{CIA}$$

Tabla 6: Valores de CIA en función del número de criterios

| n | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|
| CIA | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 |

Fuente: Osorio Gómez y Orejuela Cabrera (2008)

Si $RI < 0,10$ la consistencia es aceptable y se aceptan los pesos calculados. En caso contrario se deberá volver a repetir la acción desde el punto 1.

Tarea 2. Seleccionar variables

Una vez que se define la característica de calidad a evaluar es vital estudiar los procesos que influyen en ella, a fin de conocer a fondo el funcionamiento de los mismos y así poder establecer criterios que se fundamenten sobre las bases del conocimiento. Para ello es necesario primeramente remitirse al mapa de procesos de la organización e identificar qué tipo de procesos se abordarán, para luego proceder al estudio de las fichas de procesos, los procedimientos generales y específicos y toda documentación que aporte información significativa, la interacción con el personal es una estrategia que enriquece la comprensión del funcionamiento de los procesos.

En caso de que la organización objeto de estudio no tenga elaborado el mapa de procesos se debe proseguir con su confección partiendo de la identificación de cada uno de los procesos, interrelaciones y su clasificación en estratégico, clave o de apoyo. Por otra parte si el mapa de procesos se encuentre desactualizado y ya no refleje la verdadera estructura de los procesos se debe reelaborar (González-Reyes, 2015)

Cuando se domina el funcionamiento y las peculiaridades de los procesos, se está en condiciones de identificar las variables que actúan sobre la característica de calidad que se estudia. Para el desarrollo de esta tarea se propone el método Causa-efecto para facilitar la representación de los elementos (causas) que están incidiendo sobre

la variable de calidad en estudio (efecto). El método causa efecto es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones. La naturaleza gráfica del diagrama permite organizar grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas, lo cual aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

Tarea 3. Clasificar las variables y determinar sus niveles

Para llevar a la práctica sus conceptos, Taguchi recomienda métodos que se apartan parcialmente de los usados en el diseño de experimentos clásico; la terminología que utiliza también es algo distinta. En primer lugar, Taguchi divide las variables de un experimento en variables controlables y variables incontrolables, o ruido. Los factores controlables son aquellas variables susceptibles de fijarse a niveles deseados durante el proceso. Los factores de ruido son aquellos que influyen en el proceso pero que al no poderse controlar, por ser muy costoso o difícil, producen variabilidad. En el diseño de experimento un aspecto clave es el introducir los factores de ruido para estudiar la relación que tienen con los factores controlables. Por lo tanto se asume que, aunque incontrolables en el sistema, los factores de ruido pueden controlarse para propósitos experimentales.

En el diseño del experimento, se determinan los niveles o valores de los factores controlables, estos no son más que condiciones, estados o situaciones que se le predeterminan a las variables controlables de forma cuantitativa o cualitativa, tomando siempre valores discretos. Se establecen tantos niveles, como le interese al investigador. Por ejemplo, la temperatura para un proceso químico se puede definir de forma cuantitativa en tres niveles como: nivel 1= 20°C, nivel 2= 25°C y nivel 3= 30°C, y de forma cualitativa en nivel 1= templado y nivel 2= cálido. Para la representación de los niveles se utilizan diferentes simbologías, se utilizan números como en el ejemplo anterior y en el caso de que se definan dos niveles se usan los signos (-) y (+), 0 y 1, 1 y 2, etc; correspondientes a los valores "bajo" y "alto" respectivamente de cada uno de los factores que se analicen.

Tarea 4. Seleccionar tipo de arreglos ortogonales (Interno, externo, cruzado)

Los arreglos ortogonales no son más que arreglos factoriales fraccionados que se utilizan como una herramienta ingenieril que simplifica, y en algunos casos elimina gran parte de los esfuerzos del diseño estadístico. Es una forma de examinar simultáneamente muchos factores a bajo costo.

En la metodología de Taguchi la parte experimental se realiza empleando un diseño ortogonal para los factores controlables, denominado arreglo interno, que es cruzado con otro diseño ortogonal para los factores de ruido, llamado arreglo externo. Los niveles de los factores de ruido en el arreglo externo se colocan por fila y no por columna. Cada fila en el arreglo interno junto con cada columna en el arreglo externo conforman las condiciones de cada uno de los experimentos que se realizan, los resultados se presentan en la matriz producto.

Paso 2. Ejecución del experimento

Objetivo: desarrollar los experimentos para obtener los diferentes valores de la característica de calidad evaluada.

Los experimentos se realizan para cada una de las condiciones de la matriz de factores de ruido (matriz externa) en cada una de las condiciones de los factores de control (matriz interna), formando la matriz producto.

Técnicas y herramientas: observación directa, revisión documental, *software*, *Microsoft Excel*, entrevista, encuesta, tormenta de cerebros en cualquiera de sus variantes, técnicas para lograr consenso.

Tarea1. Correr el experimento según arreglo ortogonal

La ejecución del experimento consiste en extraer la información referente al comportamiento de la característica de calidad evaluada en las diferentes combinaciones de las variables y sus niveles. Para ello se debe llevar a cabo el proceso de medición para obtener los datos resultantes de la experimentación. Las peculiaridades de los procesos, las particularidades de la característica de calidad seleccionada o si se trata de la elaboración de un producto o prestación de servicio, influye directamente en la técnica que se debe utilizar para el experimento. En el caso de prestación de servicios, se recomienda llevar a cabo la experimentación mediante la observación directa, debido a la simultaneidad con que se desarrolla.

Tarea 2. Procesar los datos de las observaciones

Para el procesamiento de los datos del experimento se recomienda la construcción de una plataforma en *Microsoft Excel* que permita ingresar, modificar, agrupar y mostrar los datos, mediante el uso de tablas y gráficos. Cuando es necesario presentar datos las ayudas gráficas pueden facilitar la comunicación de la información a su audiencia en una forma más rápida. Además de hacer el informe más fácil de leer y de entender, las ayudas gráficas mejoran la apariencia física. El gráfico tiene la ventaja de que

permite apreciar más rápidamente el comportamiento de los datos: una gráfica bien realizada puede ser más informativa que un conjunto de números.

Tarea 3. Llenar matriz producto

Una vez que se corre el experimento y se procesan los datos, la información resultante se lleva a la matriz producto y se ubica, según los arreglos ortogonales que se emplean, internamente y externamente, obteniendo como resultado del producto cruzado de estas dos disposiciones las respuestas correspondientes al número de experimento que se realizaron.

Paso 3. Análisis estadístico de los resultados del experimento

Objetivo: realizar el análisis estadístico de los resultados del proceso de experimentación.

La utilización de análisis estadísticos con aplicaciones a problemas industriales tiene como principal ventaja el estudio de diferentes variables simultáneamente. Además, son empíricos y no requieren la definición de modelos matemáticos. En lugar de eso, con procedimientos definidos se agiliza la determinación de soluciones e interpretación de datos.

Técnicas y herramientas: *Software Minitab, software Statgraphics Plus 5.1, software SPSS.*

Tarea 1. Análisis de la razón señal-ruido

Se recomienda analizar la variación usando una relación apropiada señal/ruido que depende de las respuestas y , eligiendo la combinación de parámetros que maximicen este cociente, tomando los factores de control que mayor “efecto” tienen cuando Z es la respuesta experimental, para controlar el ruido de las variables no controlables. Se eligen los factores de mayor efecto en esta respuesta, que no hayan sido usados para controlar el ruido, para lograr el objetivo deseado. La determinación de los efectos es efectuada utilizando gráficas de medias e interacciones simples.

Las relaciones S/R son derivadas de la función de pérdida cuadrática y tres de ellas son consideradas “estándar” de acuerdo a tres posibles objetivos.

Nominal es mejor $(S/N)_n = -10 \log \left(\frac{\bar{y}^2}{s^2} \right)$

Mayor es mejor $(S/N)_L = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum \frac{1}{y^2} \right)$

Menor es mejor $(S/N)_n = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum y^2 \right)$

Tarea 2. Análisis de varianza

El análisis de varianza como técnica estadística, permite el estudio de las características medidas u observadas, cuyos valores dependen de varias clases de efectos que operan simultáneamente y mediante este análisis poder decidir si tales efectos provocan o no diferencias. Se basa en el procesamiento de la información obtenida de la observación repetida del hecho que se investiga. Más concretamente, se fundamenta en el procesamiento de conjuntos de datos numéricos, estos últimos considerados como la expresión cuantitativa de las características de interés que se midan u observan en el fenómeno. Como es costumbre, estas características son consideradas aleatorias.

El modelo matemático de análisis de varianza (ANOVA) se basa en descomponer la diferencia observada entre un elemento y la media global en dos partes: el efecto de grupo que es explicado por la variable independiente, y dentro del grupo, todas las demás causas que pueden ser efectos de otras variables no controladas por el modelo.

Paso 4. Cálculo y modelación de la función de pérdida

Objetivo: obtener la función de pérdida específica que permita calcular las pérdidas sociales derivadas de la disminución de la calidad producto a la variabilidad de la característica de calidad evaluada.

La función de pérdida o de costo social establece una medida financiera del descontento del cliente con la actuación de un producto o servicio cuando se desvía de un valor designado como meta. De igual forma, refleja las pérdidas de la organización asociadas a la mala calidad y en el más amplio contexto las pérdidas de la sociedad. La calidad ha sido medida usualmente mediante comparación de características críticas con especificaciones. Las especificaciones son importantes, sin embargo, en la actualidad hay un interés creciente por el desarrollo de técnicas que permitan el control de características del proceso que determinan la calidad final. El objetivo es reducir la variabilidad del proceso y conseguir que las características de la calidad se encuentren lo más cercanas posibles a los valores deseados.

Técnicas y herramientas: *Microsoft Excel*, modelación, tormenta de cerebros en cualquiera de sus variantes, técnicas para lograr consenso.

Tarea 1. Determinación de la ecuación de Taguchi a utilizar

En dependencia del comportamiento que se desee obtener de la característica de calidad, se realiza la selección de una de las ecuaciones propuestas por Taguchi. Se

establecen tres casos cuando se desea maximizar, minimizar o establecer un valor específico para la característica de calidad.

$L(y) = k(y - t)^2$ Cuando lo mejor es el valor nominal t .

$L(y) = Ky^2$ Cuando lo mejor es el valor más pequeño.

$L(y) = \frac{K}{y^2}$ Cuando lo mejor es conseguir el valor más alto.

En estas funciones la variable “ y ” representa la característica de calidad medida, “ t ” es el valor nominal que se pretende alcanzar y “ k ” es una constante que se puede determinar si se conoce el costo de la función en un valor y_0 . La expresión $L(y)$ indica que no se incurre en pérdida cuando se tiene el valor nominal y que a medida que se distancia del valor la pérdida se incrementa. Para la situación, cuanto menos mejor, el objetivo consiste en tener un valor de t de cero, ocurre lo contrario cuando el objetivo es cuanto más grande mejor.

Tarea 2. Estimación de la constante k

El principal objetivo de la constante dentro de la función de pérdida es lograr expresar las desviaciones de la calidad en términos económicos. Es una constante específica para cada caso que se trate. En dependencia del valor que se establezca es el resultado que se obtiene.

$$k = \frac{c}{d^2}$$

Donde:

c = La pérdida asociada por unidad de producto en el límite, asumiendo que el objetivo es cero.

d = Distancia desde el valor objetivo al límite especificado.

Tarea 3. Cálculo de los valores de pérdida según experimento

Una vez que se conoce que ecuación utilizar y se estima la constante k , se obtiene la función de pérdida para la característica de calidad que se evalúa. Con la función de pérdida y con los resultados de la experimentación se está en condiciones de calcular las pérdidas para cada combinación de factores y variables, solo resta sustituir en la fórmula y obtener los valores resultantes.

Tarea 4. Graficar la función de pérdida

Para graficar la función de pérdida se recomienda el método de ajuste de curva el cual consiste en encontrar aquella función que se aproxime lo mejor posible a los datos, lo que significa hacer mínima la desviación cuadrática. Cuando el modelo a ajustar no

es lineal, como en este caso, el problema se puede resolver aproximadamente a veces linealizando el modelo, o bien resolviendo el sistema no lineal de ecuaciones que surge de igualar a cero las derivadas parciales de la desviación cuadrática, o bien resolviendo numéricamente el problema de minimizar la desviación cuadrática.

Paso 5. Estimación de los costos intangibles de la empresa

Objetivo: determinar aproximadamente el monto económico por concepto de costos intangibles de la calidad para la característica evaluada.

