

## **Modelo multicriterio para determinar el beneficio derivado de la implementación de un sistema de gestión de calidad según la norma ISO 9001:2000**

### **Multicriteria model to determine the benefit of implementing a ISO 9001:2000 system quality management**

*Juan Carlos Osorio Gómez\* Eliana Díaz Mosquera, Katherine Garro Astudillo*

Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística, Facultad de Ingeniería.  
Universidad del Valle, Meléndez, Calle 13 N°. 100-00, Edificio 357 Cali,  
Colombia

(Recibido el 10 de febrero de 2009. Aceptado el 15 de febrero de 2010)

#### **Resumen**

Muchas empresas manufactureras implementan sistemas de gestión de la calidad ISO 9001:2000 forzadas por las exigencias del mercado o por no quedarse atrás con respecto a la competencia; pero una vez realizado el proceso de implantación del sistema, surge el interrogante si efectivamente se ha generado o no beneficio y en que indicadores de la organización. Este trabajo consiste en el desarrollo de una metodología multicriterio (sustentada en el Análisis Jerárquico de Procesos - AHP)) para medir realmente el logro o no de beneficios asociados al sistema de gestión de la calidad y su aplicación en un grupo de empresas manufactureras ubicadas en el Valle del Cauca - Colombia definiéndose el nivel de beneficio alcanzado por ellas. La metodología es replicable en cualquier tipo de organización, y busca direccionar esfuerzos y ayudar en la toma de decisiones empresariales respecto a la implementación o no de un sistema de gestión de la calidad.

----- *Palabras clave:* Análisis jerárquico de procesos (AHP), sistema de gestión de la calidad, ISO 9001:2000

#### **Abstract**

Manufacturing companies are implementing quality management systems ISO 9001:2000 forced by market demands or competition but, after the

---

\* Autor de correspondencia: teléfono: + 57 + 2 + 321 21 67, fax: + 57 + 2 + 339 84 62, correo electrónico: josorio@pino.univalle.edu.co (J. Osorio)

implementation process the question arises whether or not a profit has been generated and which indicators were improved. A multicriteria model (based on Analytic Hierarchic process - AHP)) to measure the achievement of benefits associated with the system quality management is developed in this paper. This methodology is used in a group of manufacturing companies located in Valle del Cauca - Colombia to define the level of benefits achieved by them. The methodology is reproducible in any organization and it seeks to help directing efforts in making business decisions regarding the implementation of a system quality management.

----- *Keywords:* Analytic Hierarchic Process (AHP), system quality management, ISO 9001:2000

## Introducción

Desde los primeros desarrollos realizados con respecto a los sistemas de gestión de la calidad ha existido la inquietud relacionada con el beneficio que para la empresa significa dicho sistema. En la mayoría de trabajos existentes el beneficio es medido o buscado desde un solo indicador, casi siempre económico; pero la realidad es que un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2000 involucra todas las áreas de la empresa, y por tanto, el beneficio que dicho sistema representa para la compañía debe cubrir diferentes aspectos. Por ello, esta problemática es evidentemente multicriterio y debe ser abordada como tal. El modelo que se propone en este trabajo, busca integrar dichos aspectos, pero entregar un solo índice global, para lo cual se utiliza la metodología multicriterio AHP, que permite relacionar los diferentes indicadores parciales para entregar un solo indicador de empresa. A continuación se presenta una breve revisión de la literatura relacionada, tanto con la medición de los beneficios asociados a los sistemas de gestión de la calidad ISO 9001:2000, como al AHP como herramienta multicriterio y sus aplicaciones en estudios similares. Posteriormente se presenta el modelo propuesto y la aplicación en algunas empresas manufactureras del Valle del Cauca – Colombia. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos en esta dirección.

En la literatura se pueden encontrar algunos artículos importantes que abordan el tema desde diferentes perspectivas o que buscan revisar los resultados globales de la implementación, entre ellos es importante mencionar algunos que revisaron los beneficios de la versión anterior de la norma, es decir la versión de 1994, tales como el trabajo de Larsen y Hakversjok [1] donde se exploran los beneficios asociados a la moda de la certificación, y el trabajo de Stevenson y Barnes [2] donde se realiza una revisión exhaustiva del impacto de las certificaciones con la ISO 9000 hasta el momento de salir la versión del 2000, realizando un análisis de costos y beneficios asociados a los sistemas de gestión de la calidad en empresas de diversos sectores.

