

# la gestión de la calidad en la industria química

Luis Dzul López<sup>ab\*</sup>, Santos Gracia Villar<sup>ab</sup>, Margarita González Benítez<sup>a</sup>, Agueda García-Carrillo<sup>a</sup>.

<sup>ab</sup>Departament de Projectes d'Enginyeria, Universitat Politècnica de Catalunya, Av. Diagonal, 647, planta 10, C.P. 08028 Barcelona, España. <sup>b</sup>Fundación Universitaria Iberoamericana, Paseo García Faria, 29, CP 08005, Barcelona, España.

*The quality costs: a quality management tool in chemical industry*

*Els costos de la qualitat: una eina per a la gestió de la qualitat en la indústria química*

*Recibido: 11 de diciembre de 2007; aceptado: 24 de marzo de 2008*

## RESUMEN

Los modelos de costes de la calidad representan una herramienta eficaz que permite evaluar el éxito de un programa de gestión de la calidad en una empresa. Este trabajo plantea el concepto de los costes de la calidad en la industria química, como una alternativa de gestión de la calidad, destacando los beneficios de su aplicación. Se realizó una revisión bibliográfica de publicaciones recientes, del contexto actual de los modelos de costes de la calidad, resaltando la poca evidencia bibliográfica de su aplicación a la industria química. Se analizaron los modelos genéricos de costes de la calidad, su desarrollo y actualidad. Se observó que el modelo genérico empleado con mayor frecuencia, es el enfoque tradicional de costes de la calidad PEF (prevención, evaluación y fallos). De esta manera, se plantean las líneas metodológicas de dicho enfoque, como una alternativa a las acciones necesarias para proveer a las organizaciones de herramientas para hacer frente a la competitividad en el mercado de la industria química.

**Palabras clave:** Calidad. Costes de la Calidad. Modelos. Industria química.

## SUMMARY

The quality costs are an effective tool to evaluate the success of a quality management program. This paper presents the quality cost concept in the chemical industry, as an alternative quality management, highlighting the benefits of its application. A literature review and discussion of current publications on generic models of quality costs was performed. It was observed little evidence of its application to the chemical industry. It was observed that the most frequently used generic model,

continues being traditional approach PAF (prevention, appraisal and failures). So, this approach is established as an alternative to provide management tools to organizations and to face to the market competitiveness of the chemical industry.

**Key words:** Quality. Quality Costs. Models. Chemical industry.

## RESUM

Els models de costos de la qualitat representen una eina eficaç que permet avaluar l'èxit d'un programa de la gestió de la qualitat en una empresa. Aquest treball planteja el concepte dels costos de la qualitat a la indústria química, com una alternativa de gestió de la qualitat, destacant els beneficis de la seva aplicació. Es va realitzar una revisió bibliogràfica de publicacions recents, de l'actual context dels models de costos de la qualitat, destacant la poca evidència bibliogràfica de la seva aplicació a la indústria química. Es van analitzar els models genèrics de costos de la qualitat, el seu desenvolupament i actualitat. Es va observar que el model genèric emprat amb major freqüència és el punt de vista tradicional de costos de la qualitat PAF (prevenció, avaluació i fallides). Es plantegen les eines metodològiques d'aquest model, com una alternativa a les accions necessàries per a proveir a les organitzacions d'eines per fer front a la competitivitat en el mercat de la indústria química.

**Mots clau:** Qualitat. Costos de la Qualitat. Models. Indústria química.

\* Tel: (+34) 93 4017167  
e-mail: [luis.alonso.dzul@upc.edu](mailto:luis.alonso.dzul@upc.edu)

## 1. INTRODUCCIÓN

En la industria química, la calidad ha llegado a ser una forma de ver a la competitividad; dicha competitividad requiere de una inversión en innovación, tecnología y calidad como medio para permitir que las empresas permanezcan en el mercado. Un conocimiento adecuado y detallado de los costes de la calidad proporciona una herramienta de vital importancia en un proceso de mejora continua hacia la calidad en una empresa (Gracia y Dzul, 2007).

