

SELECCION DE PROYECTOS DE SEIS SIGMA MEDIANTE EL USO DE AHP y ANP

Chacón Guzmán, E.; García Melón, M.^(P)

Abstract

Six Sigma is a relatively new business strategy based upon a systematic and well structured methodology that seeks to minimize the variability present in manufacturing or service processes. This work describes a methodology for the selection of six sigma projects based on the analytic network process (ANP) developed by Thomas Saaty. The methodology incorporates the Social Responsibility perspective to the four perspectives commonly used by the balanced scorecard, as a framework for the selection of projects for building a portfolio that optimizes its alignment with the organization's strategy, and for taking into consideration the environmental impact and eco-efficiency of the processes.

Keywords: six sigma, ANP, AHP, project selection, balanced scorecard, social responsibility

Resumen

Seis Sigma es una relativamente nueva estrategia de negocios basada en una metodología sistemática y bien estructurada para minimizar la variabilidad de los procesos de generación de productos y/o servicios. Este trabajo ilustra una metodología de selección de proyectos Seis Sigma, para optimizar la alineación de la cartera de proyectos con la estrategia corporativa, mediante el uso de dos técnicas de análisis multicriterio: el Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process) y el Proceso Analítico en Redes (Analytic Network Process) desarrollados por Thomas Saaty. En la metodología se incorpora la perspectiva de Responsabilidad Social a las cuatro comúnmente usadas por el Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) como marco para la alineación de los proyectos con la estrategia organizacional a fin de considerar los impactos ambientales y la maximización de la ecoeficiencia de los procesos.

Palabras Claves: seis sigma, AHP, ANP, selección de proyectos, balanced scorecard, responsabilidad social

1. Introducción

La metodología Seis Sigma fue acuñada por Motorola a finales de la década de los ochenta, buscando reducir a su mínima expresión los defectos o inconformidades que acompañan a los procesos de manufactura, probando ser exitosa en muy diversos sectores económicos incluyendo el de servicios. Sin embargo, la selección de proyectos para construir un portafolio sigue basándose casi exclusivamente en criterios financieros (disminución de costos y/o generación de más ingresos) [1], [2] y en herramientas que no incorporan todas las perspectivas propuestas por el Balanced Score Card para asegurar la selección de los proyectos que mejor se alinean con la estrategia de la organización.

En este artículo se presenta una breve descripción de la metodología Seis Sigma y de los instrumentos comúnmente usados para seleccionar y constituir una cartera de proyectos. Adicionalmente se realiza una propuesta nueva fundamentada en la aplicación de las metodologías de análisis multicriterio AHP (Analytic Hierarchy Process) y ANP (Analytic Network Process) [13] basándolas en el Balanced Score Card a las cuales se incorpora una nueva perspectiva, la de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) para seleccionar y constituir la cartera de proyectos Seis Sigma. De esta manera se provee de un método que

permite priorizar los proyectos buscando incorporar aquellos que mejor se alineen con la estrategia organizacional y provean una ventaja competitiva, a la vez que se facilita la asignación óptima de los recursos. La motivación de incorporar la perspectiva RSC es para tener en cuenta en la selección de proyectos de Seis Sigma los aspectos ambiental y social propuesto por la Global Reporting Initiative (GRI) que es una de las tres dimensiones (Triple Bottom Line – TBL) aceptadas como estándar junto con la económica y la social.

Las propuestas metodológicas se aplican a un caso en el cual se quieren priorizar tres proyectos a ser ejecutados usando la metodología seis sigma y sobre los cuales no se tiene información económica cuantificada. Dado que ambas técnicas, AHP y ANP son idóneas para trabajar en contextos con escasa información o información cualitativa, la determinación de las prioridades se podrá realizar sólo teniendo en cuenta los juicios de los expertos con respecto a los criterios y alternativas a considerar

2. ¿Qué es seis sigma?

El término seis sigma se deriva del uso de la letra griega σ en estadística para identificar la variabilidad o dispersión de un conjunto de valores. Justamente, las más poderosas herramientas usadas por la metodología son de naturaleza estadística. En 1987, el impacto de la competencia extranjera en varios de sus productos forzó a Motorola a la conformación y ejecución de su Proyecto “Bandido” que consistió, como la misma compañía expresa, en “robar” las mejores prácticas de las mejores compañías a fin de recuperar el negocio de los buscapersonas. El éxito de este proyecto les permitió vincular los conceptos de especificaciones del producto y capacidad de procesos. El cálculo de la capacidad de proceso se convirtió en defectos por millones de oportunidades (DPMO) un término comúnmente usado hoy día. El éxito de Motorola le llevó a ganar el premio de calidad estadounidense Malcolm Baldrige en 1988. La adopción de la metodología y su exitosa implementación por otras compañías como IBM y General Electric, permitió su difusión y evolución. El término seis surge cuando Motorola fija como meta alcanzar una disminución de la variabilidad de sus procesos que solo le produzca 3,4 defectos por cada millón de oportunidades.

