

Propuesta de una metodología para la toma de decisiones para evaluar procesos de inversión en tecnologías de información

Eduardo Alberto Contreras Bahamondes¹, Luis Manuel Sánchez y Bernal²

econtreras@syachile.cl, luis.sanchez@usach.cl

(1) Empresa S&A Consultores

(2) Universidad de Santiago, Facultad de Ciencia, Departamento de Matemática y Ciencia de la Computación

Resumen: Ante la posibilidad de llevar a cabo un proceso de inversión en tecnologías de información, toda empresa se plantea, como un problema de toma de decisiones, en que la elección sea el resultado de la evaluación de un grupo de variables que le permitan generar diversidad y análisis de diferentes tipos de situaciones de inversión que le permitan evaluar su proceso particular de inversión y el impacto que ella genera en la funcionalidad operativa y el beneficio económico de la empresa. Frente a esta realidad, es que la presente investigación se orienta a la propuesta de una metodología que ayude a la toma de decisiones de los distintos responsables que participan en el proceso de inversión, para seleccionar de manera fundamentada la mejor alternativa para su inversión tecnológica.

Palabras clave: Proceso de toma de decisiones, inversión tecnológica, tecnologías de información, matriz de relacionamiento de impactos económicos.

Abstract: At the possibility of carrying out a process of investment in information technology, every company arises as a problem of Decision Making in the election is the result of the evaluation of a set of variables that allow generating diversity and analysis of different types of investment situations, that particular process could be measured investment and the impact that it generates operational functionality and economic benefit of the company. Face this reality, is that the present investigation is oriented to proposing a methodology to help decision makers of various participating in the investment process, a reasoned to select the best option for your technology investment.

Keywords: decision making process, technology investment, information technology, matrix economic impacts relationships.

1. Introducción

El entorno socio-económico en que actualmente se encuentran las empresas, motivado por la fuerte globalización de los mercados y la rápida aceleración del cambio tecnológico, lleva a éstas a la necesidad de operar en forma de organizaciones más ágiles y flexibles que le permitan trabajar de manera más competitiva para sus clientes e innovar mediante el desarrollo o la mejora de procesos.

Esto puede observarse en proyectos de ingeniería de software donde situaciones de toma de decisión es una actividad esencial, que forma parte de la fase creativa del proyecto, sin la cual éste no puede progresar. De esta manera, durante el desarrollo de un proyecto, se toman decisiones complejas. Esta complejidad viene marcada por el entorno de incertidumbre en el que se desarrollan, por ejemplo: la trascendencia que muchas de estas decisiones tienen para el proyecto, debido a las responsabilidades que ello implica para los jefes de proyecto, por los agentes implicados o afectados por la decisión adoptada y por los diferentes criterios o puntos de vista que hay que tener en cuenta y que, a menudo, están en conflicto. En general, un proceso de toma de decisiones se estructura en función de cuatro factores [Sánchez 2006] [Zhang 2004]:

- ✓ La estructuración de los problemas de decisión con el establecimiento final de la matriz de decisión que será objeto de estudio.
- ✓ El análisis del problema de decisión mediante la aplicación de metodologías de decisión.

- ✓ El ambiente donde se desarrollan los problemas de decisión.
- ✓ Finalmente, la ordenación final de las alternativas que serán objeto de estudio.

2. Evaluación de inversiones en tecnologías de información

Las primeras inversiones empresariales en tecnología de información (conocido como TI) se materializaron en sistemas de información transaccionales destinados exclusivamente a automatizar actividades rutinarias, lentas y costosas, pero bien estructuradas. Estas aplicaciones reemplazaban al trabajo humano y estaban destinadas a obtener economías de costes y a incrementar la productividad de forma similar a como lo habían hecho las máquinas desde la Revolución Industrial. No resulta sorprendente que las empresas argumenten esta analogía operativa para aplicarles métodos de evaluación financiera propios de los equipos industriales [Piñeiro 2003].