Los costos intangibles de la calidad no suelen ser un factor que la empresa tenga en cuenta, sin embargo, son imprescindibles, ya que afectan directamente al cliente. Estos costos, también denominados costos implícitos, son los que se calculan con criterios subjetivos y que no son registrados en los sistemas de contabilidad de las empresas. El cálculo de los costos intangibles, a pesar de sus limitaciones, puede contribuir a reducir la mala calidad. Por otra parte, la dimensión monetaria resalta la importancia de los fallos.

Técnicas y herramientas: observación directa, *Microsoft Excel*

Tarea 1. Determinar valor real de la característica de calidad para el periodo

Luego del proceso de experimentación y el análisis que se deriva de los resultados, se procede a determinar el valor de la característica de calidad en estudio en condiciones reales. Para ello es necesario inicialmente establecer el periodo en que se desea estimar. Se recomienda que una vez se realice el cálculo inicial se mantenga constante el mismo periodo para posteriores evaluaciones. Una segunda recomendación, está orientada hacia aquellas organizaciones que implementan sistemas de gestión de costos de la calidad, consiste en hacer coincidir la estimación de los costos intangibles de la calidad con el cálculo y evaluación del resto de los costos de calidad.

Tarea 2. Calcular los costos intangibles de la calidad

Como última tarea del procedimiento se encuentra el cálculo de los costos intangibles de la calidad en la empresa. La ejecución de los pasos y tareas anteriores facilitan las herramientas y la información necesaria para lograr una estimación confiable y fundamentada. Conociendo el valor real de la característica de calidad evaluada y la función de pérdida específica para el proceso, es cuestión de sustituir valores y calcular.

2.2 Validación prospectiva del procedimiento propuesto

Sobre la base de la propuesta de Vega de la Cruz (2015) se validó el procedimiento diseñado utilizando Redes de Petri (DdP) (Petri, 1992). Una red de Petri es un grafo orientado con dos tipos de nodos: lugares representados mediante circunferencias y transiciones representadas por segmentos rectos. Los lugares y las transiciones se unen mediante arcos o flechas. La figura 11 muestra la Red de Petri para el procedimiento diseñado. La tabla 7 explica la leyenda de la RdP de la referida figura. Con el objetivo de facilitar el análisis de la RdP se aplicaron las reglas de reducción: fusión de lugares y transiciones en serie y en paralelos (Murillo Soto, 2008) para reducir la RdP. Los lugares P_1 - P_7 se unen en P_1 , P_8 en P_2 , P_9 - P_{14} en P_3 , P_{15} en P_4 y por ultimo P_{16} en P_5 , cambiando respectivamente la denominación de sus transiciones. A partir de esta reducción se obtuvo la red que se muestra en la figura 12.

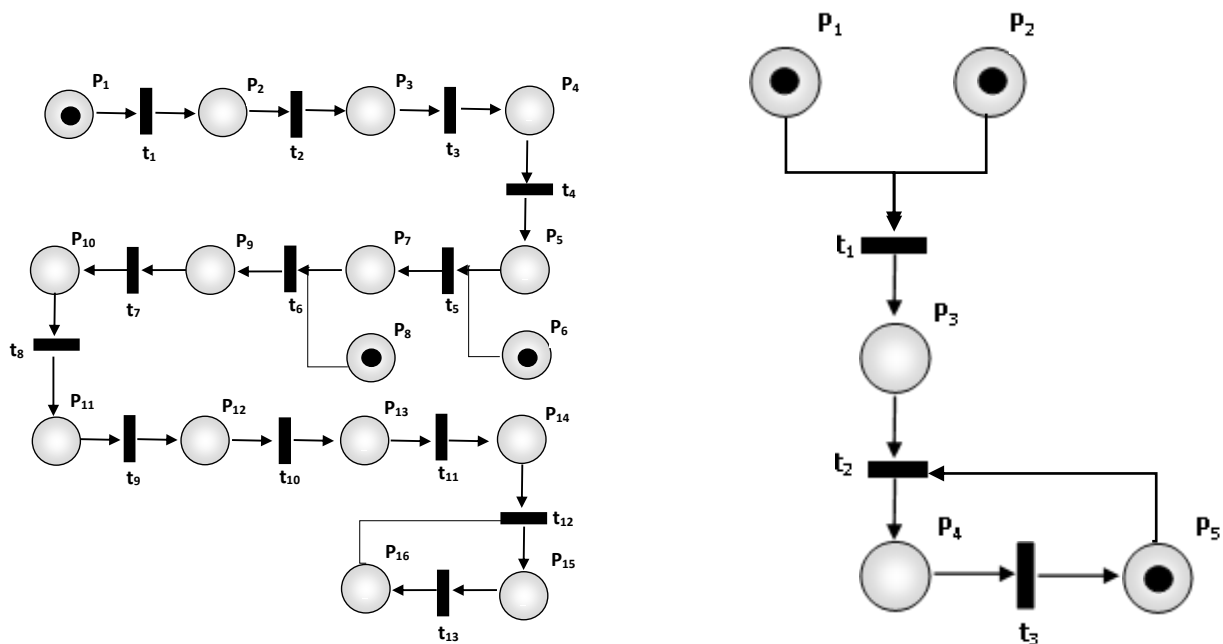


Figura 11: Traducción del modelo seleccionado en la RdP **Figura 12:** RdP reducida

Tabla 7: Leyenda de la figura 10

| Lugares | Transiciones |
|---|---|
| P_1 : Listado de características de calidad | t_1 : determinar característica de calidad |
| P_2 : Característica de calidad a evaluar | t_2 : seleccionar variable |
| P_3 : Variables influyentes en la característica de calidad | t_3 : Clasificar variables y establecer niveles |
| P_4 : Niveles de las variables seleccionadas | t_4 : seleccionar arreglo ortogonal |
| P_5 : Arreglo ortogonal | t_5 : correr el experimento |
| P_6 : información de la organización | t_6 : procesamiento de los datos |
| P_7 : Datos del experimento | t_7 : llenar la matriz producto |
| P_8 : Materiales informáticos | t_8 : análisis de la relación S/R |

| | |
|--|---|
| P ₉ : Datos procesados | t ₉ : análisis de varianza |
| P ₁₀ : Matriz producto | t ₁₀ : determinar ecuación de Taguchi |
| P ₁₁ : Combinación óptima | t ₁₁ : calcular las pérdidas |
| P ₁₂ : Influencia y capacidad del proceso | t ₁₂ : determinar valor real de la característica de calidad |
| P ₁₃ : Ecuación de Taguchi | t ₁₃ : calcular costos intangibles de la calidad |
| P ₁₄ : Pérdidas de costos de calidad | |
| P ₁₅ : Valor real de la característica | |
| P ₁₆ : Costos intangibles de la calidad | |

A partir de la RdP simplificada obtenida en la figura 11 se procedió a determinar las ecuaciones de estado a través de la matriz de incidencia (figura 13)

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{Mn} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & M_3 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{U} = \begin{matrix} U_1 & U_2 & U_3 \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Figura 13: Matriz de incidencia (A), matriz de disparo (U), ecuación de estados (M)

Para validar el modelo que se está estudiando se examinó el cumplimiento de algunas de sus propiedades, como por ejemplo:

Alcanzabilidad: principal propiedad dinámica y consiste en que cada disparo de una transición habilitada modifica la distribución de los marcados dentro de la red, de acuerdo con las reglas de disparo.

Limitable o acotada: se dice que la RdP está k- limitada si para todo marcado alcanzable se tiene que ningún lugar tiene un número de marcas mayor que k.

Vivacidad: se dice viva si para un marcado inicial existe una secuencia de franqueos para la cual se puede franquear esa transición. Si todas las transiciones de una red son vivas, la RdP se llama viva y así la red nunca se bloquea.

Cobertura: un marcado M dentro de una RdP (N, M₀) en un conjunto de marcados cubiertos o contenido, si existe un marcado M' dentro de R (N, M₀) tal que M'(p) ≥ M(p) para cada lugar p dentro de la red.

Persistencia: es persistente si para cualquiera de dos transiciones habilitadas, el disparo de una transición no deshabilitará a la otra transición.

Controlabilidad: se dice que es completamente controlable si cualquier marcado es alcanzable desde cualquier otro marcado.

Luego de comprobar el cumplimiento de las propiedades se determinó el Kval del modelo, obteniéndose el resultado siguiente:

$$K_{val} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{p_i} C_j}{n} = 4,16$$

Vacía tu bolsillo en tu mente, y tu mente llenará tu bolsillo

Benjamín Franklin

Se comprobó que el modelo logra su objetivo de forma segura ya que garantiza que nunca entrará en un estado no válido, aunque presenta como error que no es controlable pues el rango de la matriz de incidencia es de tres, diferente al número de lugares que es cinco, por lo que no es completamente controlable. Se comprobó que el modelo supone una aproximación adecuada de la realidad para los objetivos particulares del modelo. Lo anterior quedó demostrado con la obtención del coeficiente de validación con una magnitud de 4.16, corroborándose que el modelo es válido.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN PARCIAL DEL PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS INTANGIBLES DE LA CALIDAD EN LA UEBMM DE HOLGUÍN

Con el objetivo de comprobar la viabilidad en la práctica y la veracidad de los resultados, se procedió a la aplicación parcial del procedimiento específico diseñado para la estimación de los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín. A continuación se muestran los principales resultados obtenidos.

Paso 1. Diseño de Experimento

Tarea 1. Determinar característica de calidad a evaluar

Para la selección de la característica de calidad a evaluar, se analizaron las variables que influyen directamente en la percepción de la calidad por parte de los clientes, teniendo en cuenta que la aplicación del presente procedimiento persigue como objetivo la estimación de los costos intangibles de la calidad, vinculados a la satisfacción de los clientes. Para ello se analizó la encuesta que aplica la empresa a sus clientes y se seleccionó un total de seis variables: rapidez en el servicio, calidad de los medicamentos recibidos, satisfacción en cuanto a correspondencia de oferta y demanda, solución de quejas y reclamaciones, tiempo de tramitación de quejas y recogida de embalaje.

Para determinar la variable más influyente en el índice de satisfacción se empleó el método de Saaty. Se seleccionaron cinco expertos: director, especialista principal de transportación, especialista principal de operaciones, especialista principal en gestión comercial y un representante de atención al cliente. Se le entregó a cada experto una tabla con las variables y se les explicó cómo llenarla según su criterio, utilizando la escala de Saaty. De las cinco tablas obtenidas, se aplicó el criterio de la moda para establecer los valores de las variables y obtener una única matriz. A cada fila de la matriz se le calculó la media geométrica, el peso y el valor K. Con los valores del peso y de K se determinó el autovalor dominante, que resultó igual a 6.259, como $6.259 > 6$, se determinó el CI y el CIA para obtener la RI. Como $0,042 < 0,10$ la consistencia es aceptable y se asumen los pesos calculados. La tabla muestra la matriz general con los resultados fundamentales.

Tabla 8: Matriz general del método de Saaty

| Variab les | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 | Media Geométrica | Pesos | K |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------|--------------|----------|
| V1 | 1.000 | 3.000 | 3.000 | 5.000 | 7.000 | 9.000 | 3.762 | 0.424 | 2.688 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
| V2 | 0.333 | 1.000 | 1.000 | 3.000 | 5.000 | 7.000 | 1.809 | 0.204 | 1.253 |
| V3 | 0.333 | 1.000 | 1.000 | 3.000 | 5.000 | 7.000 | 1.809 | 0.204 | 1.253 |
| V4 | 0.200 | 0.333 | 0.333 | 1.000 | 3.000 | 5.000 | 0.833 | 0.094 | 0.589 |
| V5 | 0.143 | 0.200 | 0.200 | 0.333 | 1.000 | 3.000 | 0.423 | 0.048 | 0.300 |
| V6 | 0.111 | 0.143 | 0.143 | 0.200 | 0.333 | 1.000 | 0.231 | 0.026 | 0.166 |
| Autovalor dominante | | | | | 6.259 | Coefficiente de Inconsistencia Aleatorio | | | 1.240 |
| Coefficiente de Inconsistencia | | | | | 0.052 | Razón de Inconsistencia | | | 0.042 |

Leyenda

- V1. Rapidez en el servicio
- V2. Calidad de los medicamentos recibidos
- V3. Correspondencia de oferta y demanda
- V4. Solución de quejas y reclamaciones
- V5. Tiempo de tramitación de quejas
- V6. Recogida de embalaje

A partir del análisis de los pesos se concluye que la característica de calidad que tiene mayor importancia para la satisfacción del cliente es la rapidez en el servicio con un peso de 0,424.