En un principio la metodología estaba conformada por las fases Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, pero IBM le incorporó como primera fase la de Definición al detectar la necesidad de asignar apropiadamente los recursos a los proyectos a través de una clara definición de sus objetivos y alcances.

La filosofía seis sigma logra correlacionar la calidad de los productos, la satisfacción del consumidor y la reducción de costos, por lo que la hace muy atractiva a los ojos de la estrategia corporativa.

3. Seis Sigma y Balanced Scorecard

La metodología seis sigma está fuertemente orientada hacia el cliente y entre sus primeros pasos está una clara identificación de éste y de los problemas y necesidades que confronta. La metodología comprende una serie de fases identificadas por el acrónimo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) y en su primera fase propone identificar y definir el problema u oportunidad a través de herramientas que permiten captar los requerimientos del cliente y traducirlos en especificaciones de calidad. De igual manera, la filosofía propone que los resultados de los proyectos sean vinculados al impacto financiero (“bottom line”) a fin de convencer a la gerencia corporativa de los beneficios obtenidos a través de la implementación de la metodología [2], [4], [5]

Justamente, seis sigma por estar centrada en el cliente o consumidor y por expresar sus resultados en términos monetarios, aunado a los antecedentes de incrementar notablemente

la competitividad de las organizaciones, es de importancia estratégica para aquellas corporaciones que deciden adoptarla. De allí la necesidad de proponer un marco de análisis estratégico apropiado, como cuadro de mando integral (“balanced scorecard”) para asegurar que la selección de los proyectos es la que maximiza el éxito de la estrategia corporativa [6], [7], [8]. La ventaja de utilizar un marco de referencia como el cuadro de mando integral en la selección de proyectos es que toma en cuenta las perspectivas que tradicionalmente considera seis sigma como son la financiera, la del cliente y la operacional y le agrega la perspectiva de Recursos Humanos que es aquella que permite ver como se maneja el capital humano dentro de una organización para permitir que el negocio opere apropiadamente.

Sin embargo, el cuadro de mando integral no propone la perspectiva de Responsabilidad Social quizás porque la necesidad de tener ésta en cuenta en las estrategias corporativas es de más reciente data y porque todavía la gran mayoría de los ejecutivos ven los asuntos sociopolíticos y ambientales como riesgos y problemas en lugar de oportunidades [9].

4. Responsabilidad social y Balanced Scorecard

En los últimos años ha surgido una preocupación por alcanzar un desarrollo sostenible ya que se sabe que no se puede seguir creciendo económicamente a expensas del ambiente y el total agotamiento de los recursos naturales. El Dow Jones Index for Sustainability define la Responsabilidad Social Corporativa como: “un enfoque de negocios que crea valor a largo plazo para los accionistas al aprovechar las oportunidades y gestionar los riesgos que se derivan de los desarrollos económicos, social y ambiental”. Como se puede ver, esta definición abarca una gama amplia de valores y asuntos corporativos como son la reputación, la transparencia, el impacto social, la ética y la sociedad civil.

Recientes estudios demuestran como el desarrollo sostenible y la responsabilidad social afectan la reputación y las finanzas de las corporaciones [9], por lo que ignorar esta respectiva luce muy riesgoso en el contexto actual.

Un aumento en la conciencia conservacionista de los consumidores y otras fuerzas fuera del control de las corporaciones han cambiado en los años recientes el panorama de los mercados, obligando a las organizaciones a echar un vistazo a la Responsabilidad Social. Actualmente en el panorama económico es común detectar las siguientes fuerzas que le influyen en mayor o menor medida [10]: Cambios climáticos globales, Contaminación Ambiental y Salud Pública, Globalización Económica, Mayor demanda energética, Erosión de la confianza, Consumidores “verdes”, Accionistas activistas, Sociedad Civil y ONGs, Gobierno y sectores reguladores, y Sector Financiero.