En la actualidad, la evaluación de inversiones en tecnologías de la información sigue basándose fundamentalmente en medidas financieras, con especial mención del análisis coste-beneficio. De esta manera, el indicador de rendimiento del proyecto relaciona el resultado neto económico imputable al proyecto dividido entre su respectiva inversión por cada período de gestión [Aroba 2003] [Contreras 2012]. Este cálculo obliga a estimar los ingresos y gastos generados por el proyecto en cada período, lo que en el caso de los sistemas de

información, es no sólo complejo, sino también objetable debido a las siguientes causas:

- No existe una relación precisa de causalidad entre la inversión en tecnologías de la información y los indicadores financieros, cuyo valor es el resultado de la conjunción de múltiples procesos y eventualidades que pueden tener poco o nada que ver con el sistema de información. En otras palabras, la empresa más rentable no es necesariamente la que posee la mejor infraestructura de información, de igual forma que la instalación de un sistema de información no garantiza una mejora del rendimiento económico agregado.
- Los proyectos de inversión en tecnologías de la información conllevan elementos de valor, coste y riesgo de naturaleza intangible. La exclusión de los factores irreductibles o imponderables ha sido una práctica relativamente habitual en la selección de proyectos, que persiste en el caso de los sistemas de información con el argumento que estos intangibles no son cuantificables en términos financieros, no son ciertos, o no producen utilidades a corto plazo. Sin embargo, esta simplificación es desacertada, ya que los factores irreductibles constituyen una parte significativa de las fuentes de coste y utilidad de las tecnologías de la información.

La dificultad para evaluar satisfactoriamente los proyectos de inversión parece ser un problema relativamente común entre las empresas. De hecho, ha sido señalada como uno de los principales obstáculos para la adquisición de nuevas tecnologías. Más allá de lo puramente académico, la evaluación de inversiones en sistemas de información ha cobrado nuevo interés con la emergencia del comercio electrónico minorista, de los modelos de organización virtual y, en general, de las estrategias de negocios basadas en TI.

2.1. Aplicación de las técnicas de decisión multicriterio

Uno de los elementos recurrentes en la literatura sobre evaluación y selección de TI [Contreras 2012] [Piñeiro 2003] [Zhang 2004] es la relación entre los objetivos financieros representados, fundamentalmente, por el rendimiento y la productividad, y los objetivos de negocios, expresados genéricamente por el apoyo a la gestión de la empresa. La más moderna visión de negocios tiende a conceder preponderancia a los objetivos organizacionales y estratégicos, aunque no prejuzga el uso de los criterios financieros, ya que, en definitiva, la organización debe garantizar que sus recursos se asignen de manera eficiente.

En la medida en que se pretende alcanzar un grado satisfactorio en el cumplimiento simultáneo de varios objetivos, que son en parte contradictorios, la selección de inversiones en TI puede ser contemplada como un problema de decisión multicriterio donde, adicionalmente, concurren factores cualitativos.

Una primera alternativa es el uso de modelos de programación por metas, sin embargo el objetivo del decisor suele ser una aspiración específica como un grado

aceptable de cumplimiento en todos los objetivos. Por lo tanto, una alternativa a considerar son los métodos de decisión multicriterio, que emplean una lógica basada en la búsqueda de soluciones satisfactorias que concilien aceptablemente los logros en cada uno de los objetivos, de modo a facilitar la integración de los elementos no monetarios de valor y riesgo. A seguir se presenta un método de decisión multicriterio, denominado Proceso Jerárquico Analítico (Analytic Hierarchy Process - AHP), con mayor difusión en las empresas en casos de analizar el uso eficiente de recursos [García 2009][Piñeiro 2003].

2.1.1. Proceso jerárquico analítico

Es un método de decisión multicriterio destinado a establecer una clasificación relativa de las alternativas de decisión con un volumen mínimo de información: no requiere que las alternativas se hayan cuantificado con exactitud, ni que el decisor especifique formalmente su función de utilidad, ni que sus juicios sean perfectamente transitivos. El decisor únicamente debe expresar en qué medida cada alternativa es preferida de forma cualitativa [Aroba 2003] [Contreras 2012] [Zhang 2004].