Tarea 2. Seleccionar variables

Para la selección de las variables que inciden sobre la característica de calidad que se evalúa, se tomó como punto de partida el estudio de los procesos clave identificados en el mapa de procesos de la entidad (anexo 3) recogido en su manual de calidad, el cual forma parte de la documentación de su SGC. Como base documental para completar el estudio fueron examinadas en detalle las fichas, procedimientos y registros de cada uno de los procesos. A continuación se muestra la descripción de los procesos clave.

Gestión de operaciones: el objetivo de este proceso es lograr la realización de las operaciones con calidad, en función de la distribución y comercialización de los medicamentos, basado en las buenas prácticas de distribución, el responsable del mismo es el Jefe de Almacén, el cual debe velar por el cumplimiento de este objetivo. Cuando los productos arriban a los almacenes, son llevados al área de recepción, donde se le realiza una inspección de entrada a través de un muestreo y conteo detallado del 100% de la mercancía en un término que no exceda las 72 horas. Posteriormente se procede a dar entrada al inventario a los lotes de medicamentos que cumplan con los requisitos de inspección y luego son trasladados hacia el área de almacenamiento, clasificados y ordenados según formas farmacéuticas: tabletas,

polvos, productos químicos, reactivos químicos, clínicos, dentales, productos de frío, líquidos, cremas, bulbos, ámpulas y material gastable. En esta área se elabora el despacho global con la orden emitida por el área de ventas, la cual fue procesada acorde al pedido realizado por el cliente y evaluado por los distribuidores de la unidad de acuerdo a los máximos y mínimos disponibles en cada institución. Luego se realiza la entrega de los productos en el área de fraccionamiento y se ejecuta el despacho y embalaje de los bultos por unidad de destino, estos son preparados para expedición de acuerdo al circuito aprobado para la distribución de medicamentos y luego se produce la transportación hacia los sitios de expendio.

La distribución de los mismos se realiza a través de los representantes de la UEBMM de Holguín, existiendo una retroalimentación constante y sistemática con los clientes a través del encargado de la atención al cliente y el área de comercial que gestionan las inquietudes y quejas formuladas por estos. Una vez que exista una inconformidad se realiza una reclamación secundaria y se presentan las notificaciones de las quejas, donde se reciben y se clasifican, pudiendo tener dos posibles soluciones; la primera es darle un tratamiento y resolución de la devolución y devolvérsela al proveedor y comenzar el proceso desde el principio, y la otra es darle un tratamiento y resolución de la reclamación y una vez aceptada, economía realiza un ajuste de factura, en ambos casos, cuando no son aprobadas se le informa al cliente.

La eficacia del proceso de gestión de operaciones se obtiene a partir del cálculo de indicadores establecidos en la ficha, como son “la velocidad de reparto”, “tiempo de carga de los productos”, “porcentaje de recuperación de embalajes”, “chequeo de los productos”, “coeficiente de mortalidad” y “accidentalidad”. La medición de la eficacia del proceso se efectuará en la revisión por la dirección con una frecuencia anual. Este proceso es regulado por varios documentos, entre ellos se encuentran: la NC ISO 9001: 2008 “Sistema de gestión de la calidad. Requisitos”, la Resolución No. 153/07 “Categorización de los almacenes”, el procedimiento para confeccionar los expedientes logísticos de almacenes, la Regulación 11/2006 “Directrices sobre Buenas Prácticas de Distribución de productos” y la Resolución 59/04 “Reglamento para la logística de almacenes”.

Gestión de negociaciones: el objetivo de este proceso es garantizar la negociación con clientes y proveedores en función de la distribución y comercialización de los medicamentos, basado en las buenas prácticas de distribución, el responsable del

mismo es el Especialista Principal en Gestión Comercial, el cual debe velar por el cumplimiento de este objetivo.

El proceso de gestión de negociaciones está conformado por tres departamentos, Venta, Puesto de Mando y Comercial. Este proceso comienza cuando la empresa realiza un plan para el año y lo envía para la industria en la Habana, este puede ser aprobado o no, entonces el plan que sea aprobado, es abastecido por los diferentes proveedores según su política de cobertura. Una vez abastecidos estos suministros se concilian para saber la disponibilidad que tiene la empresa, ya que esta información es necesaria una vez que el cliente haya solicitado a la empresa realizar un contrato. Ya aprobado el contrato se realiza la recepción del pedido y se procesan según prioridad. Luego se realiza la venta a través de pre despachos, facturas o por pedidos históricos de consumo. Encontrándose delante de un cliente satisfecho se efectúa la gestión de cobro por los expedientes, factura de cobro o submayor, y por el modelo de conciliación se concilia la deuda y se realiza el despacho a economía.

Este proceso es regulado por varios documentos, entre ellos se encuentran, la Reservas Materiales, la “Resolución 62/2006 de Finanzas y Precio”, el Centro para el desarrollo de la fármaco epidemiología, el cuadro básico de medicamentos, la asignación y control de recursos presupuestarios a las entidades económicas para la creación acumulación y completamiento de las reservas materiales “Resolución 108/2006”, la Ley 75 de la defensa Nacional Capítulo 16, 178/92, “Reglamento para las obligaciones y contravenciones de la reserva material”, entre otros. La eficacia del proceso se obtiene a partir del cálculo de indicadores establecidos en la ficha de proceso, como son “la calidad en el procesamiento de pedidos”, “porcentaje de error en factura (devolución)”, “demanda no cubierta”, “adecuación de la fecha comprometida de entrega de los pedidos urgentes”, “cumplimiento del ciclo de distribución”, “ciclo de cobro”, “vencimiento”. La medición de la eficacia del proceso se efectuará en la revisión por la dirección con una frecuencia anual.

Transportación: El proceso de transportación cuenta con dos áreas funcionales, transporte y GPS, las cuales tienen dentro de su funcionalidad cumplir con el objetivo de garantizar un servicio de transporte seguro, cumpliendo al 100% con las reglas y normas de seguridad y salud de las operaciones constructivas y el mantenimiento del transporte automotor con el propósito de la no ocurrencia de accidentes de trabajo.

Para garantizar que se cumplan los objetivos a alcanzar este proceso cuenta con un personal calificado dentro del cual se encuentra el especialista “B” del transporte automotor, quien desempeña la función de jefe y responsable de equipo, un técnico A de transporte automotor, un técnico de control de flota, un distribuidor mayorista de productos farmacéuticos, un técnico B en explotación del transporte y un mecánico B de equipos automotores.

Este personal para lograr el cumplimiento de su tarea se apoya en un conjunto de documentos y registros dentro del que se puede encontrar el FP-03, la Ley 60 Código/1987 Vialidad y tránsito, Normas ISO 9001:2008 “Sistema de Gestión de la Calidad”, el PO-45 Procedimiento de funcionamiento, uso, explotación, y mantenimiento de equipos involucrados en el proceso de distribución y el PO-48 Procedimiento Interno del Sistema de Gestión y Control de Flota, PO-41 Procedimiento de Programa de limpieza e Higienización.

En el proceso se realiza el análisis de la eficacia trimestralmente mediante el análisis de los indicadores del proceso, para los cuales se definen, frecuencia de medición y criterio de medida, cada indicador es ponderado teniendo en cuenta su importancia.

Este proceso planifica los mantenimientos de todos los equipos de transporte, en caso de que estos tengan algún tipo de rotura eventual son llevados al punto de mantenimiento donde se realizan las reparaciones pertinentes y donde se debe llenar un registro con el tipo de reparación que se le realizó al equipo, si el equipo es reparado será declarado listo para la explotación, en caso contrario se llenará un registro con las no conformidades de los servicios recibidos. En caso que al equipo se le deba hacer algún tipo de reparación o mantenimiento planificado estos deben llenar su hoja de ruta y dejar registrado el control de mantenimiento antes de ir donde se realizarán las reparaciones.

Mediante el estudio de los procesos se determinaron una serie de variables que afectan la rapidez en el servicio como característica de calidad evaluada. Para su mejor comprensión se utilizó el diagrama causa efecto (anexo 4). Las espinas principales se definieron como los tres procesos clave haciendo incidir en cada una de ellas las subcausas correspondientes. En el proceso de negociaciones se incluyen: errores de distribución y errores de conversión en presentación. Dentro del proceso de operaciones se tiene como única causa los errores del personal. Por último en el proceso de transportación se definieron: el horario de carga, los desperfectos técnicos,

las zonas de distribución complejas, el proceso burocrático y la cantidad de medicamento a distribuir.

Errores de distribución: se refiere a los errores que en ocasiones provoca el sistema Mistral al cambiar o confundir las cantidades demandadas por los clientes.

Errores de conversión en presentación: los errores de conversión en presentación se dan cuando un mismo producto, en este caso medicamentos, cambia su presentación en cantidad o en la dosis, por ejemplo un frasco de dipirona que normalmente trae 30 tabletas, cambie su presentación a 20 tabletas el frasco, de no ser tenido en cuenta este cambio el cliente se verá afectado por concepto de faltante.

Errores del personal: dentro del proceso de operaciones los errores están sujetos al personal. Como se explicó en la descripción del proceso los productos arriban al área de recepción para luego ser distribuidos según sus requerimientos de almacenamiento, luego se fraccionan para por último ser expedidos hacia su destino. Durante todo el proceso el movimiento hacia cada área se realiza mediante facturas que maneja el personal correspondiente por lo que se pueden dar equivocaciones en el control y lectura de las facturas.

El horario de carga: está establecido que a las 8:00 am en el área de expedición estén listos los bultos a transportar, en ocasiones por problemas de prioridad o por tareas de urgencias esto no sucede, por lo que el horario de carga se alarga al tener que esperar que el área de expedición prepare los medicamentos a transportar.

Los desperfectos técnicos: los equipos de transporte están sujetos a desperfectos técnicos impredecibles, en algunos casos estos tienen relativamente solución inmediata pero en otros casos no. En el primer caso constituye una demora y en el segundo caso provoca la insuficiencia de vehículos.

Las zonas de distribución complejas: las distancias y la accesibilidad son fundamental en la rapidez o no con que se realiza el servicio de distribución. A mayor distancia y mayor nivel inaccesibilidad, mayor es el tiempo invertido en la transportación.

El proceso burocrático: una vez que el vehículo está cargado, el distribuidor necesita de una guía para la distribución. La rapidez de este proceso depende de la velocidad del sistema Mistral y del número de unidades en la ruta a la que se le realiza la guía.

La cantidad de medicamento a distribuir: en dependencia de la cantidad de medicamentos a distribuir en la ruta es la asignación del vehículo. A mayor cantidad

de medicamentos se le asigna un vehículo de mayor capacidad y por tanto más grande y más lento.

Para determinar de las variables analizadas cuáles son las que inciden de forma más significativa en la rapidez en el servicio, se utilizó el método de Kendall (anexo 5). Se seleccionó un total de siete expertos: el director, el especialista principal del proceso de negociación, el especialista principal del proceso de operaciones, el especialista principal del proceso de transportación, un representante del área de ventas, un distribuidor y un chofer de experiencia.

Se le solicitó a cada experto su criterio acerca del ordenamiento en importancia de cada aspecto analizado. El ordenamiento seleccionado fue el descendente, se le otorgó el mayor valor a la característica o aspecto más importante. Se obtuvo un factor de concordancia igual a $0,64 \geq 0,5$ por lo que la opinión de los expertos concuerda y es confiable. Teniendo en cuenta que el factor de comparación es igual a 30,5 se seleccionaron los elementos que quedaron por encima de este valor como las causas principales que influyen en la característica de calidad evaluada. Quedaron definidas cinco variables fundamentales: horario de carga, desperfectos técnicos, zonas de distribución complejas, proceso burocrático y cantidad de medicamento a distribuir.

Tarea 3. Clasificar las variables y determinar sus niveles

La clasificación de las variables en controlables y de ruido se realizó, teniendo en cuenta la influencia que sobre ellas se puede ejercer. Las variables controlables son aquellas que la empresa puede definir a que niveles operar según su conveniencia. Por otra parte las variables de ruido son las que se escapan del control de la organización, su comportamiento es impredecible y no se pueden modificar. Teniendo en cuenta lo antes expuesto se definieron como variables controlables: horario de carga, desperfectos técnicos y proceso burocrático. Como variables de ruido: zonas de distribución complejas y cantidad de medicamento a distribuir.

Las cinco variables en estudio serán analizadas en dos niveles, nivel alto y nivel bajo. Se utilizarán los números 1 y 2 como simbología, el número 1 representa el nivel bajo y el número 2 el nivel alto.