Con respecto a la versión del 2000, entre la más reciente literatura, se cuentan algunos trabajos donde el análisis es estrictamente económico, tales como [3-5]; y otros donde se involucran aspectos tales como la responsabilidad social [6], el impacto en el mercado y las prácticas administrativas [7-9], y en el desempeño y motivación del personal [10]. Finalmente, es importante mencionar algunos trabajos donde se evidencia el impacto de la certificación ISO 9001 en sectores particulares de la economía, tales como las empresas maquiladoras en la zona fronteriza de México [11], empresas de la construcción en Turquía [12], pequeñas empresas [13] y un trabajo en el cual se incorpora el análisis de la ISO 9001:2000 y su impacto en la calidad de

la cadena de suministro desarrollado por Sroufe y Curkovic [14].

En cuanto a la metodología multicriterio, el AHP es una herramienta ampliamente utilizada, fue desarrollado a finales de los 60 por Thomas Saaty [15], quien a partir de sus investigaciones en el campo militar y su experiencia docente formuló una herramienta para ayudar a las personas responsables de la toma de decisiones. Es un método matemático creado para evaluar alternativas cuando se tienen en consideración varios criterios y está basado en el principio que la experiencia y el conocimiento de los actores son tan importantes como los datos utilizados en el proceso. Su aplicabilidad y su poder han sido evidenciados en las cientos de trabajos en las cuales se han obtenido importantes resultados y en la actualidad, es la base de muchos paquetes de software diseñados para los procesos de toma de decisiones complejas. Además, ha sido adoptado por numerosas compañías para el soporte de los procesos de toma de decisiones complejas e importantes [16].

Cuando las prioridades de los elementos en cada nivel se tienen definidas, se agregan para obtener las prioridades globales frente al objetivo principal. Los resultados frente a las alternativas se convierten entonces en un importante elemento de soporte para quien debe tomar la decisión. Pueden encontrarse explicaciones adicionales acerca del AHP en los trabajos de Saaty, Forman y Whitaker [15, 16, 17, 18]. Si bien, el AHP ha sido utilizado en la evaluación de beneficios y análisis costo beneficio en diferentes ámbitos (político, industrial, social, entre otros), en unas de las últimas revisiones sobre el método [19-20], solamente se identifica el trabajo Chin y otros asociado a los sistemas de gestión de calidad, pero en este caso particular al sistema de gestión ambiental ISO 14001 [21]. Alrededor de la ISO 14001 se pueden mencionar otros dos trabajos, en los cuales se evalúa mediante el AHP los factores críticos de éxito en uno [22] y los beneficios asociados a su implementación en el otro [23]. Otro trabajo que debe mencionarse

también es presentado por Chin, pero esta vez utiliza el AHP para la evaluación de los factores críticos asociados a la implementación del TQM en empresas manufactureras en Shanghai [24]. Lo anterior, permite decir que la aplicación del AHP para el estudio presentado en este artículo es novedosa y puede servir de referencia importante para futuros trabajos.

### **Modelo propuesto para medir los beneficios obtenidos**

El primer paso del modelo desarrollado, consiste en la definición de los criterios que se considerarán para la evaluación del beneficio. A su vez, cada uno de los criterios se subdivide en subcriterios, los cuales permitirán realizar las mediciones en la empresa. Los criterios y subcriterios definidos se presentan a continuación de manera resumida, pero puede consultarse [25] para mayor profundidad. Estos criterios y subcriterios representan los factores o variables considerados como los más representativos de la gestión empresarial que deberían verse impactados por el sistema de gestión de la calidad. Dichos criterios se obtienen revisando los principios del sistema de gestión de la calidad.

*Criterio Cliente (C.C):* muestra el impacto que el Sistema de Gestión de Calidad genera en los clientes reales y potenciales de la empresa, e incluye los subcriterios: ventas, quejas y reclamos, precio, reconocimiento, satisfacción del cliente y fidelidad de los clientes.

*Criterio Financiero (C.F):* permite conocer el estado financiero de la empresa después de implementado el Sistema de Gestión de Calidad. Incluye: rentabilidad, costo de las fallas, costo Acciones Preventivas y costo Acciones Correctivas.

*Criterio Productivo (C.P):* contiene subcriterios que permiten saber si hubo mejor aprovechamiento de los recursos y mejoramiento en los procesos. Ellos son: productividad, devoluciones, cumplimiento, paradas, mantenimientos Programados y eficiencia.