El coste de la calidad se define como el coste incurrido para ayudar al empleado a que haga bien el trabajo todas las veces y los costes para determinar si la producción es aceptable, más cualquier costo en que incurre la empresa y el cliente porque la producción o el diseño no cumplió las especificaciones o las expectativas del cliente en la resolución de un problema (Harrington 1990; Dzul y Gracia, 2007, García-Carrillo *et al.*, 2007). El European Chemical Industry Council condujo una investigación con el objetivo de obtener una visión para la industria química europea hacia el año 2015; destacando que la industria química de la Unión Europea debería ser enfocada con una orientación hacia el cliente y la innovación (CEFIC, 2007). En el año 2006, el volumen de negocio mundial de la industria química en el mundo superó los dos billones de euros; donde Estados Unidos y Japón continúan liderando la producción mundial, seguidos de China, que desbancó a la primera potencia europea, Alemania. Sin embargo, el continente Europeo continúa siendo el mayor productor internacional con un 35 % del volumen total, seguido muy cerca por Asia (FEIQUE, 2007b).

La industria química española, esta formada por más de 3.600 empresas que generan el 10 % del Producto Industrial Bruto (FEIQUE, 2007a; FEIQUE, 2007b); este sector es el segundo mayor exportador de la economía española, y el primer inversor en I+D+I y protección del medio ambiente. Esta industria se encuentra ubicada principalmente en Cataluña, comunidad donde se genera casi la mitad de la producción (46 %). En 2006 la facturación del sector químico español alcanzó los 46.885 millones de euros; las estimaciones señalan que en el 2007, el volumen de negocio se acercará a los 50.000 millones euros, estando previsto en 2008 que crezca por encima de los 51.300 millones (FEIQUE, 2007b).

Considerando el panorama anterior, el objetivo de este trabajo es plantear el concepto de costes de la calidad, como una herramienta de planificación de calidad, esbozando los beneficios de su aplicación en la industria química. Se define el modelo de costes de la calidad más empleado en la actualidad, resultado de una investigación de publicaciones recientes. Se analizaron los modelos genéricos de costes de la calidad, su actualidad y desarrollo. La metodología se basó en una revisión de la literatura y una discusión de los enfoques que rodean a los modelos genéricos de costes de la calidad.

## 2. REVISIÓN DE PUBLICACIONES SOBRE MODELOS COSTES DE LA CALIDAD

Fueron los norteamericanos quienes primero identificaron y definieron los costes de la calidad mediante los trabajos de Juran y Feigenbaum en la década de los cincuenta (Williams *et al.*, 1999). A partir de esos conceptos, se han desarrollado diversos enfoques para calcular y controlar los costes de la calidad. Actualmente son muchos los autores, investigadores e instituciones que se han manifestado al respecto de este tema; dando lugar a numerosos libros, artículos, conferencias, ponencias y normas, formando todos ellos una extensa bibliografía.

Las primeras revisiones de los costes de la calidad fueron conducidas por Plunkett y Dale (1988); estos autores se centraron en las publicaciones de varios países que consideraban la definición y categorización de los costes de la calidad, la recolección, medición y uso de los mismos (Shah y FitzRoy, 1998). Llegaron a la conclusión de que, aunque la necesidad de recopilar y medir los costes de la calidad es un tema central de un programa de costes de la calidad, la mayoría de los autores no hacen caso a este tema e inician discutiendo las aplicaciones de los datos de costes de la calidad. En España se empieza a hablar de los costes de calidad hacia los años setenta. Una de las primeras publicaciones es la de J. L. Valero en 1970, *Calidad como factor de desarrollo*, en donde se clasifican y describen los costes de calidad (Climent, 2003).

Dentro de las revisiones de los modelos, en un contexto de sumario de actualidad en su momento, están Hwang y Aspinwall (1996), que analizaron los diversos modelos de costes de la calidad existentes, comparando las ventajas y las debilidades de cada modelo, destacando su uso en diversas áreas. Recientemente Schiffauerova y Thomson (2006) propusieron un resumen de los autores que estudiaron los modelos de costes de la calidad, desde la propuesta de Feigenbaum en 1956 hasta los últimos años; agrupando los diversos modelos en 5 grupos, de acuerdo a las categorías de costes o actividades manejados.