Tabla 9: Clasificación de las variables en estudio y sus niveles

| Variables | | Niveles |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| Controlables | Horario de carga | 1. Sin atrasos |
| | | 2. Con atrasos |
| | Desperfectos técnicos | 1. Sin desperfectos |
| | | 2. Con desperfectos |

| | | |
|-------|--------------------------------------|---------------------|
| | Proceso burocrático | 1. Simple |
| | | 2. Complejo |
| Ruido | Zonas de distribución complejas | 1. Complejidad baja |
| | | 2. Complejidad alta |
| | Cantidad de medicamento a distribuir | 1. Volumen bajo |
| | | 2. Volumen alto |

Tarea 4. Seleccionar tipo de arreglos ortogonales (interno, externo)

En los arreglos ortogonales, las respuestas se miden en combinaciones selectas de los niveles de factores de control. Cada combinación de niveles de factores de control es denominada "corrida" y cada medida es denominada "observación". Los arreglos ortogonales de Taguchi proveen especificaciones para cada corrida de prueba experimental.

Un arreglo ortogonal, es una matriz factorial fraccionada que garantiza una comparación balanceada de los niveles de cualquier factor. Para la selección de los arreglos ortogonales se debe: identificar el número de factores de control y de ruido que son de interés, identificar el número de niveles para cada factor y determinar el número de corridas que se pueden y/o desean realizar.

Sobre estas premisas y con el uso del *software* Minitab, se escogió un diseño L₈ como arreglo interno y un diseño L₄ como arreglo externo, dando lugar a 32 experimentos.

| Arreglo externo | |
|-----------------|---|
| D | F |
| 1 | 1 |
| 1 | 2 |
| 2 | 1 |
| 2 | 2 |

| Arreglo interno | | |
|-----------------|---|---|
| A | B | C |
| 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 2 |
| 1 | 2 | 1 |
| 1 | 2 | 2 |
| 2 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 2 |

Paso 2. Ejecución del experimento

Tarea 1. Realizar las observaciones según arreglo ortogonal

Realizar las observaciones consiste en obtener la información necesaria para el desarrollo del experimento. Se utilizó fundamentalmente la técnica de observación directa y de forma complementaria las entrevistas. Durante un período establecido de treinta días laborales se llevaron a cabo las mediciones de la característica de calidad: rapidez en el servicio. El proceso de medición estuvo condicionado por el estudio de

las rutas de transportación, conocimientos básicos de los vehículos y los horarios establecidos.

El área de GPS (*global position system*) jugó un papel primordial en la obtención de datos, dado que la tecnología GPS establece exactamente los tiempos de transportación. Cada observación se definió como el tiempo empleado por el vehículo, por ruta, en la transportación de medicamentos desde las ocho de la mañana, hasta su retorno al parqueo de la empresa. En la obtención de cada dato se analizó detalladamente el comportamiento de las variables en estudio.

Tarea 2. Procesar los datos de las observaciones

El procesamiento de los datos se realizó mediante *Microsoft Excel*. Se creó un libro que recoge en cada hoja de trabajo la ruta de transportación. Para organizar la información dentro de cada hoja de trabajo se crearon tablas que agrupan y organizan la información necesaria, teniendo en cuenta: tipo de carro, capacidad en toneladas, hora de salida, hora de llegada y tiempo del recorrido. A modo de ejemplo, el diseño de las tablas se muestra a continuación.

Tabla 10: Ejemplo de tabla diseñada para el procesamiento de la característica de calidad “rapidez en el servicio”

| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
|---------|---------------|-----------|------------------|------------------|--------|
| B137174 | Panel | 2,5 | 29/02/2016 9:52 | 29/02/2016 13:21 | 3:29 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 07/03/2016 10:04 | 07/03/2016 13:27 | 3:23 |

Tarea 3. Llenar matriz producto

Los treinta y dos experimentos del delineamiento experimental se realizaron de forma aleatoria dando como resultado los valores que se muestran en la matriz producto del cruce de los arreglos ortogonales. A la izquierda el arreglo interno y en la parte superior la transpuesta del arreglo externo.

Tabla 11: Matriz producto

| Diseños ortogonales de Taguchi | | | | Arreglo Externo | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|-----------------|------|-------|-------|---|
| | | | | D | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Arreglo interno | | | | E | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Corridas | A | B | C | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 4,35 | 6,39 | 5,56 | 8,59 | |
| 2 | 1 | 1 | 2 | 5,27 | 5,02 | 8,10 | 10,42 | |
| 3 | 1 | 2 | 1 | 5,53 | 6,29 | 6,42 | 8 | |
| 4 | 1 | 2 | 2 | 5,43 | 6,53 | 13,14 | 13,30 | |
| 5 | 2 | 1 | 1 | 5,19 | 8,27 | 9,09 | 11,49 | |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 6,35 | 9,17 | 13,49 | 16,46 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|------|-------|-------|-------|
| 7 | 2 | 2 | 1 | 6,53 | 8,26 | 9,41 | 14,09 |
| 8 | 2 | 2 | 2 | 8,07 | 10,58 | 10,42 | 16,23 |

Paso 3. Análisis estadístico de los resultados de la experimentación

Tarea 1. Análisis de la razón señal-ruido

En la tabla, se muestra el arreglo completo con los cálculos de la media (promedio), la desviación y la relación S/R para analizar la influencia de las variables de control sobre la característica de calidad: rapidez en el servicio.

Tabla 12: Valores de la media, la desviación típica y el estadígrafo Señal-Ruido

| Diseños ortogonales de Taguchi | | | | D | Media | Desviación | Relación S/R |
|--------------------------------|---|---|---|---|---------|------------|--------------|
| | | | E | | | | |
| Corridas | A | B | C | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | | 6,2225 | 1,78683 | -16,1399 |
| 2 | 1 | 1 | 2 | | 7,2025 | 2,55967 | -17,5427 |
| 3 | 1 | 2 | 1 | | 6,5600 | 1,03714 | -16,4187 |
| 4 | 1 | 2 | 2 | | 9,6000 | 4,2045 | -20,2292 |
| 5 | 2 | 1 | 1 | | 8,5100 | 2,60108 | -18,8927 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | | 11,367 | 4,48861 | -21,5936 |
| 7 | 2 | 2 | 1 | | 9,5725 | 3,23593 | -19,9776 |
| 8 | 2 | 2 | 2 | | 11,3250 | 3,46545 | -21,3755 |

Ahora se procede a calcular el efecto que tiene cada señal sobre la relación S/R y sobre la media. El efecto de A se calcula promediando los cuatro valores de S/R cuando A=1, luego se promedian los cuatro valores cuando A=2 y por último se restan los dos promedios. Sucede de igual manera para determinar el efecto sobre la media. Las siguientes tablas muestran los efectos de las tres variables sobre la S/R y sobre la media respectivamente.

Tabla 13: Cálculo del efecto de las variables de control sobre la relación Señal-Ruido

| | A | | B | | C | |
|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Nivel | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| S/R | -16,1399 | -18,8927 | -16,1399 | -16,4187 | -16,1399 | -17,5427 |
| | -17,5427 | -21,5936 | -17,5427 | -20,2292 | -16,4187 | -20,2292 |
| | -16,4187 | -19,9776 | -18,8927 | -19,9776 | -18,8927 | -21,5936 |
| | -20,2292 | -21,3755 | -21,5936 | -21,3755 | -19,9776 | -21,3755 |
| Promedio | -17,58263 | -20,4599 | -18,5422 | -19,5003 | -17,8572 | -20,1853 |
| Efecto | 2,877225 | | 0,958025 | | 2,328025 | |

Tabla 14: Cálculo del efecto de las variables de control sobre la Media

| | A | | B | | C | |
|-------|--------|------|--------|------|--------|--------|
| Nivel | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Media | 6,2225 | 8,51 | 6,2225 | 6,56 | 6,2225 | 7,2025 |

| | | | | | | |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 7,2025 | 11,367 | 7,2025 | 9,6 | 6,56 | 9,6 |
| | 6,56 | 9,5725 | 8,51 | 9,5725 | 8,51 | 11,367 |
| | 9,6 | 11,325 | 11,367 | 11,325 | 9,5725 | 11,325 |
| Promedio | 7,39625 | 10,19363 | 8,3255 | 9,264375 | 7,71625 | 9,873625 |
| Efecto | 2,797375 | | 0,938875 | | 2,157375 | |

Los efectos más altos tanto, sobre la relación S/R como sobre la media los tienen la variable A (horario de carga) y la variable C (desperfectos técnicos). Lo que significa que influyen de igual manera sobre la variable respuesta. Se observa que cuando ambas variables se encuentran en el nivel bajo se obtienen menores promedios asociados a la rapidez en el servicio.

Los resultados anteriores se confirman con la construcción de las gráficas factoriales para la razón S/R y los promedios, las cuales se obtuvieron utilizando el *software* Minitab 16. Las gráficas factoriales para la variable de respuesta natural y para la razón S/R se muestran en las figuras 14 y 15 respectivamente. Del análisis de estas gráficas, se deduce como la mejor combinación de los factores de control: A₁, B₁, C₁ tanto para la razón señal a ruido como para los promedios. De las tres variables la menos influyente es la variable B: proceso burocrático.

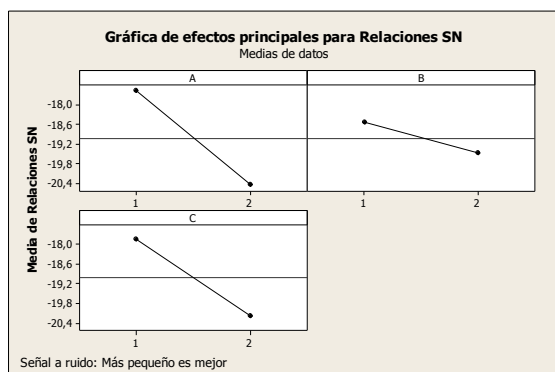


Figura 14: Efectos principales para la relación S/R

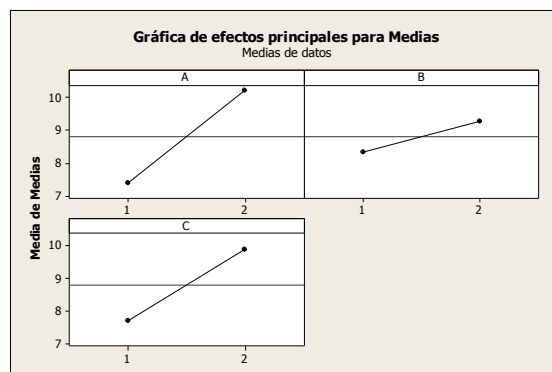


Figura 15: Efectos principales para la Media

Tarea 2. Análisis de varianza

Mediante el uso del *software* Statgraphcs se realizó un análisis multifactorial de la varianza para la variable respuesta. Se realizaron varios tests para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo de forma general (un factor es significativo cuando el p-valor < 0,05).

Posteriormente se efectuó nuevamente el análisis de varianza (ANOVA), pero esta vez, para verificar estadísticamente el efecto de los factores tanto en la razón señal-

ruido, como sobre el promedio. Para ello se utilizó el software Minitab, donde los factores son significativos cuando los valores P son menores que 0.10.