La metodología AHP ha alcanzado una amplia difusión a nivel de las empresas debido a su flexibilidad y a su claridad para el decisor, para generar y comparar alternativas de forma numérica, la que se realiza mediante aplicaciones informáticas que soportan AHP. La estrategia de evaluación de AHP opera sobre tres principios genéricos: la descomposición de los problemas, el juicio comparativo y la síntesis o composición de prioridades.

En cada caso el decisor expresa su preferencia por uno de los dos elementos en una escala arbitraria de tipo cualitativo. A continuación, se establece un conjunto de factores numéricos que toman valores entre 1 (indiferencia) y 9 (fuerte preferencia) y expresan una preferencia relativa y subjetiva (tabla 1).

Esta clasificación de las actividades que participan del proceso de toma de decisiones, permite establecer un grupo de ecuaciones algebraicas que permiten estimar las ponderaciones de cada actividad. En general, AHP permite establecer una clasificación estable de las alternativas, salvo en el caso de las estructuras realimentadas en las que las alternativas y los factores estén relacionados.

Definición		Factor
Igual importancia	Las actividades contribuyen de idéntica forma al objetivo	1
Ligeramente más importante o preferida	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente a una actividad sobre la otra	3
Fuertemente más importante o preferida	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una alternativa sobre la otra	5
Muy fuertemente más importante o preferida	Una actividad es fuertemente favorable y su dominación está demostrada en la práctica	7
Extremadamente más importante o preferida	La evidencia que favorece a una actividad sobre la otra es la mayor posible en el orden de afirmaciones.	9
Valores intermedios		2, 4, 6, 8

Tabla 1. La escala de AHP

3. Propuesta de una metodología para toma de decisiones para la inversión de tecnologías de la información

Para el desarrollo de la metodología propuesta en la presente investigación, se considera los puntos teóricos descritos anteriormente, que en la práctica, permitan llevar, de manera fluida y dinámica, las distintas decisiones que van surgiendo de acuerdo con el análisis respectivo que requiera cada etapa. Éstas se clasifican en [Contreras 2012]:

3.1. Etapa 1: Conocimiento del negocio

Esta etapa es base ante cualquier toma de decisión, ya que contempla tener un conocimiento global de las tecnologías de la información y del negocio en el cual opera la empresa. Lo cual considera la estrategia de negocio que tienen planificado, debido a que las decisiones que se tomen en cuanto a las elecciones de soluciones tecnológicas, deben estar alineados en un medio o largo plazo con los objetivos requeridos.

Uno de los aspectos a considerar en esta etapa es la estrategia de servicio a ser entregada al cliente con tal de encontrar la forma en que una propuesta de solución, o simplemente opción de inversión, puede entregarle valor a su negocio en base a la **utilidad** y la **garantía** que ésta posea.

Entendiéndose por **utilidad** como la conveniencia que se obtiene de la respuesta a la interrogante "¿para qué sirve esta inversión?", es decir, qué consigue el cliente con aquella posible inversión que le puede entregar valor a su negocio. Del mismo modo, la **garantía** señala cuál es la conveniencia del uso de aquella inversión tecnológica, respondiéndose a la interrogante de cómo el servicio es entregado para el beneficio económico de la empresa. Luego, se presenta un esquema de los procesos a seguir para ponderar el nivel de **utilidad** y **garantía** propuestas para la presente investigación.