Gracia y Dzul (2007) presentaron una cronología de los estudios realizados en este tema, basado en el trabajo de Schiffauerova y Thomson (2006), agregando un modelo propuesto por Weheba y Elshennawy (2004), encontrado en su revisión y que se describirá más adelante, permitiendo visualizar de manera más práctica el método más estudiado y desarrollado (tabla 1). A continuación se abordarán las ideas más relevantes de esta tabla.

La mayoría de los modelos de costes de la calidad están basados en la clasificación PEF: costes de prevención, costes de evaluación y costes de fallos (internos y externos). Esta categorización de costes de la calidad es la más aceptada y fue desarrollada por Feigenbaum (1994). El esquema PEF de Feigenbaum y Juran ha sido adoptado por la American Society Quality Control y por el British Standard Institute, que ha desarrollado dos normas: una que describe el método PEF, BS 6143 1992 Part 2, *Guide to the economics of quality: Prevention, Appraisal and Failure Model* (BSI, 1992b); y otra el método de coste de proceso, Norma BS 6143 1992 Part 1, *Guide to the economics of quality: Process Cost Model* (BSI, 1992a).

Las categorías de coste del modelo de Crosby (1991) son similares al esquema PEF, empleando solamente una terminología diferente. Su enfoque fue definir la calidad como la conformidad de requisitos y consideró los costes de la calidad como la suma del coste de la conformidad y el coste de la no conformidad.

Como se puede observar en la tabla 1, los costes intangibles y de oportunidad se ha enfatizado los últimos años. Los costes intangibles son costes que pueden ser solamente calculados como beneficios no ganados debido a clientes perdidos y reducción en ingresos debido a la no conformidad de requisitos. Definen el coste de la calidad total como el ingreso perdido y la ganancia no obtenida. Los costes de la calidad son definidos en tres categorías: el coste de la conformidad, el coste de la no conformidad y el coste de la oportunidad desperdiciada.

El modelo de coste del proceso se concentra en el proceso, en vez del producto o servicio. El coste de proceso es el coste total de la conformidad y la no conformidad para un proceso particular. El coste de la conformidad es el coste del proceso real de producir productos o servicios, a la primera vez, de acuerdo a normas requeridas por un proceso específico; mientras que el coste de la no conformidad es el coste de fallo asociado con el proceso no ejecu-

**TABLA I**

**Desarrollo cronológico del análisis de los modelos genéricos de los costes de la calidad (basado en Gracia y Dzul, 2007).**

Publicaciones analizando o desarrollando el modelo genérico		Modelo genérico (categorías de costes/actividad)
1950	Feigenbaum (1956)	Modelo P-E-F
	Juran <i>et al.</i> (1975)	Modelo del coste del proceso (T + I)
	Ross (1977)	Modelo del coste del proceso (Con + NCon)
1980	Morse (1983)	Modelo P-E-F
	Modarres and Ansari (1987)	Modelo del coste intangible (PEF+O)
	Denton and Kowalski (1988)	Modelo de Crosby (Con + NCon)
	Merino (1988)	Modelo P-E-F
	Cooper (1988)	Modelo ABC (VA + NVA)
	Cooper and Kaplan (1988)	Modelo ABC (VA + NVA)
	Plunkett and Dale (1988b)	Modelo P-E-F
	Dawes (1989)	Modelo P-E-F
	Marsh (1989)	Modelo del coste del proceso (Con + NCon)
	Crossfield and Dale (1990)	Modelo del coste del proceso (Con + NCon)
1990	Heagy (1991)	Modelo del coste del proceso (PEF+O)
	Israeli and Fisher (1991)	Modelo P-E-F
	Sumanth and Arora (1992)	Modelo de Crosby (Con + NCon)
	Carr (1992)	Modelo de Crosby (Con + NCon)
	Jorgenson and Enkerlin (1992)	Modelo ABC (VA + NVA)
	Dawes and Siff (1993)	Modelo ABC (VA + NVA)
	Hester (1993)	Modelo ABC (VA + NVA)
	Suminsky (1994)	Modelo P-E-F
	Purgslove and Dale (1995)	Modelo P-E-F
	Gupta and Campbell (1995)	Modelo P-E-F
	Goulden and Rawlins (1995)	Modelo del coste del proceso (Con + NCon)
	Chang <i>et al.</i> (1996)	Modelo P-E-F
2000	Burgess (1996)	Modelo P-E-F
	Tatikonda and Tatikonda (1996)	Modelo P-E-F
	Sorqvist (1997b)	Modelo P-E-F
	Bottorff (1997)	Modelo P-E-F
	Sandoval-Chavez y Beruvides (1998)	Modelo del coste intangible (PEF+O)
	Tsai (1998)	Modelo ABC (VA + NVA)
	Malchi and McGurk (2001)	Modelo del coste del proceso (Con + NCon+O)
	Weheba y Elshennawy (2004)	Modelo del proceso de mejora (CR+CP)
	P-E-F = Prevención+Evaluación+Fallos T+I = Tangibles + Intangibles CR+CP = Costes reactivos + Costes proactivos	PEF+O = Prevención+Evaluación+Fallos+Oportunidad Con + NCon = Conformidad + No-conformidad VA + NVA = Valor añadido + No-valor añadido Con + NCon+O = Conformidad + No-conformidad + Oportunidad