Tabla 15: Análisis ANOVA. Variable respuesta: rapidez en el servicio *Software Statgraphcs*

| Fuente | Suma de cuadrados | GL | Cuadrado Medio | Cociente-F | P-Valor |
|------------------------|-------------------|----|----------------|------------|---------|
| Efectos principales | | | | | |
| Variables controlables | 114,006 | 7 | 16,2865 | 7,03 | 0,0002 |
| Variables de ruidos | 185,002 | 3 | 61,6672 | 26,60 | 0,0000 |
| RESIDUOS | 48,6761 | 21 | 2,31791 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 347,684 | 31 | | | |

Tabla 16: Análisis ANOVA. Variable respuesta: rapidez en el servicio. *Software Statgraphics*

| Fuente | Suma de cuadrados | GL | Cuadrado Medio | Cociente-F | P-Valor |
|---------------------|-------------------|----|----------------|------------|---------|
| Efectos principales | | | | | |
| A | 62,608 | 1 | 62,608 | 7,28 | 0,0117 |
| B | 7,05001 | 1 | 7,05001 | 0,82 | 0,3730 |
| C | 37,2385 | 1 | 37,2385 | 4,33 | 0,0467 |
| RESIDUOS | 240,787 | 28 | 8,59954 | | |
| TOTAL (CORREGIDO) | 347,684 | 31 | | | |

Tabla 17: Análisis ANOVA de relación S/R. *Software Minitab*

| Fuente | GL | SC Sec | SC Ajust | MC Ajust | F | P |
|----------------|----|--------|----------|----------|-------|-------|
| A | 1 | 16,557 | 16,557 | 16,5568 | 25,68 | 0,007 |
| B | 1 | 1,836 | 1,836 | 1,8357 | 2,85 | 0,167 |
| C | 1 | 10,839 | 10,839 | 10,8393 | 16,81 | 0,015 |
| Error residual | 4 | 2,579 | 2,579 | 0,6448 | | |
| Total | 7 | 31,811 | | | | |

Tabla 18: Análisis ANOVA de Medias. *Software Minitab*

| Fuente | GL | SC Sec | SC Ajust | MC Ajust | F | P |
|----------------|----|--------|----------|----------|-------|-------|
| A | 1 | 15,652 | 15,652 | 15,6520 | 35,23 | 0,004 |
| B | 1 | 1,763 | 1,763 | 1,7625 | 3,97 | 0,117 |
| C | 1 | 9,310 | 9,310 | 9,3096 | 20,95 | 0,010 |
| Error residual | 4 | 1,777 | 1,777 | 0,4443 | | |
| Total | 7 | 28,501 | | | | |

En la tabla 15 se muestra que tanto las variables controlables como las de ruido son significativas sobre la variable respuesta: rapidez en el servicio. En el estudio de las variables controlables se obtuvo que las variables A y C son las que ejercen mayor influencia sobre la característica de calidad. En un segundo análisis, pero esta vez como variables respuestas la relación S/R y la media, se demostró que en ambos casos las variables que inciden mayormente en la variabilidad y el promedio son A: tiempo de carga y C: desperfectos técnicos.

Para lograr más información sobre el estudio se realizó un análisis de la capacidad del proceso de rapidez en el servicio. Este procedimiento se diseñó para comparar un conjunto de datos contra un conjunto de especificaciones. El objetivo del análisis es estimar la proporción de la población de la que proceden esos datos que quedan fuera de los límites de especificación. En este caso, se ajustó una distribución normal a un conjunto de 32 observaciones en la rapidez del servicio. El 16,928% de la distribución ajustada se encuentra fuera de los límites de especificación. Los detalles se evidencian en la figura 15.

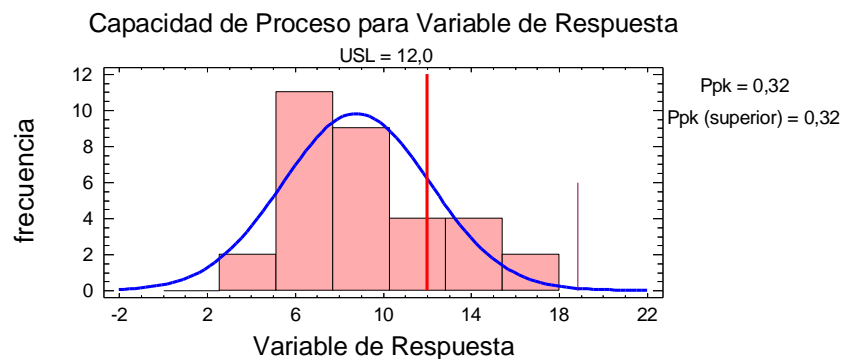


Figura 16: Análisis de capacidad

En el análisis anterior se evidencia que el índice de capacidad es de 0,32 lo que demuestra que existe un porcentaje de mediciones por encima de lo especificado, este análisis transmite la importancia de la búsqueda de la mejor opción para lograr la completa aptitud de los procesos y por ende, la satisfacción del cliente, para así reducir los costos de la calidad en el servicio.

Paso 4. Cálculo y modelación de la función de pérdida

Tarea 1. Determinación de la ecuación de Taguchi a utilizar

La forma en que se establezca la función de pérdidas de calidad (FPC) depende del tipo de característica de calidad y del comportamiento que se desee de la misma. Se parte de tres casos predeterminados, nominal es lo mejor, menor es lo mejor y mayor es lo mejor. En la presente investigación la característica de calidad que se estudia es rapidez en el servicio y uno de los objetivos es determinar la combinación de niveles de factores que disminuyan el tiempo de transportación, en aras de disminuir costos y elevar el índice de satisfacción del cliente. Por tales motivos, menor es lo mejor, es el caso que se ajusta y describe el comportamiento esperado de la característica de calidad en estudio. La ecuación que corresponde es: $L_{(y)} = Ky^2$

Tarea 2. Estimación de la constante K

La función de pérdida de calidad calcula el valor de no alcanzar el objetivo de servicio planteado. Partiendo de este concepto, para la estimación de la constante K se tuvo en cuenta que el tiempo para realizar la distribución no debe exceder las 12 horas, desde las 8:00 am hasta las 8:00 pm. A cada ruta se le asigna un chofer y un distribuidor, a los cuales a partir de las ocho de la noche se les debe pagar horas extras y una dieta correspondiente por concepto de alimentación, estos pagos son costos de penalización y son costos que surgen cuando la característica de calidad sufre variaciones.

En este caso, para la estimación de la constante K se parte de un valor de pérdida conocido para la mínima desviación de la característica de calidad. Es importante recordar que el resultado de la función de pérdida depende de la estimación de la constante “k”, así por ejemplo, si se tienen en cuenta todos los costos asociados al proceso, la salida de la función de pérdida de calidad es la pérdida social tanto para la empresa, como para el cliente y la sociedad en general. Si por otro lado se establece una relación con la insatisfacción del cliente, se obtienen las pérdidas para el cliente y así, en correspondencia con el proceso de estimación de “k” se obtienen diferentes valores de pérdida. En esta investigación para estimar a “k” se tuvieron en cuenta los costos de penalidad del proceso de transportación al exceder el horario establecido, por lo que el resultado de la función de pérdida son costos intangibles de la calidad para la empresa.

Se determinó un salario promedio para el chofer y el distribuidor de aproximadamente 403.00 pesos al mes, con 20 días laborables por lo que ingresan 20.15 pesos al día que dividido entre 12 horas da que el cobro es de 1.67 pesos por hora. Por otra parte se deben tener en cuenta las dietas por alimentación que son de 10 pesos el desayuno y 30 pesos almuerzo y comida.

Tabla 19: Costos asociados a la característica de calidad “rapidez en el servicio” al exceder las 12 horas

| Partida | Costo (\$) |
|---|-------------------|
| Salario por hora del chofer | 1.67 |
| Salario por hora distribuidor | 1.67 |
| Dieta por alimentación del chofer | 30 |
| Dieta por alimentación del distribuidor | 30 |
| Total | 63.34 |

De lo expuesto anteriormente se concluye que cuando el servicio de distribución sobrepasa en una hora las 8:00 pm se incurre en costo de penalidad de 63.34 pesos por lo que la constante K en la función de pérdida es entonces:

$$L(y) = K * y^2 + 2 * 30$$

$$63.34 = K * (1)^2 + 60$$

$$K = 3.34 \$/h$$

Tarea 3. Cálculo de los valores de pérdida según experimento

Utilizando la función de pérdida y los resultados del experimento se calculan los valores de pérdidas para las combinaciones predeterminadas frente a las variables de ruido.

Tabla 20: Cálculo de costos intangibles según experimento

| | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| Valor del experimento | 4,35 | 6,39 | 5,56 | 8,59 | 5,27 | 5,02 | 8,1 | 10,42 |
| Costo intangibles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valor del experimento | 5,53 | 6,29 | 6,42 | 8 | 5,43 | 6,53 | 13,14 | 13,3 |
| Costo intangibles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 66,84 | 67,8 |
| Valor del experimento | 5,19 | 8,27 | 9,09 | 11,49 | 6,35 | 9,17 | 13,49 | 16,46 |
| Costo intangibles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 68,94 | 86,76 |
| Valor del experimento | 6,53 | 8,26 | 9,41 | 14,09 | 8,07 | 10,58 | 10,42 | 16,23 |
| Costo intangibles | 0 | 0 | 0 | 72,54 | 0 | 0 | 0 | 85,38 |

Tarea 4. Graficar la función de pérdida

Para graficar la función de pérdida se utilizó los valores de pérdidas obtenidos del diseño de experimento. En la figura 17 se observa, mediante la línea de tendencia, el carácter cuadrático de la función, a medida que se aleja de cero los valores de pérdida aumentan.

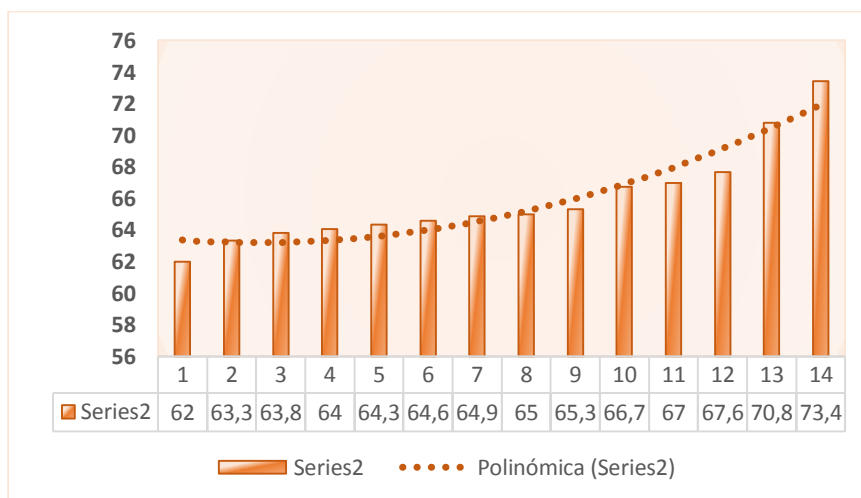


Figura 17: Función de pérdida según valores del experimento

Paso 5. Estimación de los costos intangibles de la empresa

Tarea 1. Determinar el valor real de la característica de calidad para el período

A efectos de esta investigación el período establecido para la estimación de los costos intangibles de la calidad fue de un mes. La evaluación se enmarcó en el mes de marzo del 2016. Para determinar el valor real de la característica de calidad se hizo un estudio de los tiempos por el sistema de GPS durante los cinco días de las cuatro semanas de interés, se incluyeron todas las rutas de distribución (anexo 6).

Tabla 21: Rutas de distribución por días

| Días laborables | Rutas |
|-----------------|---|
| Lunes | Centro ciudad, Máximo Gómez, San Andrés, Hospital Lenin |
| Martes | P.D Cuello, H. Pediátrico, P.Toro, Mario Gutiérrez |
| Miércoles | Velazco-Gibara, Calixto García, Báguanos, H. Clínico |
| Jueves | Banes, Tacajó-Antilla, Freyre Sierra |
| Viernes | Maceo, U.Noris, Freyre, Cacocum |

Al analizar las 19 rutas, cuatro veces cada una (76 rutas en total), se obtuvo que en 13 de ellas se sobrepasaron las 12 horas para la prestación del servicio de distribución. La siguiente tabla muestra los tiempos para las rutas de interés.

Tabla 22: Tiempos por encima de las 12 horas para 13 rutas del mes de marzo

| No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tiempo | 3.23 | 1.14 | 1.49 | 4.02 | 1.59 | 1.37 | 2.02 | 1.30 | 0.57 | 1.21 | 2.29 | 1.46 | 2.09 |

Tarea 2. Calcular los costos intangibles de la calidad de la empresa

Con la información disponible, lista y organizada se procede al cálculo de los costos intangibles de la empresa. El valor de “y” se determinó de la suma de las horas de la tabla 22, se multiplicó por el valor de “k” y por último se sumó el valor de las dietas, multiplicadas por el número de rutas.

$$L(y) = Ky^2 + 13(2 * 30)$$

$$L(y) = 3.34 * 23.78^2 + 13 * 60$$

$$L(y) = 2668.73 \$/mes$$

Durante el mes de marzo del 2016, la UEBMM de Holguín, incurrió en un costo intangible de calidad de aproximadamente \$ 2268.73 por concepto de rapidez en el servicio de distribución de medicamentos. Una vez que se han calculado los costos intangibles de la calidad, estos deben de sumarse a los costos de fallos externos de la calidad, obteniéndose un nuevo valor de costos totales de la calidad.