Una investigación llevada a cabo por KPMG sobre Responsabilidad Social Corporativa en 2005 arrojó como resultados que los motivos que llevan a las corporaciones a adoptar la Responsabilidad Social son [11]: Consideraciones Económicas, Consideraciones éticas, Innovación y aprendizaje, Motivación de los empleados, Gestión y reducción de riesgos, Acceso a capitales y aumento del valor accionario, Reputación de la marca, Posicionamiento y participación de mercado, Mejora de relaciones con proveedores, Reducción de Costos

Los cambios antes referidos han motivado a que muchas empresas estén adoptando el reporte de la Triple Bottom Line (TBLdesempeño e impactos económicos, sociales y ambientales) de acuerdo a los lineamientos de la Global Reporting Initiative (GBL) los cuales son los aceptados internacionalmente [9], [10]. En virtud de que las estrategias tradicionales como diferenciación de productos son difíciles de sostener por la presencia y uso de técnicas de ingeniería inversa y benchmarking, así como lo es la diferenciación del servicio debido al mensaje continuo de satisfacción de un cliente cada día más exigente y a lo efímero de detentar un liderazgo en costos cuando la competencia está constantemente

reduciendo tiempos de ciclo y defectos a través de una serie de técnicas de gestión de costos y de mejoramiento operacional, se hace imperativo recurrir a otras fuentes de obtención de ventajas competitivas.

Lo que no parece efímero es la necesidad de que las organizaciones sean responsables socialmente y sean perseverantes en sus esfuerzos por alcanzar un desarrollo sostenible, de allí que se empiece a ver a la Responsabilidad Social Corporativa como una fuente de ventajas competitivas, por lo que la inclusión de la perspectiva de la Responsabilidad Social para complementar las propuestas por el cuadro de mando integral se hace imperiosa.

5. El método AHP

La selección de proyectos para construir una cartera o portafolio es un problema clásico de decisión multicriterio. Desde la década de los sesenta ha habido investigación intensa en este campo conocido como Análisis de Decisiones Multicriterio (MCDA) y uno de sus resultados más notables es la metodología desarrollada por el Dr. Thomas Saaty conocida como Analytic Hierarchy Process (AHP) [12]. Esta metodología permite a los decisores modelar un problema complejo en una estructura jerárquica.

El método AHP presenta tres fases: descomposición, juicios comparativos y síntesis [13]. En la fase de descomposición los elementos del problema de decisión son estructurados en una jerarquía. El elemento superior de la jerarquía es el objetivo general del problema. En el nivel siguiente se ubican los criterios generales que impactan directamente al objetivo general. La jerarquía desciende desde lo general hasta lo particular hasta un nivel de subcriterios en el cual puedan ser evaluadas las alternativas ubicadas en el nivel más bajo. La estructura de AHP sólo permite dependencias entre elementos de niveles vecinos teniendo como única dirección de impacto hacia los niveles superiores y asumiendo que los elementos de un mismo nivel son mutuamente independientes.

En la fase de juicios comparativos los elementos de un mismo nivel de la jerarquía son comparados en pares en cuanto a la intensidad del impacto que producen sobre un elemento situado en un nivel superior. En esta comparación se suele usar una escala sugerida por Saaty del 1 al 9 en la cual una puntuación de 1 significa indiferencia entre los elementos comparados y 9 una muy marcada dominancia de un elemento sobre otro. Estas comparaciones sirven para construir matrices llamadas de comparación pareada de las que se obtiene una escala relacional a través del cálculo de sus autovectores que son presentados en forma normalizada. Los elementos de este vector proveen los pesos locales que representan la importancia relativa de los elementos de un mismo nivel sobre un elemento del siguiente nivel superior, con respecto a un atributo común.

La última fase es la de síntesis en la cual luego de determinar los pesos globales de todos los niveles hasta llegar al nivel más bajo y haber hecho la comparación de las alternativas con respecto a los elementos de ese nivel, se obtiene un vector de prioridades.

6. Aplicación de AHP para la selección de proyectos seis sigma

En este caso el objetivo general es el de seleccionar el o los proyectos que presenten el mayor grado de alineación con la estrategia trazada por la organización. Para ello se usará como criterios los derivados de las perspectivas de BSC a la cual se le agrega la de Responsabilidad Social y el criterio de Factibilidad de ejecución. De esta manera los criterios a considerar son Financiero, Operacional, Clientes, Recursos Humanos o Empleados, Responsabilidad Social y Factibilidad. Los primeros cuatro criterios se derivan del BSC [6]. El criterio Financiero fija metas e indicadores de esta índole para hacer seguimiento a cómo ven la organización los accionistas. El criterio Operacional o perspectiva interna de la empresa permite ver en qué debe ser mejor la empresa. El de los clientes es imprescindible

en seis sigma así como el criterio de los Empleados para considerar la perspectiva de la innovación y aprendizaje dentro de la organización. El criterio Responsabilidad Social se justifica por lo expuesto anteriormente y por último el criterio Factibilidad para considerar el grado de posibilidad técnica y de ejecución por la disponibilidad de recursos de los proyectos propuestos.