tado de acuerdo a las normas requeridas (Sandoval y Beruvides, 1998, citados en Schiffauerova y Thomson, 2006). Tsai (1998) propuso un enfoque alternativo para identificar, cuantificar y asignar costes de la calidad entre productos, basado en un sistema de coste ABC (Costes

Basados en Actividades). De esta manera Tsai (1998) propone un marco integrado de Costes de la Calidad-ABC, en el que son fusionados, compartiendo una base de datos común para proporcionar información no financiera y de varios costes para las técnicas de gestión relacionadas.

En base a la revisión realizada, se observó que el modelo tradicional PEF ha sido el más empleado por las empresas, con diferentes enfoques y que a su vez varían de empresa a empresa. Cada sector industrial en particular tiene sus elementos únicos de coste de calidad, destacando la falta de información para la industria química. No hay ninguna estructura fija, ni norma contable para el cálculo de los costes de la calidad, la decisión sobre la estructura de dichos costes depende del criterio de los directores de calidad o incluso de los recopiladores de datos de calidad. Por lo tanto, los elementos incluidos en modelos de costes de la calidad de diversas compañías, pueden diferir considerablemente.

### 3. MODELOS GENÉRICOS DE COSTES DE LA CALIDAD EN LA PRÁCTICA. EVIDENCIA BIBLIOGRÁFICA

Durante la revisión bibliográfica, se pudo observar que existe interés en el desarrollo de modelos de costes de la calidad, pudiéndose encontrar información teórica y práctica; sin embargo, como comenta Schiffauerova y Thomson (2006), los costes de la calidad no es un concepto ampliamente usado, ya que sólo un número pequeño de grandes compañías mide realmente los resultados de programas de mejora de la calidad, a pesar de que afirman evaluar los costes de la calidad.

Existen datos publicados y muy bien documentados, sobre el empleo de modelos de costes de la calidad. La

mayoría de los ejemplos, confirman que la mejora de la calidad y los procesos de medición de costes, producen una significativa reducción de los costes de la calidad de la empresa. Sin embargo, se puede observar que los casos documentados del empleo exitoso de modelos y métodos de costes de la calidad, corresponde a ciertos sectores industriales, tal como: telecomunicaciones, tecnología de la informática, electrónica, software, servicios financieros, industria del acero, equipamiento, e incluso el sector aeroespacial, existiendo solo algunos ejemplos sobre la industria farmacéutica (tabla 2). Lo anterior, resalta la carencia de datos de sectores importantes en la economía, como es el caso de la industria química o de la construcción.

Climent (2003) realizó un trabajo que analizaba los modelos de costes de calidad y los sistemas, metodologías y herramientas de gestión de la calidad utilizados en las empresas de la Comunidad Valenciana certificadas en la norma ISO 9000. En Climent (2003), se observó que en el 43% de las empresas certificadas, una vez deducidos los gastos que ocasionó la implantación del sistema de calidad, incluidos los costes de certificación, se habían reducido los costes totales de la empresa al implantar el sistema de calidad. Dentro de los sectores que habían incrementado la productividad, en cuanto habían puesto en marcha un sistema de calidad, la industria química se ubicaba por encima de la media; de este trabajo, se pueden destacar algunos aspectos en relación al manejo de los costes de la calidad en la industria química, los cuales se muestran en la tabla 3.