Mediante el SGCC que se implementa en la UEBMM de Holguín se determinó que los costos por fallos externos durante el mes de marzo ascendieron a \$119273,54, los de

fallos internos a \$496936,27, por evaluación a 12246,26 y por prevención a 6282,76, para un total de 634738,83. Al sumar los costos intangibles estimados a los costos por fallos externos se obtiene un monto de \$121942,27, representando los intangibles el 1.8%, de igual manera se obtiene que los costos totales de la calidad en el mes de marzo fueron de \$637407.56, como se muestra en la figura 18 de los cuales el 0.3% está dado por concepto de intangibilidad. No por ser valores de por ciento pequeños deben de ignorarse ya que son costos que se pueden eliminar si se logra una mayor rapidez en el servicio de distribución de medicamentos. La inclusión de los costos intangibles de la calidad al SGCC acerca más a la organización a su realidad financiera con respecto a la calidad.

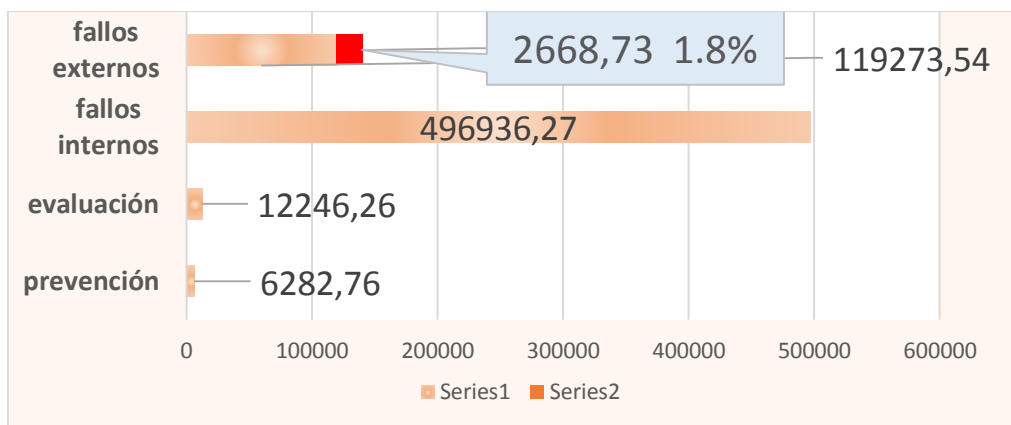


Figura 18: Costos de la calidad por categorías en el mes de marzo del año 2016

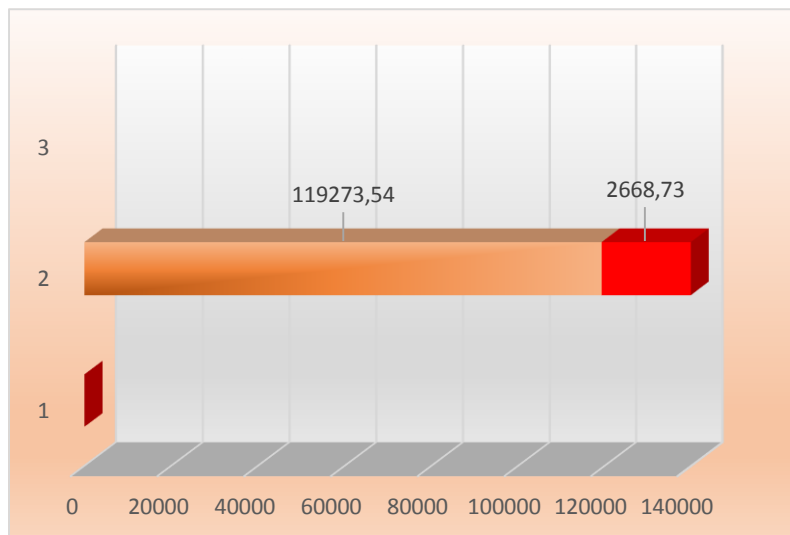


Figura 19: Costos de fallos externos de la calidad en el mes de marzo del año 2016

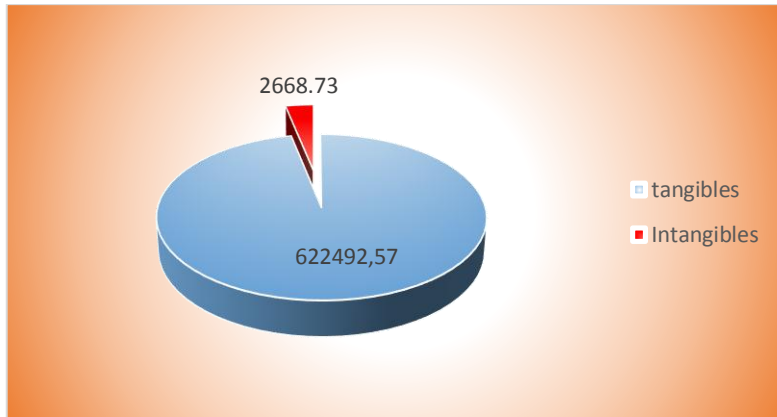


Figura 20: Costos totales de la calidad en el mes de marzo del año 2016

CONCLUSIONES

El desarrollo de esta investigación permitió llegar a las siguientes conclusiones:

1. El estudio de la bibliografía efectuado para la construcción del marco teórico práctico referencial de esta investigación permitió profundizar en los conocimientos referentes a los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín.
2. Se diseñó un procedimiento específico para la estimación de los costos intangibles de la calidad, compuesto por cinco pasos, desglosados en un total de 15 tareas.
3. Por medio de la aplicación del procedimiento específico en la UEBMM de Holguín se estimaron para el mes de marzo del 2016 los costos intangibles de la calidad, los cuales ascendieron al monto de 4172,93 pesos por concepto de la característica de calidad: rapidez en el servicio de distribución de medicamentos.
4. Sobre la característica de calidad: rapidez en el servicio, los factores más influyentes son: el tiempo de carga y los desperfectos técnicos.

RECOMENDACIONES

1. Aplicar el procedimiento a otras variables relacionadas con la satisfacción del cliente.
2. Divulgar los resultados de la investigación a través de la participación en eventos y en publicaciones.
3. Proponer que el procedimiento diseñado sirva de material bibliográfico referenciado para estudiantes y profesionales que se interesen en investigar este campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alexander Servat, A.G. (1994). La mala calidad y su costo. México: Addison-Wesley Iberoamericana, S.A.
2. Albright, T. L. & Roth, H. P. (1992). *The measurement of quality costs: An alternative paradigm. Accounting Horizons.*
3. Amat, O. (1992). Los costos de la calidad y de la no calidad. Revista Nueva empresa.
4. Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas. (1995). Documento No. 11 Costos de calidad, Principios de Contabilidad de Gestión.
5. Ayuso-Moya, A. (2004). La elección de los modelos de costos de calidad: un análisis cualitativo. Tesis de Doctorado no publicada. Universidad de Valencia, España.
6. Camisón-Sornoza, C. y Roca, V. (1997). Fundamentos de los costos de la calidad, lineamientos y práctica. Madrid: Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A.
7. Campanella, J. (1997). Fundamentos de los costos de la calidad, lineamientos y práctica. Mc Graw Hill Interamericana Editores, S.A
8. Carr, L. P. (1992). *Applying cost of quality to a service business. Sloan Management Review.*
9. Climent-Serrano, S. (2003). Los costos de calidad como estrategia empresarial: evidencia empírica en la Comunidad Valenciana. Tesis de Doctorado no publicada. Universidad de Valencia, España.
10. Collins, P. (1991). *Pinpointing the real cost of quality in a service company. National Productivity Review.*
11. Cuatrecasas-Arbós, LI. (2010). Gestión integral de la calidad; Implantación, control y certificación. Barcelona: Profit Editorial.
12. De Margarida Sanz, J. (2000) Los costos de calidad y su control. (Especial referencia a los costos de los intangibles). Universidad de Valladolid, España.
13. Feigenbaum, A.V. (1991). *Total Quality Control.* 4 th McGraw-Hill. New York.
14. Gillezeau, P. y Romero, S. (2004). Sistema de costos de calidad como proceso de mejoramiento continuo. *Ágora*, Trujillo, Enero-Junio (13).
15. González-Reyes, L. L. (2015). Procedimiento para la implementación de un sistema de gestión de costos de la calidad con un enfoque de proceso.

- Aplicación parcial en la Unidad Empresarial Básica Mayorista de Medicamentos de Holguín. Tesis de Maestría no publicada. Universidad “Oscar Lucero Moya”, Holguín
16. Harrington, H. J. (1990). *El Costo de la Mala Calidad*. España: Ediciones Díaz de Santos SA.
 17. Colunga-Dávila, C. y Saldierna-Gómez, A. (1994). *Los costos de calidad*. México: Universidad Autónoma San Luis de Potosí.
 18. Dawes, E.W. (1987). *Quality costs: new concepts and methods*. *ASQC Annual Quality Congress Transactions*.
 19. Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la Crisis*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
 20. Feigenbaum, A. V. (1994). *Control total de la calidad (4ª.ed.revisada)*. México: Compañía Editorial Continental, S. A de C. V.
 21. Fuentes, P. (1998). *Los costos de la calidad: un reto para la gestión*.
 22. *International Organization for Standardization*. (2005). *NC ISO 9000. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario*.
 23. Jiménez Montañes M. Angel, Nevado Peña Domingo (2000): *Una aproximación al método Just not defec (JND) para la evaluación de los costos de no calidad*. Técnica Contable.
 24. Jiménez Montañés, M.A. (1997). *Los costos de calidad en la contabilidad de gestión*. Ministerio de Economía y Hacienda. Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas. Madrid.
 25. Kaplan y Norton (2000). *Cuadro de Mando Integral*. Editorial Gestión.
 26. Larrea, P. (1991). *El coste de la no calidad*. Boletín de estudios económicos.
 27. Medina, U, y González, J.I. (1993). *La calidad como estrategia empresarial y la respuesta de los sistemas de información contables*. VII Congreso de AECA.
 28. Orlando Vega de la Cruz, L. (2014). *Procedimiento para la modelación multicriterio de los recursos más representativos en los sistemas logísticos*. Tesis de grado no publicada. Universidad “Oscar Lucero Moya”, Holguín
 29. Osorio Gómez, JC, Orejuela Cabrera, JP. (2008). *El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación*. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

30. Palacios, D. (1999). Un modelo para la evaluación de los costos intangibles de la no calidad en la empresa hotelera: una perspectiva desde la teoría de recursos y capacidades. IX Congreso de ACEDE, Burgos.
31. Romero-Restrepo, C. (2007). Costos de la no calidad. Tesis de Diploma no publicada. Universidad CES, Medellín.
32. Robison, J. (1997). *Integrate Quality Costs Concepts Into Team's Problem-Solving Efforts. Quality Progress.*
33. Saaty, T. (1994). How to make a decision: the analytic hierarchy process. University of Pittsburgh.
34. Sansavador Sellés, M. (2004). Los costos intangibles de la calidad. Propuesta de cuantificación. Revista española de financiación y contabilidad.
35. Sangüesa- Sánchez, M. (2006). Manual de gestión de la calidad. XI Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción, Bilbao.
36. Schroeder, R. G. (1992). Administración de operaciones. Toma de decisiones en la función de operaciones (3ª.ed.). México: McGraw Hill Book Co. Interamericana de México, S.A. de C. V.
37. Sveiby, K.E (1998). *The Intangible Assets Monitor. Revista de Human Resource and Accounting. Vol. 2.*
38. Taguchi, G. (1979). *Introduction to Off-Line Quality Control. Japanese Standards Association.*
39. Taguchi, G. (1986). *Introduction to Quality Engineering. Tyo, Asian Productivity Organisation.*

ANEXOS

Anexo 1: Metodologías que tratan los costos intangibles de la calidad

| Fuente | Contenido |
|---------------------------------|---|
| Climent Serrano, (2003). | <p>1.-Convencer e implicar en el proyecto a la alta dirección.</p> <p>2.-Determinar los objetivos fundamentales del sistema de gestión de costes.</p> <p>3.-Establecer una clasificación los tipos de costes de calidad. Estos costes pueden clasificarse de distintas formas en función de los intereses de la empresa (p. e. procesos, áreas funcionales, productos/servicios, etc.)</p> <p>4.-Implantación de un sistema contable de costes de calidad que esté relacionado con un sistema de información de contabilidad de costes e integrado en sistema de contabilidad de gestión y manteniendo relaciones interdepartamentales entre calidad y el resto de departamentos de la empresa.</p> <p>5.-Complementar con indicadores de costes de cada uno de los procesos definiendo la metodología general para tangibles e <u>intangibles</u>. Los intangibles que por lo normal suelen ser indicadores no financieros, se deben de intentar transformar en indicadores financieros.</p> |