*Criterio Organizacional (C.O):* en este se incluyen subcriterios que permiten conocer el impacto organizacional de la implementación del Sistema de Gestión de Calidad: orientación del Personal, compensación y beneficios competitivos, evaluación del desempeño, comunicación interna, toma de decisiones y trabajo en equipo.

*Criterio Tecnológico (C.T):* contiene subcriterios, que permiten conocer el nivel tecnológico en que se encuentra la empresa después de implementado el Sistema de Gestión de Calidad: transferencia de tecnología, modernización de

procesos, rediseño de procesos y estandarización de procesos.

La representación según la jerarquía del AHP del modelo, se presenta en la tabla 1, donde se puede apreciar el objetivo: conocer el grado de beneficio que se obtiene a partir de la implementación del sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2000. Las alternativas: el sistema proporciona excelentes beneficios, regulares beneficios o no proporciona beneficios; y los criterios y subcriterios mencionados en el párrafo anterior.

**Tabla 1** Representación jerárquica del problema, según el AHP

<b>Objetivo</b>				
Conocer el grado de beneficio obtenido después de implementado el sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2000				
<b>Alternativas: El Sistema de gestión de la calidad</b>				
<i>proporciona excelentes beneficios</i>		<i>proporciona algunos beneficios</i>		<i>no proporciona beneficios</i>
<b>Criterios</b>				
<b>Cliente</b>	<b>Financiero</b>	<b>Productivo</b>	<b>Organizacional</b>	<b>Tecnológico</b>
<b>Subcriterios</b>				
Ventas	Rentabilidad	Productividad	Orientación del personal	Transferencia de tecnología
Quejas y reclamos	Costo de las fallas	Devoluciones	Compensación y beneficios competitivos	Modernización de procesos
Precio	Costo de acciones preventivas	Cumplimiento	Evaluación del desempeño	Rediseño de procesos
Reconocimiento	Costo de acciones correctivas	Paradas	Comunicación interna	Estandarización de procesos
Satisfacción del cliente		Mantenimientos programados	Toma de decisiones y trabajo en equipo	
Fidelidad de los clientes		Eficiencia		

Otro punto importante, es asignar a cada criterio y subcriterio su peso o ponderación en el resultado global, pues es claro que no todos tienen el mismo impacto en la organización y por tanto su peso

porcentual en la calificación final es diferente. Para la definición de dicho peso se utiliza el AHP, donde a partir de las comparaciones biunívocas definidas por el método se logra determinar el

peso porcentual tanto de los criterios como de los subcriterios. Dichos pesos son logrados gracias a la participación de las empresas encuestadas y al uso de las matrices AHP.

Es importante mencionar entonces, que para este estudio en particular se obtuvo información de 42 empresas manufactureras del Valle del Cauca, específicamente de Cali y su área industrial (se incluyen los municipios de Yumbo y Palmira). Dichas empresas se encuentran certificadas bajo la norma ISO 9001:2000. La información fue recolectada por medio de un cuestionario que diligenció cada uno de los responsables del sistema de gestión de la calidad de las empresas, el cual estaba orientado a medir la existencia de beneficios derivados del sistema de gestión de calidad en los criterios y subcriterios definidos.

Cada una de las personas encuestadas, calificó según la escala de Saaty [15] el impacto de cada criterio y subcriterio en el Sistema de Gestión de la calidad con respecto al desempeño global de la organización. Y también, clasificaron según su experiencia los criterios de acuerdo con la importancia relativa de ellos en el consolidado global del sistema de gestión de la calidad; esto con el fin de poder realizar el AHP para los criterios y definir sus pesos porcentuales en el resultado global. La información fue procesada y consolidada estadísticamente y mediante las matrices de comparación de criterios y subcriterios se definieron los pesos porcentuales de cada uno de ellos en la calificación global del beneficio. Estos ponderados se aprecian en la tabla 2, donde se evidencia que los criterios más importantes según las compañías estudiadas son el criterio cliente y el criterio productivo.