**TABLA II**

**Casos documentados del empleo de modelos y métodos de costes de la calidad (basado en Schiffauerova y Thomson, 2006).**

Compañía	Industria	Costes de la calidad (CC) calculados	Beneficios divulgados	Referencia
Travenol Laboratories, USA	Dispositivos médicos, farmacéuticos	Prevención Evaluación + Fallos	No divulgado	Tsiakals (1983)
Pharmaceutical company	Farmacéutica	Coste de Operación + Costes de no conformidad + Coste alternativo	CC reducido en 11 por ciento	Malchi y McGurk (2001)

**TABLA III**

**Aspectos relacionados al tratamiento de los costes de la calidad en la industria química (basado en Climent, 2003).**

Aspecto analizado en el estudio	Porcentaje resultante	Observaciones sobre la industria química
Porcentaje de empresas que median los costes de la calidad por departamentos.	4,5 %	Esta industria se encontraba por debajo de la media de sectores que median los costes de la calidad por departamentos de las empresas.
Porcentaje de empresas que habían implantado un sistema para calcular los costes de calidad.	45,5 %	La industria química era el último sector que se encontraba por encima de la media.
Porcentaje de empresas con disposición de informes de costes de la calidad.	100 %	Las empresas de este sector afirmaban que los informes de costes de la calidad, eran adecuados a sus necesidades, para la toma de decisiones estratégicas.
Porcentaje de empresas con conocimiento de herramientas de medición de la calidad.	77 %	Las empresas de la industria química eran las que mayor grado de conocimiento tenían de las herramientas de medición de la calidad.

## 4. MODELO PEF DE COSTES DE LA CALIDAD

Harrington (1990) presento una clasificación general de los costes de la calidad, llamados también de «mala calidad», los cuales se describen a continuación:

I.- **Costes directos de la calidad.**- Estos costes, llamados costes directos de calidad, son los que mejor se comprenden y se utilizan tradicionalmente por la gerencia para dirigir el negocio.

- **Costes de control de la calidad:** Costes de prevención y Costes de evaluación.
- **Costes resultantes de la no calidad:** Costes de fallos internos y Costes de fallos externos.

II.- **Costes indirectos de la calidad.**- Harrington (1990) los define como aquellos costes que no se miden directamente en la contabilidad convencional de la empresa, pero forman parte de los costes del ciclo de vida del producto. Constan de tres categorías importantes: costes en que incurre el cliente, costes de la insatisfacción del cliente, costes de la pérdida de reputación.

### 4.1. Costes directos de la calidad

El presente trabajo se enfoca a los costes directos de la calidad, que corresponde al modelo PEF, que de ahora en adelante se llamarán por simplicidad Costes de la Calidad. Estos abarcan dos categorías principales: **Costes de control de la calidad** y **Costes resultantes de la no calidad**.

#### 4.1.1. Costes de control de la calidad

Son aquellos costes sobre los que la dirección de la empresa tiene control directo para asegurarse de que sólo los productos y servicios aceptables se remitan al cliente (Feigenbaum, 1994), se dividen en:

**Costes de prevención.**- Son el coste de todas las actividades llevadas a cabo para evitar defectos en el diseño y desarrollo; en las compras de insumos, equipos, instalaciones y materiales; en la mano de obra, y en otros aspectos del inicio y creación de un producto o servicio. Tales como: *planificación de la calidad, control de procesos, diseño y construcción del equipo de información de calidad*, entre otros.

**Costes de evaluación.** Los costes de evaluación se refieren al resultado de la evaluación de la producción ya acabada y la auditoría del proceso para medir la conformidad con los criterios, especificaciones y procedimientos establecidos; es decir, los costes de evaluación son todos los gastos para determinar si una actividad se realizó bien todas las veces: *inspección y pruebas de materiales comprados, pruebas de aceptación en laboratorio, inspección, pruebas, comprobación de uso de mano de obra*, entre otros.

#### 4.1.2. Costes resultantes de la no calidad

Son los costes en que incurre una empresa que son consecuencias de los errores, es decir, todo el dinero que gasta la empresa porque las cosas no se hicieron bien a la primera vez, (Feigenbaum, 1994). Se clasifican:

**Costes de fallos internos.** Los costes de fallos internos se refieren a los costes en que incurren las empresas como consecuencia de los errores detectados antes de que la producción sea aceptada por los clientes. Algunos ejemplos: *desperdicios, repetición del trabajo, costes por suministro de materiales, cien por cien de la inspección de clasificación, pérdidas evitables en el proceso, reducción de precios*, entre otros.