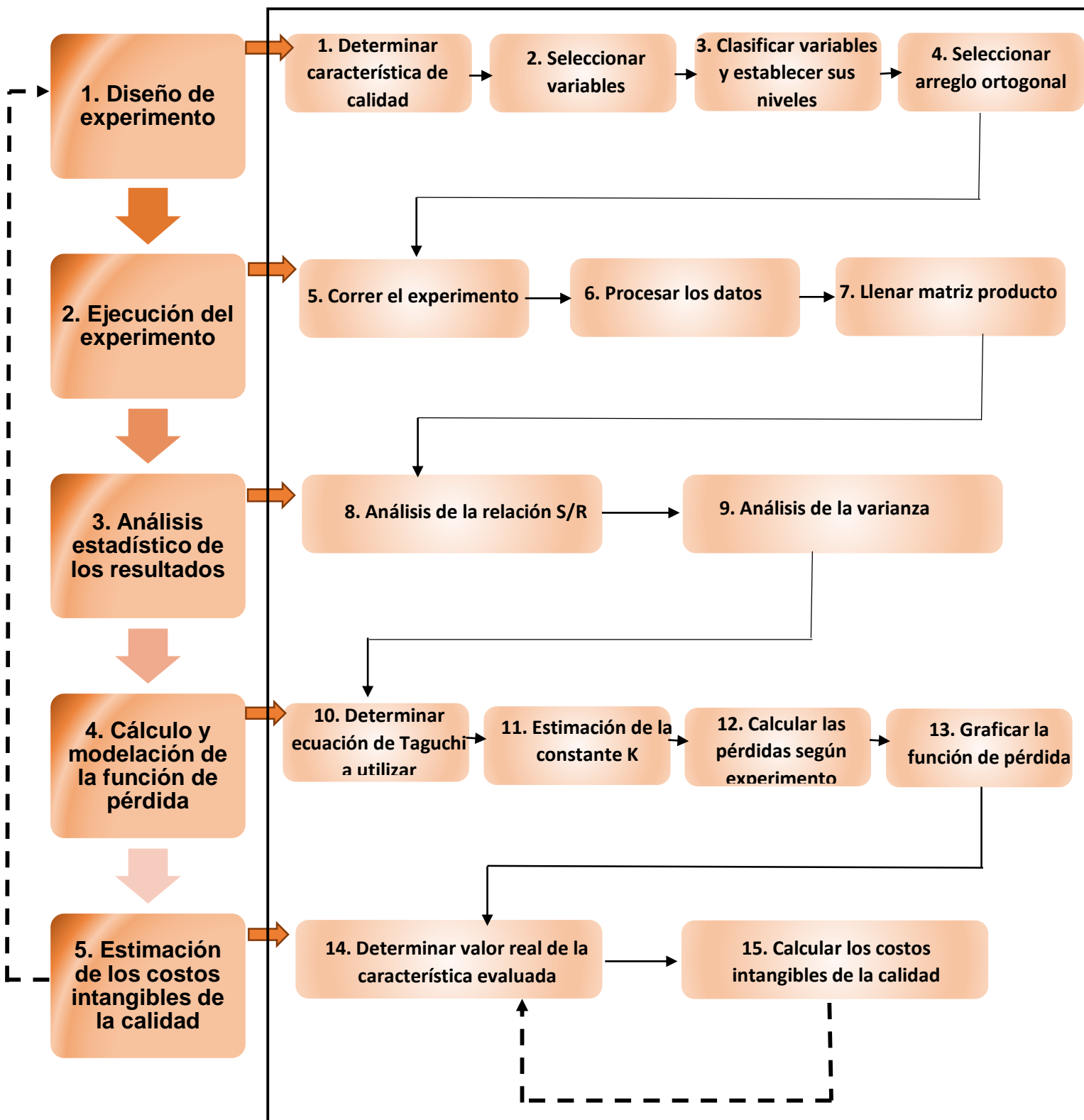
Anexo 1: Metodologías que tratan los costos intangibles de la calidad (continuación)

| | |
|---|---|
| <p>Sangüesa Sánchez, 2006.</p> | <ul style="list-style-type: none">• En primer lugar, la implicación y motivación de los máximos responsables de la empresa y del personal contable. De ello y su interrelación dependerá gran parte del éxito de la implantación del Sistema.• Es necesario también valorar el sistema de costes que la empresa llevaba a cabo antes del diseño e implantación del nuevo Sistema de Costes de Calidad, y así analizar la información, detectar los fallos existentes y ver sus carencias.• Un Sistema de Costes Totales de Calidad debe ser diseñado exhaustivamente por todas las personas que integran la empresa y de las que depende el éxito de la misma. Es necesario especificar los distintos tipos de costes (evaluación, prevención y fallos), además de la asignación de los gastos por departamento o producto. También es importante definir con qué medios cuenta la empresa, tanto materiales como humanos, e incluso especificar mediante qué metodología se van calcular los costes tangibles e <u>intangibles</u>.• A continuación se debe realizar una comprobación del Sistema elegido para ver su funcionamiento.• Una vez comprobado su funcionamiento hay que analizar sus ventajas e inconvenientes, e introducir las mejoras que necesite el diseño del Sistema• Por último, una vez implantado definitivamente el Sistema, se deben controlar los presupuestos de los costes relativos a la calidad mediante la comparación entre los gastos previstos por la empresa y en los que realmente ha incurrido. |
|---|---|

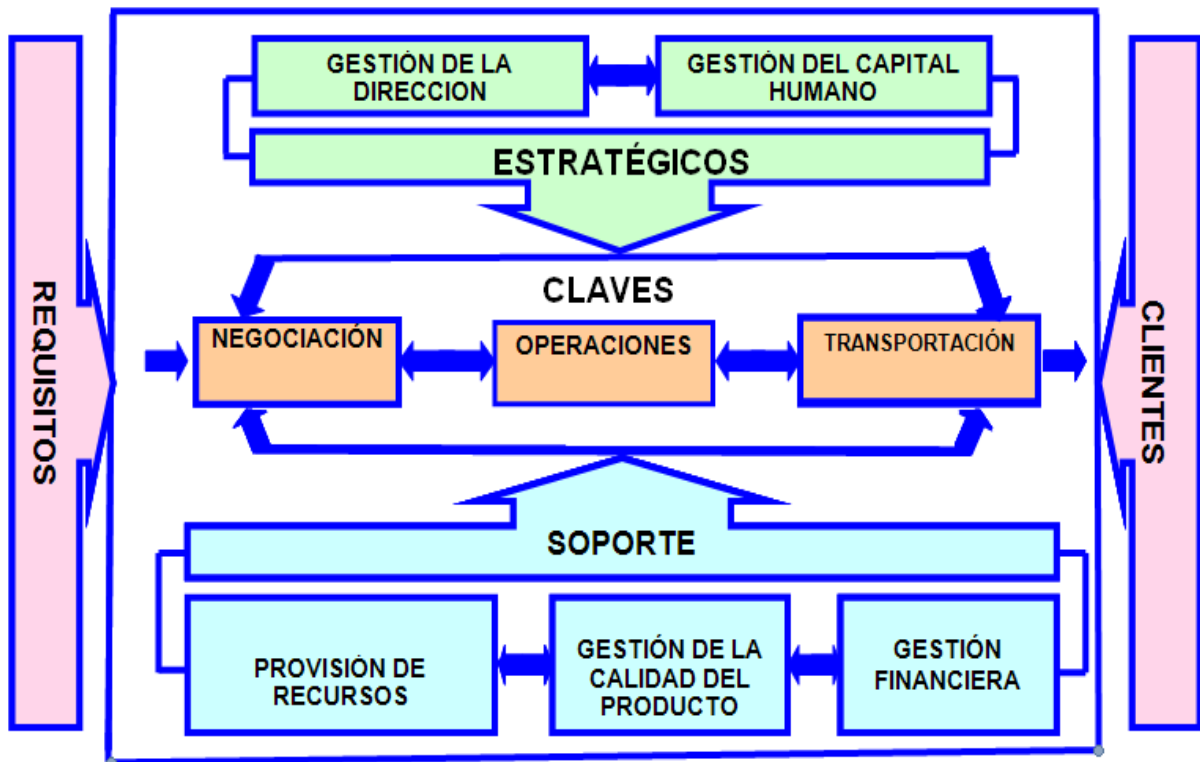
Anexo 1: Metodologías que tratan los costos intangibles de la calidad (continuación)

| | |
|--|---|
| <p>Romero Restrepo, Tamayo Saldarriaga, 2007.</p> | <p>Primera etapa: Motivación de la alta dirección y del departamento de contabilidad</p> <p>Segunda etapa: Análisis del sistema de costos actual</p> <p>Tercera etapa: Propuesta del sistema de costos totales de la calidad</p> <ul style="list-style-type: none">• Tipos de costos de prevención, evaluación y fallas• Asignación de cada costos de calidad y no calidad por secciones, departamentos y productos• Entradas del sistema• Salidas del sistema• Medios humanos necesarios y formación requerida para poder desarrollar las actividades previstas• Período en el que se ha de suministrar cada información y destinatario de la misma• Medios materiales necesarios• Forma de cálculo de los costos tangibles tanto de calidad como de no calidad• Forma de cálculo de los costos intangibles de la no calidad• Conexiones entre el departamento de calidad y el de contabilidad, así como con otros departamentos de la empresa en relación con el sistema de costos totales de la calidad <p>Cuarta etapa: Prueba piloto del sistema</p> <p>Quinta etapa: Evaluación de la prueba piloto</p> <p>Sexta etapa: Aplicación del sistema a otras partes de la empresa</p> <p>Séptima etapa: Implementación de un control presupuestario de los costos totales de la calidad</p> |
|--|---|

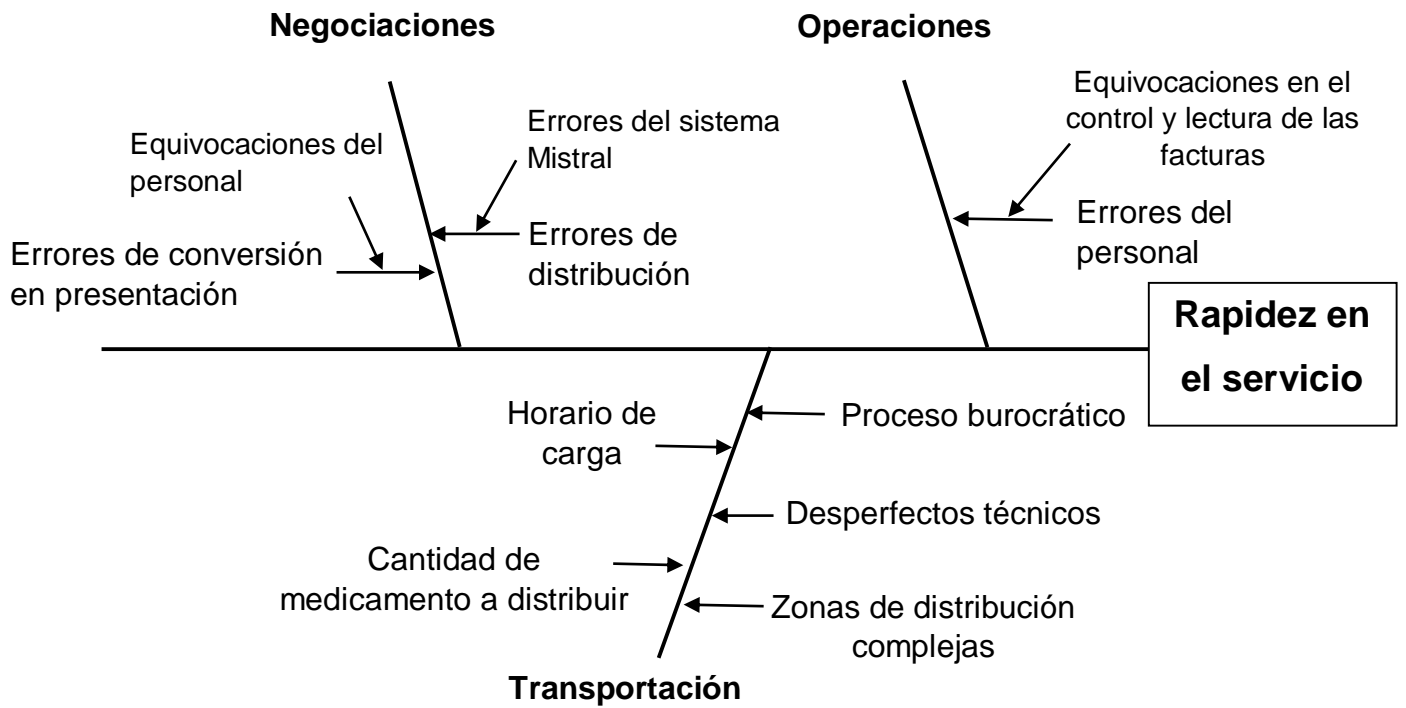
Anexo 2: Diseño del procedimiento específico para la estimación de los costos intangibles de la calidad en la UEBMM de Holguín