**Tabla 2** Ponderación de los criterios y subcriterios

		<b>Criterios</b>				
		<b>Cliente</b> (31%)	<b>Financiero</b> (18,7%)	<b>Productivo</b> (21,7%)	<b>Organizacional</b> (18,7%)	<b>Tecnológico</b> (9,9%)
<b>Subcriterios</b>	Ventas (13,9%)	Rentabilidad (28,9%)	Productividad (18,5%)	Orientación del personal (20%)	Transferencia de tecnología (20%)	
	Quejas y reclamos (7,6%)	Costo de las fallas (28,9%)	Devoluciones (20,8%)	Compensación y beneficios competitivos (20%)	Modernización de procesos (20%)	
	Precio (23,5%)	Costo de acciones preventivas (17,6%)	Cumplimiento (13,2%)	Evaluación del desempeño (20%)	Rediseño de procesos (20%)	
	Reconocimiento (17,7%)	Costo de acciones correctivas (24,7%)	Paradas (16,4%)	Comunicación interna (20%)	Estandarización de procesos (40%)	
	Satisfacción del cliente (13,9%)		Mantenimientos programados (14,7%)	Toma de decisiones y trabajo en equipo (20%)		
	Fidelidad de los clientes (23,5%)		Eficiencia (16,4%)			

Para entrar a definir la calificación individual, es decir; la calificación propia de cada empresa, el siguiente paso es realizar la calificación de cada subcriterio y criterio de acuerdo con la información recolectada en el cuestionario. Una vez calificados los criterios se obtiene la calificación global utilizando los ponderados de la tabla 2.

Para su clasificación dentro de las tres alternativas propuestas en la estructura jerárquica, se propone lo siguiente de acuerdo con el resultado global de la compañía que se está evaluando:

- *El Sistema de gestión de la calidad proporciona excelentes beneficios.* Cuando la calificación global se encuentre entre 7 y 9 puntos.
- *El Sistema de gestión de la calidad proporciona algunos beneficios.* Cuando dicha calificación se encuentre entre 4 y 6,9. Y finalmente,
- *El Sistema de gestión de la calidad no proporciona beneficios.* Si la calificación global es inferior a 4 puntos.

A continuación se presenta el ejemplo de dos empresas (cuyos nombres no se utilizan por motivos de confidencialidad), para mostrar la aplicación del método:

Primero, se calificaron los subcriterios, tal como se aprecia en la tabla 3. Estas calificaciones se ponderaron para obtener las calificaciones de los criterios (tabla 4) y finalmente, la calificación de cada criterio fue multiplicada por su peso porcentual para obtener la calificación final, que es la suma ponderada de los criterios. En este caso, la empresa 6 obtuvo una calificación final de 7,18, que según la jerarquía definida, equivale a decir que dicha empresa ha obtenido importantes beneficios con su sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2000. Por otro lado, la empresa 19 obtuvo una calificación de 3,34 lo cual equivale a afirmar que esta compañía no ha obtenido beneficios con su sistema de gestión.

**Tabla 3** Calificación de subcriterios empresas 6 y 19

Subcriterio	Calificación	
	Empresa 6	Empresa 19
Ventas	7	1
Quejas y reclamos	1	1
Precio	7	1
Reconocimiento	7	3
Satisfacción del cliente	7	1
Fidelidad de los cliente	7	1
Rentabilidad	9	5
Costo de las fallas	9	7
Costo de acciones preventivas	7	7
Costo de acciones correctivas	7	7
Productividad	9	5
Devoluciones	9	1
Cumplimiento	9	1
Paradas		1
Mantenimientos programados	7	1
Eficiencia	7	1
Orientación del personal	5	9
Compensación y beneficios competitivos	5	7
Evaluación del desempeño	5	7
Comunicación interna	9	3
Toma de decisiones y trabajo en equipo	9	3
Transferencia de tecnología	9	1
Modernización de procesos	9	1
Rediseño de procesos	9	1
Estandarización de procesos	9	5

**Tabla 4** Resultados de la Calificación de los criterios para las empresas 6 y 19

Criterio	Calificación	
	Empresa 6	Empresa 19
Cliente	6,6	1,4
Financiero	8,2	6,4
Productivo	6,9	1,7
Organizacional	6,6	5,8
Tecnológico	9	2,6

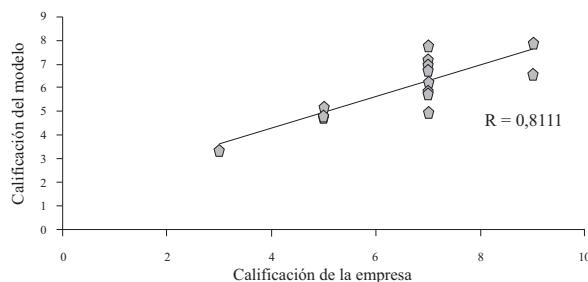
Este proceso se desarrolló para todas las empresas participantes en el estudio, y de acuerdo con los resultados se tiene que de las 42 empresas encuestadas el 98% obtuvo algún beneficio con la implementación del sistema (17% con calificaciones entre 7 y 9; y 80% con calificaciones entre 4 y 6,9), tal como se aprecia en la tabla 5.