**Costes de fallos externos.** Los costes de fallos externos se deben a que el producto o servicio entregado al cliente, es inaceptable. Costes típicos de fallos externos se

enuncian a continuación: *quejas dentro de la garantía, quejas fuera de garantía, servicio al producto, responsabilidad legal del producto, retiro del producto, rebajas*, entre otros.

En la figura 1, se plantea la relación existente entre los costes mencionados. Podemos observar que en el lado izquierdo de la curva, el coste controlable de calidad es muy bajo. Esto hace que el coste de calidad resultante sea muy alto, ya que se gasta poco dinero en la prevención de errores o en su detección antes de llegar al cliente. Si aumentan los costes de calidad controlables, disminuye el coste resultante porque se cometen menos errores y se detectan más, antes de que la producción se expida al cliente. En la parte derecha de la curva el coste controlable de calidad esta significativamente aumentado, hay una disminución despreciable del coste resultante porque el incremento del costo de calidad controlable se hace cada vez menos eficaz.

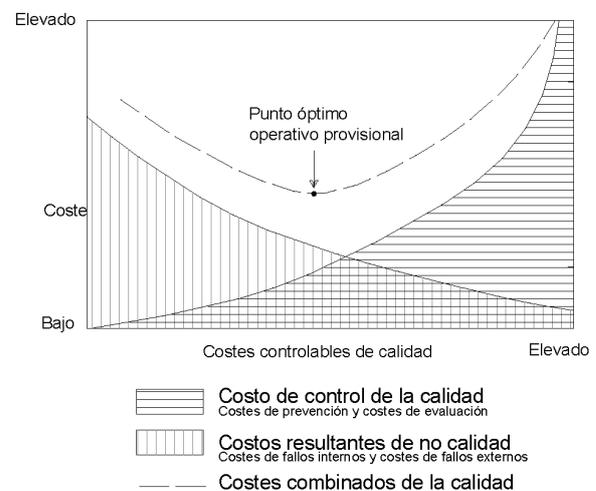
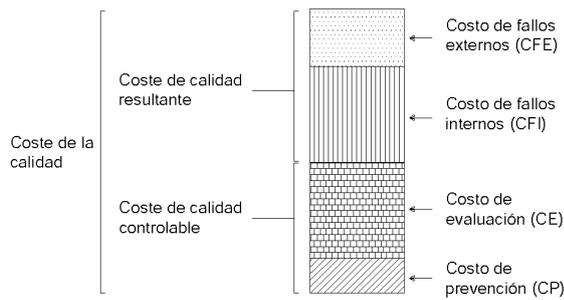


Figura 1. Variación de los costes controlables de la calidad. (Harrington 1990).

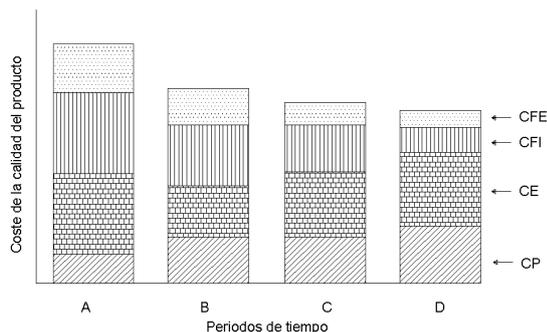
Al sumar las curvas de los costes controlables y resultantes, nos da como resultado una nueva curva; dicha curva muestra los costes que resultan de la interacción entre el costo controlable y el resultante. De esta manera, un sistema eficaz de calidad debería operar en el punto de la curva llamado punto óptimo operativo provisional. Este punto representa el coste total de calidad mínimo y el rendimiento de la inversión es máximo en este punto para un momento determinado. El término punto óptimo operativo provisional, se refiere a que es el punto óptimo para un conjunto de condiciones solamente y debería cambiar conforme el proceso de mejora disminuye el nivel de errores; inclusive cambiaría considerando los costes indirectos de calidad antes mencionados.