Anexo 3: Mapa de proceso de la UEBMM de Holguín



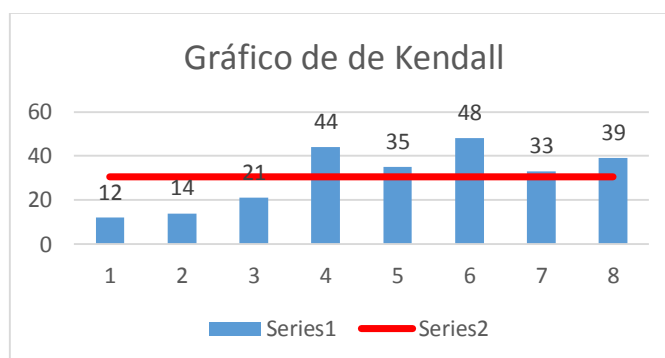
Anexo 4: Diagrama Causa-efecto



Anexo 5: Método de Kendall

| No | Característica | Expertos | | | | | | | ΣA_{ij} | Δ_i | Δ_i^2 |
|------------------------|---------------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|-----------------|------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| 1 | errores de distribución | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 12 | -18.5 | 342,25 |
| 2 | errores de conversión en presentación | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 14 | -16.5 | 272,25 |
| 3 | Errores del personal. | 3 | 1 | 3 | 4 | 4 | 5 | 1 | 19 | -11.5 | 132,25 |
| 4 | horario de carga | 6 | 5 | 5 | 5 | 8 | 7 | 8 | 44 | 13.5 | 182,25 |
| 5 | desperfectos técnicos | 7 | 4 | 4 | 7 | 6 | 3 | 4 | 35 | 4.5 | 20,25 |
| 6 | zonas de distribución complejas | 8 | 6 | 6 | 8 | 7 | 8 | 5 | 48 | 17.5 | 306,25 |
| 7 | el proceso burocrático | 5 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 7 | 33 | 2.5 | 6,25 |
| 8 | cantidad de medicamento a distribuir | 4 | 7 | 7 | 6 | 5 | 6 | 6 | 39 | 8.5 | 72.5 |
| $\Sigma \Sigma A_{ij}$ | | | | | | | | | 244 | | |

| | |
|--------------------|------------|
| T = | 30,5 |
| K = | 8 |
| m = | 7 |
| $M^2 =$ | 49 |
| $K^3 =$ | 512 |
| $K^3 - k =$ | 504 |
| $M^{2*} (k^3 - k)$ | 24696 |
| W = | 0,64820214 |



Leyenda

1. Errores de distribución
2. Errores de conversión en presentación
3. Errores del personal
4. Horario de carga
5. Proceso burocrático
6. Desperfectos técnicos
7. Cantidad de medicamentos a distribuir
8. Zonas de distribución complejas

Anexo 6: Información referente al comportamiento de la variable rapidez en el servicio durante el mes de marzo del año 2016

| Ruta: Centro de ciudad (Holguín) | | | | | |
|---|---------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B137174 | Panel | 2,5 | 29/02/2016 9:52 | 29/02/2016 13:21 | 3:29 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 07/03/2016 10:04 | 07/03/2016 13:27 | 3:23 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 21/03/2016 10:05 | 21/03/2016 14:35 | 6:30 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 28/03/2016 9:49 | 28/03/2016 13:08 | 3:19 |
| B138100 | C. Plataforma | 4 | 14/03/2016 9:53 | 14/03/2016 13:43 | 5:50 |

| Ruta: Máximo Gómez | | | | | |
|---------------------------|-------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B140299 | C. Furgón | 7 | 14/03/2016 11:07 | 14/03/2016 15:07 | 4:00 |
| B140299 | C. Furgón | 7 | 07/03/2016 11:15 | 07/03/2016 15:40 | 4:15 |
| B140299 | C. Furgón | 7 | 28/03/2016 10:52 | 28/03/2016 15:47 | 4:55 |
| B117927 | Panel | 1,5 | 21/03/2016 9:05 | 21/03/2016 12:35 | 3:30 |

| Ruta: Hospital Lenin | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (T) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 07/03/2016 9:30 | 07/03/2016 11:28 | 1:58 |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 07/03/2016 12:22 | 07/03/2016 14:39 | 2:17 |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 14/03/2016 9:57 | 14/03/2016 11:24 | 1:27 |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 14/03/2016 11:57 | 14/03/2016 13:02 | 1:05 |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 21/03/2016 9:50 | 21/03/2016 11:25 | 1:35 |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 21/03/2016 13:06 | 21/03/2016 14:29 | 1:19 |

| Ruta: San Andrés | | | | | |
|-------------------------|-------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 21/03/2016 9:03 | 21/03/2016 14:52 | 5:49 |
| B117927 | Panel | 1,5 | 14/03/2016 10:12 | 14/03/2016 14:53 | 4:31 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 07/03/2016 11:04 | 07/03/2016 16:07 | 4:03 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 28/03/2016 9:31 | 28/03/2016 13:53 | 4:22 |

Anexo 6: Información referente al comportamiento de la variable rapidez en el servicio durante el mes de marzo del año 2016 (continuación)

| Ruta: P. Toro | | | | | |
|----------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 15/03/2016 10:08 | 15/03/2016 14:53 | 2:45 |
| B138099 | Cam. Plataforma | 4 | 01/03/2016 10:55 | 01/03/2016 16:01 | 5:06 |
| B138099 | Cam. Plataforma | 4 | 08/03/2016 9:11 | 08/03/2016 13:07 | 3:56 |
| B138099 | Cam. Plataforma | 4 | 22/03/2016 11:16 | 22/03/2016 15:50 | 4:34 |
| B138099 | Cam. Plataforma | 4 | 29/03/2016 10:49 | 29/03/2016 14:29 | 3:40 |

| Ruta: Mario Gutiérrez | | | | | |
|------------------------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 15/03/2016 9:35 | 15/03/2016 12:52 | 3:17 |
| B138174 | Panel | 2,5 | 01/03/2016 10:35 | 01/03/2016 14:17 | 3:42 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 08/03/2016 9:20 | 08/03/2016 12:09 | 2:49 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 22/03/2016 10:48 | 22/03/2016 13:39 | 2:51 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 29/03/2016 11:21 | 29/03/2016 13:21 | 2:00 |

| Ruta: Pedro Díaz Cuello | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 01/03/2016 11:13 | 01/03/2016 16:27 | 5:14 |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 08/03/2016 9:49 | 08/03/2016 15:11 | 5:22 |
| B140299 | Cam. Furgón | 7 | 15/03/2016 11:00 | 15/03/2016 17:17 | 6:17 |
| B140299 | Cam. Furgón | 7 | 22/03/2016 13:35 | 22/03/2016 18:58 | 5:23 |
| B140299 | Cam. Furgón | 7 | 29/03/2016 11:13 | 29/03/2016 16:26 | 5:13 |

| Ruta: Velazco-Gibara | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 02/03/2016 10:04 | 02/03/2016 16:21 | 6:17 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 09/03/2016 9:48 | 09/03/2016 16:10 | 6:22 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 23/03/2016 9:18 | 23/03/2016 13:56 | 4:38 |
| B138099 | Cam. Plataforma | 4 | 09/03/2016 9:53 | 09/03/2016 17:37 | 7:44 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 22/03/2016 17:04 | 22/03/2016 23:23 | 6:19 |
| B140299 | C. Furgón | 7 | 16/03/2016 9:51 | 16/03/2016 17:54 | 8:03 |

Anexo 6: Información referente al comportamiento de la variable rapidez en el servicio durante el mes de marzo del año 2016 (continuación)

| Ruta: Calixto García | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 16/03/2016 11:13 | 16/03/2016 19:50 | 8:37 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 23/03/2016 9:46 | 23/03/2016 18:09 | 8:23 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 30/03/2016 9:54 | 30/03/2016 19:13 | 7:19 |
| B138174 | Panel | 2,5 | 02/03/2016 10:59 | 02/03/2016 21:14 | 10:15 |

| Ruta: Báguanos | | | | | |
|-----------------------|-------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 09/03/2016 16:49 | 09/03/2016 21:49 | 5:00 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 30/03/2016 9:21 | 30/03/2016 14:48 | 5:27 |
| B117927 | Panel | 1,5 | 02/03/2016 9:35 | 02/03/2016 13:35 | 4:00 |
| B117927 | Panel | 1,5 | 17/03/2016 10:04 | 17/03/2016 14:42 | 4:38 |

| Ruta: Hospital Clínico | | | | | |
|-------------------------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B140299 | C. Furgón | 7 | 23/03/2016 10:16 | 23/03/2016 12:06 | 1:40 |
| B140299 | C. Furgón | 7 | 23/03/2016 13:35 | 23/03/2016 15:47 | 2:12 |
| B005674 | C. Plataforma | 6 | 16/03/2016 10:45 | 16/03/2016 12:38 | 1:53 |

| Ruta: Banes | | | | | |
|--------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 17/03/2016 9:42 | 18/03/2016 0:02 | 14:20 |
| B140299 | Cam. Furgón | 7 | 03/03/2016 5:36 | 03/03/2016 21:59 | 16:23 |
| B140299 | Cam. Furgón | 7 | 10/03/2016 5:38 | 10/03/2016 21:37 | 15:59 |
| B140299 | Cam. Furgón | 7 | 31/03/2016 5:33 | 31/03/2016 22:02 | 16:29 |

| Ruta: Tacajó-Antilla | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 10/03/2016 13:43 | 11/03/2016 0:46 | 11:03 |
| B140299 | Cam. Furgón | 7 | 24/03/2016 11:20 | 24/03/2016 21:30 | 10:10 |
| B138099 | Cam. Plataforma | 4 | 03/03/2016 10:03 | 03/03/2016 19:08 | 9:05 |
| B138099 | Cam. Plataforma | 4 | 17/03/2016 9:25 | 17/03/2016 20:57 | 11:32 |

Anexo 6: Información referente al comportamiento de la variable rapidez en el servicio durante el mes de marzo del año 2016 (continuación)

| Ruta: Freyre Sierra | | | | | |
|----------------------------|-------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 10/03/2016 11:30 | 10/03/2016 21:21 | 8:51 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 23/03/2016 14:50 | 23/03/2016 22:29 | 9:39 |

| Ruta: Maceo | | | | | |
|--------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 18/03/2016 11:03 | 18/03/2016 16:00 | 4:57 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 11/03/2016 11:27 | 11/03/2016 19:18 | 9:51 |
| B087998 | Camioneta | 0,5 | 24/03/2016 10:08 | 24/03/2016 13:23 | 3:15 |

| Ruta: Urbano Noris | | | | | |
|---------------------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 04/03/2016 11:13 | 04/03/2016 17:09 | 6:04 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 18/03/2016 9:56 | 18/03/2016 16:04 | 6:08 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 24/03/2016 10:16 | 24/03/2016 16:28 | 6:12 |
| B140299 | C. Furgón | 7 | 11/03/2016 12:56 | 11/03/2016 21:46 | 8:50 |

| Ruta: Cacocum | | | | | |
|----------------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 04/03/2016 11:48 | 04/03/2016 19:49 | 7:59 |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 18/03/2016 13:16 | 18/03/2016 17:41 | 4:25 |
| B005674 | Cam. Plataforma | 6 | 11/03/2016 11:31 | 11/03/2016 22:09 | 12:38 |
| B087998 | Camioneta | 0,5 | 24/03/2016 14:54 | 24/03/2016 18:42 | 3:48 |

| Ruta: Freyre | | | | | |
|---------------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------|
| Carro | Tipo | Cap (Ton) | Hora salida | Hora llegada | Tiempo |
| B054636 | Camioneta | 0,5 | 24/03/2016 10:42 | 24/03/2016 17:40 | 6:58 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 04/03/2016 11:29 | 04/03/2016 20:00 | 8:31 |
| B138099 | C. Plataforma | 4 | 11/03/2016 11:43 | 11/03/2016 19:49 | 8:06 |
| B140299 | C. Furgón | 7 | 18/03/2016 10:23 | 18/03/2016 18:42 | 8:19 |