Cada uno de estos criterios se evalúa a través de atributos propios o subcriterios. Para el criterio Financiero se presentan los atributos Reducción de Costos e Incremento de Ingresos, para el Operacional, Reducción de Tiempos de Ciclo, Incremento de la Calidad del producto o servicio y Estandarización de Procesos; en el caso del criterio Clientes se usarán los atributos Satisfacción con el producto o Servicio y generación de Nuevos Negocios, para el criterio Empleados se consideran los atributos Retención-Atracción e Incremento de Capacidades o Conocimientos. Para el criterio Responsabilidad Social se proponen los atributos Reducción del uso y diversidad de Materiales, Reducción del Uso de Energía y la Reducción de Desperdicios o Desechos. Finalmente, para el criterio Factibilidad se toman en cuenta la factibilidad Técnica, lo cual implica posesión o posibilidad de adquirir la tecnología requerida, y la Disponibilidad de Recursos (humanos, materiales, financieros, etc.).

Como alternativas se consideran 3 proyectos: Mejoramiento de Procesos con el cual se pretende detectar y neutralizar las fuentes de variabilidad de un proceso que son las que originan las no conformidades o defectos en el producto o servicio que rinde dicho proceso. En seis sigma cuando se habla de mejorar procesos lo primero que se piensa es en identificar las fuentes de variabilidad de dicho procesos y determinar la manera de neutralizarlas o al menos reducirlas en lo posible. La segunda alternativa es el proyecto ISO 14000 cuya meta es la obtención de la certificación en una de la serie de normas como por ejemplo el 14001. Este proyecto permitiría documentar y estandarizar los procesos desde el punto de vista ambiental con el agregado de la implantación de un sistema de gestión ambiental. Finalmente, el tercer proyecto es el de implantación de un sistema automatizado de Gestión de Inventarios de productos terminados, semiacabados y materia prima, de manera de hacer un mejor seguimiento de dichos productos y tener mejores tiempos de respuestas en sus entregas a los clientes externos e internos a la organización.

La estructura jerárquica de este problema se presenta en la figura 1.