El coste de calidad durante un periodo de tiempo cualquiera se puede ilustrar con un sencillo gráfico de barras (figura 2), de esta manera, el gráfico representa el coste total de la calidad. El cambio de los costes de calidad en el tiempo, se puede entender con una serie de gráficos de barras, que reflejan diferentes periodos de tiempo, tal como se puede observar en la figura 3.

Esto proporciona un medio de modificar los factores controlables y de medir su impacto sobre el sistema de los costes totales de calidad. La diferencia que existe entre los periodos de tiempo A y B es que en B hay más desembolsos por prevención y menos costes de evaluación. Debido a esto, el coste directo total de calidad disminuyó durante el segundo periodo de tiempo; durante el periodo



**Figura 2.** Coste directo total de la calidad en un periodo de tiempo cualquiera (Gracia y Dzúl, 2007).



**Figura 3.** Efecto de la modificación de los costos controlables de calidad en un mismo producto (Gracia y Dzúl, 2007).

C, el costo de evaluación se incrementó con respecto al periodo B, lo que dio como resultado una reducción del costo de los errores externos mayor que el incremento del costo de los errores internos, haciendo que el costo de calidad total disminuyera.

Generalmente, el costo de calidad resultante disminuirá al ir aumentando los costos de calidad controlables y la disminución puede ser superior o inferior al cambio del costo de calidad controlable, dependiendo del nivel de sofisticación del sistema previo de calidad.

#### 4.2. Necesidades y requisitos generales de diseño de un Sistema de Costes de la Calidad (SCC)

El desarrollo de un Sistema de Costes de la Calidad (SCC), puede exigir un conocimiento general en Principios de Contabilidad, en Sistemas de Contabilidad de Costes, en Gestión de Procesos y Gestión de Calidad para la persona que va a realizar el desarrollo. A esto hay que agregar el pre-armado de herramientas tipo, como formularios, listas de chequeo, diagramas e instructivos para el levantamiento de información, (Harrington 1990).

De acuerdo a Harrington(1990), el desarrollo genérico del SCC sigue las siguientes etapas:

- Identificación general del sistema de gestión contable y de calidad de la empresa
- Definición alcance del SCC
- Identificación de procesos y productos
- Identificación de costos, centros de costos y recursos que se consumen
- Caracterización de actividades-no conformes tipo
- Implementación de un sistema de medición y seguimiento de los Costes de la Calidad(CC)
- Cuantificación de CC
- Valorización de CC
- Análisis de SCC
- Presentación de Informe de SCC
- Presentación de Planes para reducir CC.

Establecido el equipo y procedimiento a seguir en el estudio de los costos, viene el problema de cómo obtener las cifras. Existen algunas técnicas para calcular de los costos, (Juran y Grynal, 1996). Gran parte de la información para el estudio de los costos de calidad se encuentran en los registros actuales de la empresa; todo lo que se necesita es saber donde buscar. Juran y Gryna (1996) recomiendan que en las primeras etapas, una estimación inicial sería adecuada, ya que requeriría menos trabajo y proporciona respuestas en mucho menos tiempo.

El objetivo de esta valoración inicial debería consistir en acumular la cifra total de los costos de la calidad, no en dar una imagen detallada de cómo se distribuye entre las categorías del mismo. Los resultados pueden producir un sorprendente impacto en la dirección de la empresa, si la presentación muestra el monto total de los costos e identifica las áreas a mejorar. Schiffauerova y Thomson (2006) sugieren que las cifras de los costos de la calidad deben ser detalladas y globales Sin embargo, la cifra más importante en un estudio de costos de la calidad sería la del monto total, con respecto a los porcentajes de las ventas o las utilidades.

Gracia y Dzúl (2007) resaltan que un SCC no puede resolver por sí mismo los problemas de calidad u optimizar el sistema de gestión de calidad; ya que es tan sólo una herramienta que ayuda que la dirección comprenda la magnitud del problema de la calidad, determina con precisión oportunidades para mejorar y mide los progresos que se están realizando con las actividades de mejora.