**Tabla 5** Clasificación de las empresas de acuerdo con la calificación individual

Alternativas	Porcentaje de empresas
El Sistema de gestión de la calidad proporcionó excelentes beneficios	17 %
El Sistema de gestión de la calidad proporcionó algunos beneficios	80 %
El Sistema de gestión de la calidad no proporcionó beneficios	2 %

Esto quiere decir que según los criterios y subcriterios definidos, y el conocimiento de las personas responsables por el sistema de gestión de la calidad en dichas empresas, estas compañías han evidenciado mejoramiento asociado a sus sistemas de gestión ISO 9001:2000. Aunque este resultado no puede generalizarse a todas las empresas, es un dato importante y servirá como referente para aquellas compañías que estén en el proceso de decisión sobre implementar o no un sistema de gestión ISO 9001. Como último

paso, se requiere validar el método propuesto; es decir, verificar que el resultado del modelo refleja la realidad; para ello se planteó una última pregunta a los encuestados, con el fin de comparar los resultados obtenidos con el modelo y la percepción que tiene los encargados del sistema de gestión de la calidad, con respecto a los beneficios obtenidos después de implementar la ISO 9001:2000. En dicha pregunta, se interrogó a los encargados sobre su percepción acerca de los beneficios derivados del sistema de gestión de la calidad en la compañía y se comparó el resultado con los obtenidos a partir del modelo tal como se aprecia en la tabla 6 y la correlación de la figura 1, donde se muestra coherencia entre uno y otro, por lo cual se puede afirmar que el modelo es una herramienta útil en este propósito. Para el caso específico de las empresas 6 y 19 presentadas anteriormente, se aprecia que el resultado del modelo es equivalente con el de la empresa, tanto desde la perspectiva de obtener importantes resultados para la empresa 6, como la de no haber obtenido ningún beneficio para la empresa 19.



**Figura 1** Correlación entre la calificación del modelo y la de la empresa

**Tabla 6** Comparación entre la calificación del modelo con la calificación de la empresa

Empresa	Calificación modelo	Calificación representante de la empresa
1	5,82	7
3	5,74	7
5	5,81	7

Continuación Tabla 6

<i>Empresa</i>	<i>Calificación modelo</i>	<i>Calificación representante de la empresa</i>
6	7,18	7
7	6,24	7
8	6,56	7
14	6,79	7
15	6,18	7
19	3,34	3
21	6,19	7
24	4,71	5
25	4,77	5
27	4,96	7
28	7,88	9
30	6,55	9
34	6,8	7
36	6,9	7
39	5,14	5
41	7,74	7

### Conclusiones y recomendaciones

- Aunque es una primera aproximación en el tema, se ha logrado un resultado interesante y una propuesta que puede ser muy fácil de aplicar en las organizaciones. Sin embargo, para mejorar su aplicación y resultados, se sugiere para su implementación, que el cuestionario sea diligenciado por los encargados de los procesos propios a cada uno de los criterios y subcriterios involucrados.
- Se define un primer paso en el camino de la definición objetiva y sustentada en indicadores reales de la organización con respecto al beneficio o no que se logra con la implementación de la norma ISO 9001:2000.

- Gracias a la utilización del AHP se logra conjugar criterios objetivos como el financiero y productivo con otros menos cuantificables y más cualitativos como los relacionados con el personal y la satisfacción de los clientes.
- En futuros desarrollos sería interesante incluir la opción de desmejora, es decir, que a partir de la implementación del sistema de gestión de la calidad se contemple la opción de haber tenido perjuicios en la organización.