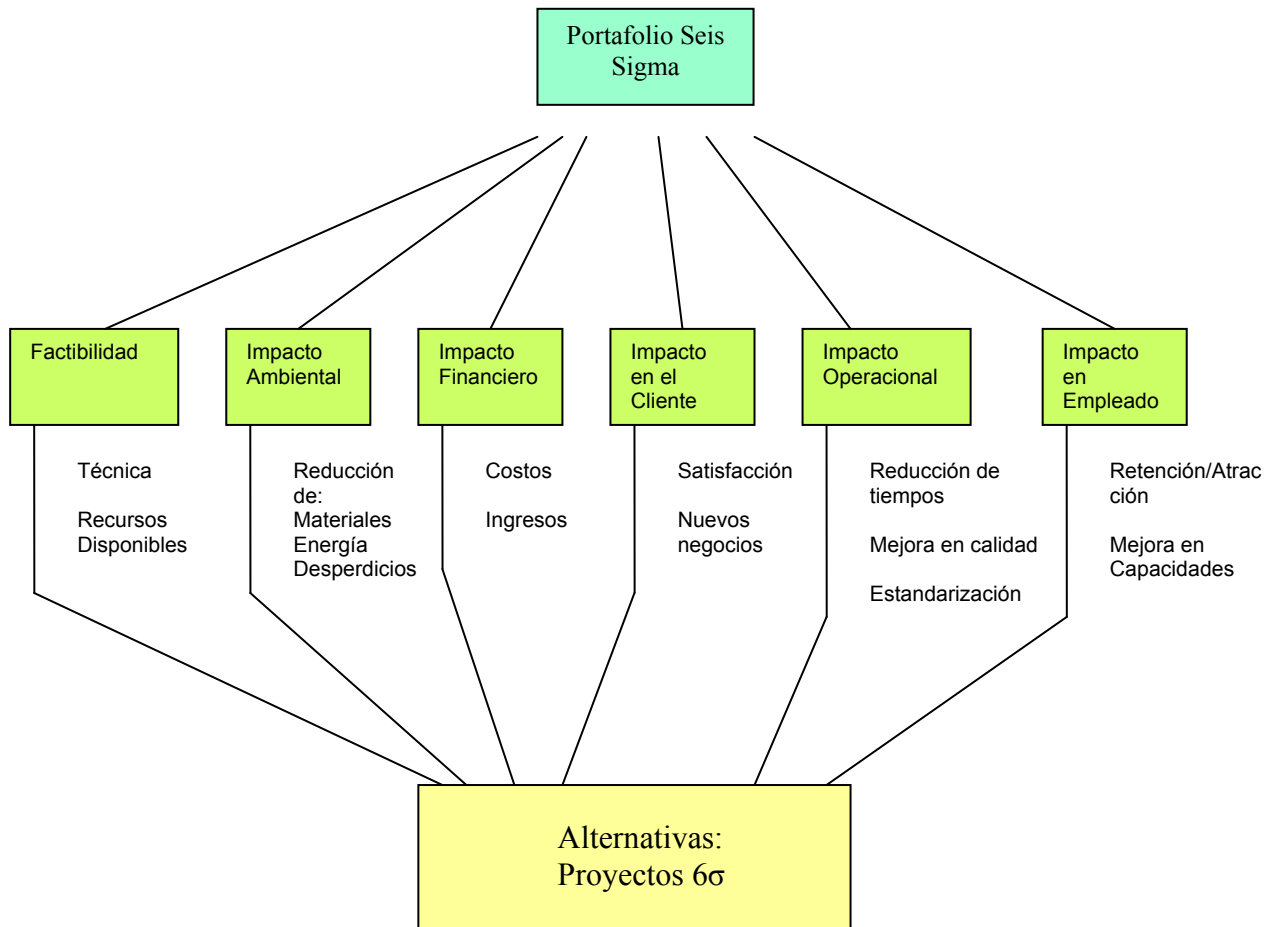


Figura 1. Modelo Jerárquico

Para la fase de los juicios comparativos se buscaron 3 expertos los cuales fueron seleccionados en base a la posesión de una certificación en el ámbito de calidad otorgada por alguna institución con reconocimiento internacional. En este caso se obtuvo el juicio de dos Green Belts y un Black Belt certificados por la American Society for Quality.

Un Green Belt es una persona que forma parte del equipo de un proyecto de seis sigma, que ha recibido entrenamiento en la metodología y en la aplicación de las distintas herramientas e instrumentos que la conforman y que ha demostrado a través de la obtención de una certificación que posee el conocimiento para participar en este tipo de proyectos.

Un Black Belt funge como líder de proyectos en un equipo seis sigma debido a su mayor conocimiento de las distintas técnicas estadísticas y de gestión de proyectos y que posee una certificación que lo acredita como tal.

Para la obtención de los juicios de los expertos se diseñó un cuestionario para que expresaran su opinión usando la escala propuesta por Saaty del 1 al 9 en la comparación de dos elementos de un mismo nivel con respecto a su importancia o impacto sobre un elemento de un nivel superior. El cuestionario contestado por los 3 expertos sirvió para armar las matrices de comparación pareada de las cuales se muestra a continuación.

META	Fac tibili dad	Ambien te	Finanz as	Client es	Operacio nes	Emplea dos	Pesos %	Consistencia	IC%
Factibilidad	1	1	1/6	½	1/5	1	5.87	6.24	3.72%
Ambiente	1	1	¼	1/3	1/3	2	8.60	6.17	
Finanzas	6	4	1	1	2	2	29.29	6.32	
Cientes	5	3	1	1	1	4	26.22	6.22	
Operaciones	5	3	½	1	1	3	22.50	6.27	
Empleados	1	1/2	½	¼	1/3	1	7.50	6.18	

Tabla 1. Matriz de comparación pareada

Como se puede ver, los criterios de mayor peso son el Financiero, el impacto en los Clientes y el impacto Operacional, en ese orden. El índice de inconsistencia (IC) fue de 3.72% para este nivel, bastante por debajo del 10% que es el máximo admisible. La variación geométrica de los juicios estuvo ligeramente por encima de 1, lo que se considera bajo e indicativo de juicios con pocas discrepancias o diferencias.

Una vez culminada las comparaciones pareadas, se procedió a calcular los pesos locales y pesos globales. La figura siguiente muestra estos últimos.

La fase de síntesis arrojó como resultados las siguientes prioridades para los proyectos:

Proyecto	Prioridad %
Mejora de Procesos	56.97
ISO 14000	30.36
Gestión de Inventarios	12.67

Tabla 2. Pesos obtenidos por AHP.

Por un margen amplio el proyecto de Mejora de Procesos es la primera prioridad y claramente el de obtención de la certificación ISO 14000 es la segunda. Se efectuó un análisis de sensibilidad usando Solver y variando los pesos de los criterios, encontrándose que la única manera que cambien las prioridades es que aumente el peso de la factibilidad y los pesos de impacto financiero, en clientes y operacionales se igualen en 15.35%, permitiendo que el proyecto ISO pase a ser la primera prioridad, lo cual tiene lógica ya que un proyecto de certificación es esencialmente la documentación de procesos e implantación de un sistema de información ambiental, lo cual en principio presenta una alta factibilidad y

una baja demanda de recursos en contraposición a uno de Mejora de Procesos, el cual requiere de una alta dosis de tecnología y disposición de recursos.