## 5. CONCLUSIONES

La medición de los costos de la calidad debería ser parte de cualquier programa de gestión de calidad. La metodología está bien documentada y los programas de costos de la calidad suministran un buen método para la identificación y la medición de los mismos, permitiendo una acción centrada para reducirlos. La investigación y enseñanza adicional sobre el nivel práctico es necesaria, sobre todo en sectores industriales importantes, como es la industria química. A pesar de que la categorización PEF sirve de concepto básico, los sistemas de costos de la calidad son diferentes considerablemente de compañía a compañía. Se ha presentado un contexto general de esta herramienta de planificación de la calidad, así como el modelo con mayor aplicación, pero a opinión de los autores de este trabajo, se considera que este tema representa una línea por desarrollar e investigar, con el objetivo de proveer herramientas y técnicas de gestión para la industria química.

## BIBLIOGRAFÍA

- BSI. Guide to the Economics of Quality: Process Cost Model, BS 6143: Part 1, British Standards Institution, London (1992a).
- BSI. Guide to the Economics of Quality: Prevention, Appraisal and Failure Model, BS 6143: Part 2, British Standards Institution, London (1992b).
- Climent Serrano, Salvador. Los Costes De Calidad Como Estrategia Empresarial: Evidencia Empírica en la Comunidad Valenciana. Tesis Doctoral. España. UV, Facultad de Economía (2003).
- Crosby, P. B. La calidad no cuesta (el arte de cerciorarse de la calidad), 7ª. Ed., CECSA, 9. México (1991).
- Dzul, L. L. y Gracia, S. The quality costs in design of construction projects: a processes approach. Proceedings of the XI International Congress on Project Engineering, Lugo,

---

Spain, September 2007, ISBN 978-84-690-8134-1, pp 2170-2181 (2007).

Feigenbaum, Armand. Control total de la calidad, 3ª. Edición, Cecsca, México (1994).

García-Carrillo, A.; Gracia, S.; Estay-Niculcar, C.; Cisteró, J.; Fernández-Ros, J.; Álvarez-Larena, A. Metodología de enseñanza-aprendizaje en diseño de proyectos de ingeniería. *Afinidad*, 64 (529), 456-463 (2007).

Gracia, S. y Dzul L. L. Modelo PEF de costes de la calidad como herramienta de gestión en empresas constructoras: una visión actual. *Revista Ingeniería de Construcción*, 22(1), 43-56 (2007).

Harrington, H. J. El coste de la calidad, 1ª. Ed. Díaz Santos. 2-15, 46-48, 97-113. España (1990).

Hwang, G. H. y Aspinwall, E. M. Quality cost models and their application: a review. *Total Quality Management*, 7(3), 267-281 (1996).

Juran, J. y Gryna, F. Manual de control de calidad (Volumen I), 4ª edición, McGraw-Hill, México (1996).

Plunkett, J.J. y Dale, B.G. Quality costs: a critique of some economic cost of quality models. *International Journal of Production Research*, Vol. 26, No. 11 p. 1713-1726 (1988).

Schiffauerova, A. y Thomson, V. A review of research on cost of quality models and best practices. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 23(6), 647-669 (2006).

Shah, K.K.R. y FitzRoy, P.T. A review of quality cost surveys. *Total Quality Management*, Vol. 9, No. 6, p. 479-486 (1998).

Tsai, W.-H. Quality cost measurement under activity-based costing. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 15(7), pp. 719-752 (1998).

Weheba, G. S. and Elshennawy, A. K. A revised model for the cost of quality. *J. of Quality and Reliability Management*, 21 (3), 291-308 (2004).

Williams, A.R.T.; Van der Wiele, A. y Dale, B.G. Quality costing: a management review. *International Journal of Management Reviews*, Vol. 1, No. 4, p. 441-460 (1999).

CEFIC. Executive summary of chemical industry 2015: roads to the future, a study by the european chemical industry council (en línea). Disponible en: <http://www.cefic.org/files/Publications/Scenarios2.pdf>. (Accesado el día 24 de Mayo de 2007) (2007).

FEIQUE. Radiografía del sector químico español (Marzo 2007). (en línea). Disponible en: <http://www.feique.org/comunica/rad0307.pdf>. (Accesado el día 20 de Junio de 2007) (2007a).

FEIQUE. Radiografía del sector químico español (Julio 2007). (en línea). Disponible en: <http://www.feique.org/comunica/rad0307.pdf>. (Accesado el día 30 de Julio de 2007) (2007b).