### Referencias

1. B. Larsen, T. Hakversjok. “Management by standards real benefits from Fashion”. *Scandinavian Journal of Management*. Vol. 17. 2001. pp. 457-480.
2. T. Stevenson, F. C. Barnes. “What industrial marketers need to know now about ISO 9000 certification. A review, update, and integration with marketing.” *Industrial Marketing Management*. Vol. 31. 2002. pp. 695-703.
3. N. Eitan, A. Marcus. “Financial performance, ISO 9000 standard and safe driving practices effects on accident rate in the U.S. motor carrier industry”. *Accident Analysis and Prevention*. Vol. 39. 2007. pp. 731-742.
4. J. McGuirea, D. M. Diltsb. “The financial impact of standard stringency: An event study of successive generations of the ISO 9000 standard”. *International Journal of Production Economics*. Vol. 113. 2008. pp. 3-22.
5. C. Corbett, M. Anastasia, J. Pans. “Global perspectives on global standards a economy survey of ISO 9000 and ISO 14000”. *ISO Management Systems*. Vol. 1. 2003. pp. 31-40.
6. C. Pavel, M. A. Balzarova. “The impact of ISO 9000 and ISO 14000 on standardisation of social responsibility—an inside perspective”. *International Journal of Production Economics*. Vol. 113. 2008. pp. 74-87.
7. S. Prakash. “Empirical assessment of ISO 9000 related management practices and performance relationships”. *International Journal of Production Economics*. Vol. 113. 2008. pp. 40-59.
8. T. Mile, D. Power, A. S. Sohal. “The longitudinal effects of the ISO 9000 certification process on business performance”. *European Journal of operational research*. Vol. 146. 2003. pp. 580-595.



9. U. Sigitas. "ISO system implementation in small and medium companies from new EU member countries: A tool of managerial and marketing benefits development". *Research in International Business and Finance*. Vol. 19. 2005. pp. 412-426.
10. M. Martínez, A. R. Martínez, T. Y. Choi. "Simultaneous consideration of TQM and ISO 9000 on performance and motivation: An empirical study of Spanish companies". *International Journal of Production Economics*. Vol. 113. 2008. pp. 23-39.
11. D. Shad, C. Uriasb. "An empirical study of ISO certification in the maquiladora industry". *International Journal of Production Economics*. Vol. 88. 2004. pp. 291-306.
12. A. Turk. "ISO 9000 in construction: An examination of its application in Turkey". *Building and Environment*. Vol. 41. 2006. pp. 501-511.
13. A. Tariq, A. S. Youssef. "An ISO 9001:2000-based framework for realizing quality in small businesses". *The international journal of management science*. Vol. 34. 2006. pp. 231-235.
14. R. Sroufe, S. Curkovic. "An examination of ISO 9000:2000 and supply chain quality assurance". *Journal of Operations Management*. Vol. 26. 2008. pp. 503-520.
15. T. Saaty. "How to make a decision: the analytic hierarchy process". *European Journal of Operational Research*. Vol. 48. 1990. pp. 9-26.
16. E. Forman, S. Gass. "The analytic Hierarchy Process – An exposition". *Operations Research*. Vol. 49. 2001. pp. 469-486.
17. R. Whitaker. "Criticisms of the Analytic Hierarchy Process: Why they often make no sense". *Mathematical and Computer Modelling*. Vol. 46. 2007. pp. 948-961.
18. S. Thomas. *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill. New York. 1980. pp. 287.
19. O. Vaidya, S. Kumar. "Analytic hierarchy process: An overview of applications". *European Journal of Operational Research*. Vol. 169. 2006. pp. 1-29.
20. H. William. "Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review". *European Journal of Operational Research*. Vol. 186. 2008. pp. 211-228.
21. K. Chin, S. Chiu, V.M.R. Tummala. "An evaluation of success factors using AHP to implement ISO 14001 based EMS". *International Journal of Quality and Reliability Management*. Vol. 16. 1999. pp. 341-361.
22. S. Murali, N. Yun Fei. "Evaluation of critical success factors of implementation of ISO 14001 using analytic hierarchy process (AHP): a case study from Malaysia". *Journal of cleaner production*. Vol. 16. 2008. pp. 1424-1433.
23. A. Petroni. "Developing a methodology for analysis of benefits and shortcomings of ISO 14001 registration: lessons from experience of a large machinery manufacturer". *Journal of cleaner production*. Vol. 9. 2001. pp. 351-364.
24. K. Chin, K. Pun, Y. Xu, J. Chan. "An AHP based study of critical factors for TQM implementation in Shanghai manufacturing industries". *Technovation*. Vol. 22. 2002. pp. 707-715.
25. J. Osorio, E. Díaz, K. Garro. *Definición de indicadores para la evaluación del beneficio asociado a un sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2000*. Documento de trabajo. Universidad del Valle. 2008. pp. 1- 25.