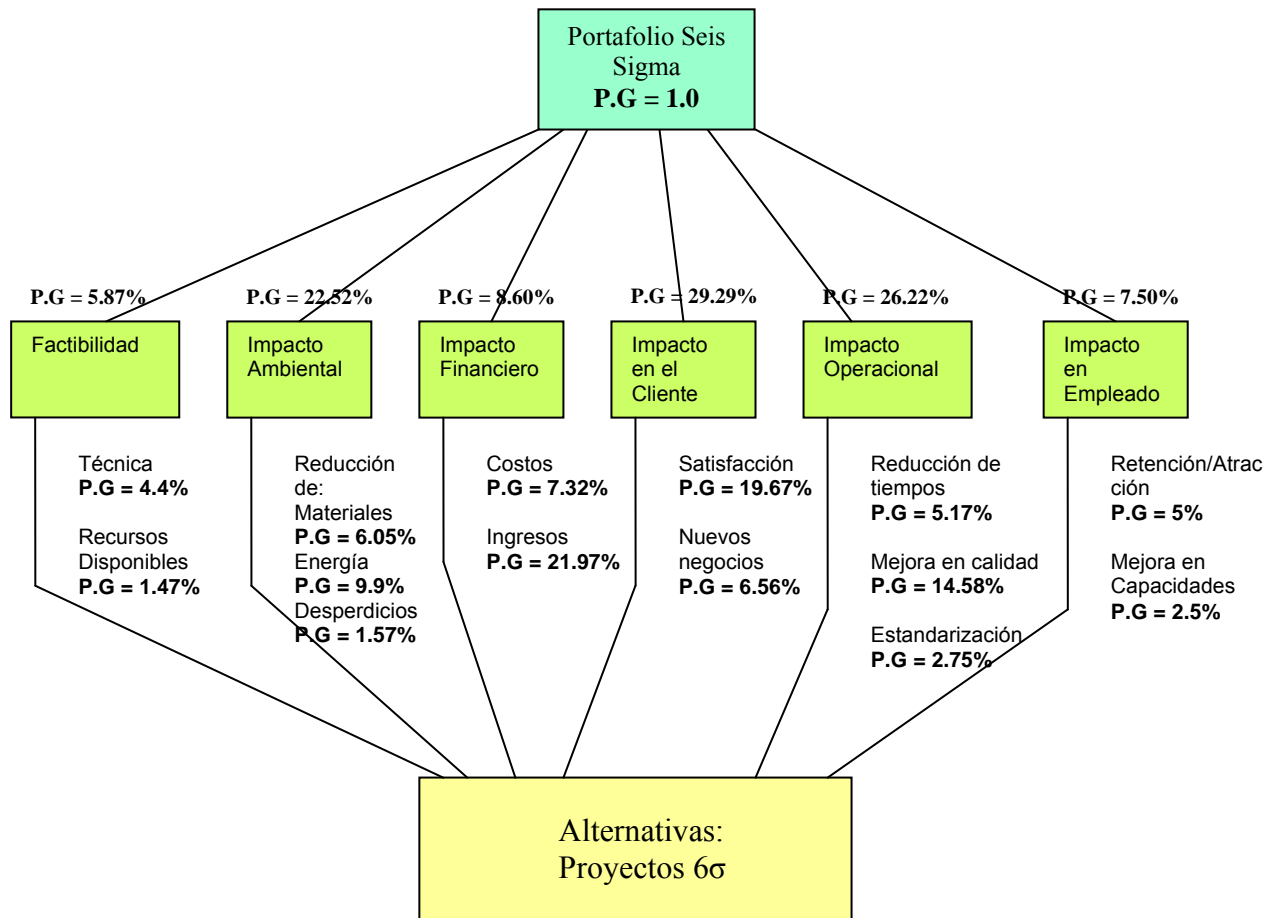


Figura 2. Pesos Globales

7. El método ANP

En muchos problemas no es suficiente modelar el problema a través de una estructura jerárquica ya que se requiere tomar en cuenta la influencia o dependencia entre componentes en un mismo nivel o con los de los otros niveles e incluso consigo mismo, lo cual es denominado realimentación. El ANP provee una solución a este tipo de problemas en donde el caso de la estructura jerárquica con influencias sólo entre niveles y en la dirección ascendente de los niveles es sólo un caso particular. El término nivel en AHP es reemplazado por el término grupo o "cluster" o también componentes en ANP, mientras que a los atributos o subcriterios se les llama elementos.

La fase de descomposición existe en ANP sólo que en lugar de construir una estructura jerárquica se define una red con las respectivas influencias o dependencias. La fase comparativa es similar a la de AHP, sin embargo, en la fase de síntesis hay diferencias. En ANP, los vectores de prioridades derivados de las matrices de comparación pareadas no son sintetizados de manera lineal como en AHP sino que se usan para construir lo que Saaty [13] llama una supermatriz, colocándolos en columnas determinadas por la influencia que un componente ubicado a la izquierda de la matriz pueda tener en otro componente ubicado en el tope de la matriz (dependencia exterior) o con elementos del mismo

componente (dependencia interior o realimentación). En el caso de que un elemento de un componente no tenga influencia en otro elemento de otro componente o con uno del propio componente, se coloca un cero. Esta supermatriz debe ser estocástica en sus columnas a fin de facilitar el cálculo de sus límites. Para asegurar que la matriz sea estocástica se necesita comparar los componentes a la izquierda de la matriz con los que están en la fila tope cuando haya influencia. Las prioridades resultantes de estas comparaciones se usan para ponderar los vectores columnas obtenidos de las comparaciones entre elementos y resultando en una matriz estocástica por columnas. Esta supermatriz estocástica es multiplicada por sí misma hasta que los elementos de sus columnas convergen a un número. Finalmente se normaliza los valores correspondientes al vector alternativas para obtener las prioridades correspondientes.

8. Aplicación de ANP para la selección de proyectos seis sigma

En el problema de selección de proyectos de seis sigma es notoria la presencia de interdependencias o influencias entre componentes y elementos. Por ejemplo, una reducción de los tiempos de ciclo en un proceso implica muy probablemente una reducción de costos y la posibilidad de incrementar los ingresos al aumentar la capacidad de producción, así como una posible reducción del volumen y diversidad de materiales. Asimismo, un incremento en las capacidades de los empleados va a permitir mejorar los procesos, o la ejecución de un proyecto de obtención de certificación ISO puede atraer a un segmento de consumidores, aumentar la capacidad de los empleados y estandarizar los procesos. El análisis de estas influencias o interdependencias arrojó el siguiente modelo en red:

8.1 Red- clusters

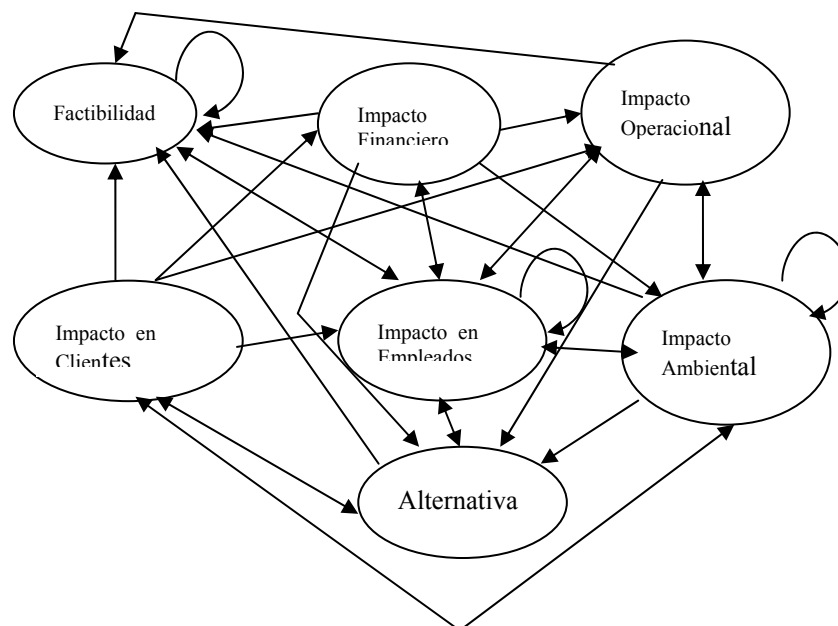


Figura 3. Modelo en Red para la selección de proyectos 6σ

8.2 Comparaciones pareadas en ANP

Al igual que en el caso de AHP, se crearon matrices de comparación pareadas para captar los juicios de los expertos sobre la influencia de los elementos con respecto a los componentes y de estos con respecto a otros componentes.

Es de hacer notar que esta fase fue más difícil en comparación a la correspondiente a AHP y que el proceso de captación de los juicios de los expertos se llevó a cabo presencialmente debido a que se encontraba que las inconsistencias se producían con frecuencia y en grados a veces bastante alto. También es menester mencionar que esta fase fue mucha más laboriosa debido al número de comparaciones pareadas que se realizaron.

8.3 Síntesis

La supermatriz resultante de las comparaciones pareadas resultó de dimensiones 17x17 y se necesitó un gran número de iteraciones para que convergiera. El vector de prioridades resultantes se muestra en la tabla a continuación:

PROYECTO	PRIORIDAD %
Mejora de Procesos	62.69
ISO 14000	28.97
Gestión de Inventarios	8.34

Tabla 3. Pesos obtenidos por ANP.

8. Conclusiones

El problema de selección de proyectos de seis sigma presenta un alto grado de interdependencias por lo que es adecuado para su análisis a través del Proceso Analítico en Redes. Los resultados obtenidos a través de ANP fueron los mismos que los obtenidos a través de AHP y los valores de las prioridades similares, lo cual se puede interpretar como una confirmación de las prioridades. La interdependencia observada entre los criterios y subcriterios no fue un factor que impactara los resultados de manera que fuesen radicalmente distintos a los obtenidos a través de AHP.

La utilización de ANP y AHP resultó adecuada para recoger juicios cualitativos que orienten en la selección de proyectos que mejor se alineen con la estrategia de la organización, a la vez que permite la incorporación de la perspectiva Responsabilidad Social Corporativa como una nueva fuente de posibles ventajas competitivas a ser tomada en cuenta en el proceso de toma de decisiones. De igual manera ANP facilita el análisis estratégico en caso de cambios en el entorno donde se desenvuelve la corporación al permitir la incorporación de nuevas estrategias que pueden impactar en la cartera de proyectos al cambiar el peso de los criterios, lo cual se puede evaluar a través de un análisis de sensibilidad.

Debe mencionarse que no se encontraron problemas de inconsistencias cuando el análisis se hizo con AHP, sin embargo éstas fueron frecuentes cuando se usó ANP lo cual se atribuye al tamaño de las matrices de comparación pareada. Ello hace a este método un tanto engorroso, sobretodo en lo que a consultar a los expertos se refiere para la resolución de las inconsistencias.

Se recomienda ampliar este estudio incorporando alternativas que a priori tengan mayor impacto en cada una de las perspectivas del Balanced Scorecard y expandiendo el grupo de

expertos a fin de captar una mayor variabilidad en los juicios y analizar el impacto de ésta en las prioridades. Una técnica recomendada para analizar el impacto de la variabilidad presente en los juicios de los expertos podría ser la simulación de Monte Carlo.

Referencias

- [1] Bertels, Thomas and George Patterson, "Selecting Six Sigma Projects that Matter", *Six Sigma Forum Magazine*, Vol. 3, No 1, November 2003, pp. 13-15
- [2] Gowen III, Charles, "How to Implement Six Sigma for Maximum Benefit", *Sigma Forum Magazine*, February 2002, Vol. 1, No 2, pp. 27-30
- [3] Folaron James, "The Evolution of Quality", *Six Sigma Forum Magazine*, Vol. 2, No 4, August 2003, pp. 38-44
- [4] Harry, Mikel J, "Six Sigma: A Breakthrough Strategy for Profitability", *Quality Progress*, May 1998, pp. 60-64
- [5] Mader, Douglas, "How to Identify and Select Lean Six Sigma Projects", *Quality Progress*, July 2007, pp. 58-60
- [6] Kaplan, Robert S. and David P. Norton, "*El Balanced Scorecard: Mediciones que impulsan el desempeño*", *Harvard Business Review*, Vol.83, Número 7, Julio 2005
- [7] Kendrick, John and Dan Saaty, "Use of Analytic Hierarchy Process for Project Selection", *Six Sigma Forum Magazine*, Vol. 6, No 4, August 2007, pp. 22-29
- [8] Lawton, Robin, "Balance your Balanced Score Card", *Quality Progress*, March 2002, pp. 66-71
- [9] Stephenson, Carol, "Boosting the Triple Bottom Line", *Ivey Business Journal*, January-February, University of Western Ontario, 2008
- [10] Willard, Robert, "The Next Sustainability Wave", *New Society Publishers*, Abril 2005
- [11] KPMG, "*International Survey on Corporate Social Responsibility*", 2005, obtenido de www.kpmg.com/Industries/IM/Other/CRSurvey.htm
- [12] Raiborn, Cecily, Joyner, Brenda and James W. Logan, "ISO 14000 and the Bottom Line", *Quality Progress*, November, pp. 89-93
- [13] Saaty, Thomas, "Theory and Application of the Analytic Network Process", *RWS Publications*, Pittsburgh, USA, 2005

Correspondencia (Para más información contacte con):

Eleazar Chacón Guzmán
Departamento de Procesos y Sistemas, Facultad de Ingeniería, Edificio Corimón.
Urbanización Terrazas del Ávila, Caracas 1073, Venezuela.
Phone: +58 212 240. 3493
E-mail: echacon@unimet.edu.ve