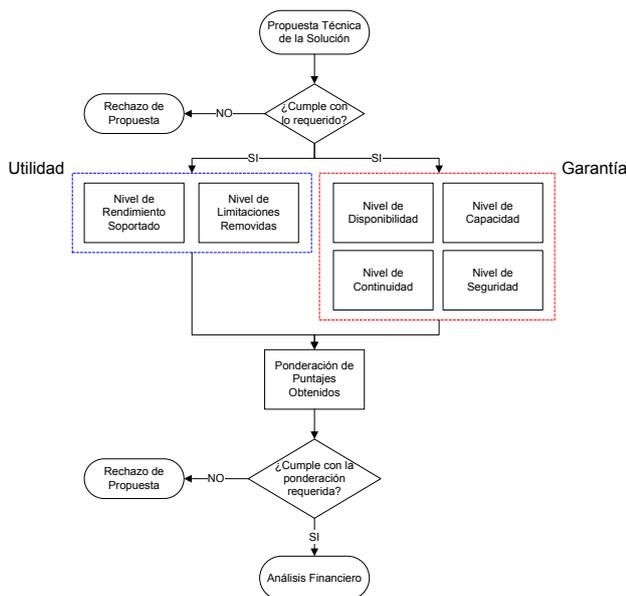


Figura 1. Evaluación del Valor del Negocio del Cliente

3.2. Etapa 2: Análisis financiero

Una vez obtenido el primer análisis atribuible a la estrategia de negocio del cliente y aceptado su ponderación final como beneficioso para la empresa, se procede al análisis financiero a partir del impacto de los factores tangibles y factores intangibles, de modo que se muestre los beneficios de la futura inversión.

Los factores de Impacto Tangible (por ejemplo: costes de productividad, costes de ventas y costes de mantención) son cuantificados según los distintos costes de producción actuales contra los distintos costes de producción futuros con la inversión adquirida por el cliente. Los factores de impacto intangible (por ejemplo: impacto negativo de la reputación, pérdida de oportunidades, moral de los empleados e impacto en el valor de las acciones) deben cuantificarse según los datos del cliente, definiendo en este proceso los distintos factores de percepción e imagen de los servicios futuros.

A partir de los factores de los dos impactos, se procede a construir una matriz de relacionamiento, donde se consideran los factores de impacto intangible, como filas y los factores del impacto tangible, como columnas. Esta matriz permitirá calcular los costes e impactos a obtener para la nueva inversión tecnológica, a partir de la obtención de los factores claves a considerar para la comparación de la propuesta de inversión con otras propuestas que compiten.

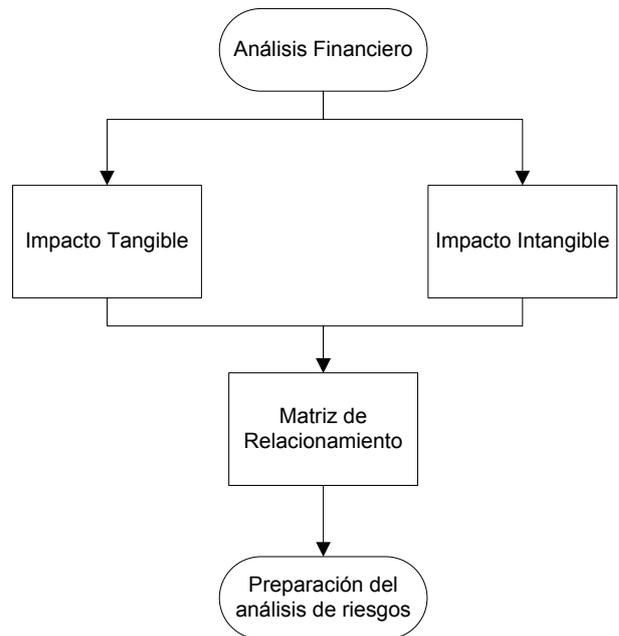


Figura 2. Análisis Financiero

Factores	Nivel AHP		
	Costes de Productividad (CP)	Costes de Ventas (CV)	Costes de Mantención (CM)
Impacto negativo en la reputación			
Pérdida de oportunidades			
Moral de los empleados			

Impacto en el valor de las acciones			
% Costes			

Tabla 2. Matriz de Relacionamiento

3.3. Etapa 3: Análisis y valoración de los riesgos

Esta etapa complementa el análisis financiero al evaluar los distintos riesgos a los cuales está expuesto la empresa ante alguna alternativa considerada, por medio de tablas de evaluación cualitativas que permitan realizar una clasificación de cada alternativa desde la más riesgosa a la menos riesgosa, de manera de priorizar aquellas alternativas que sean de menor riesgo en el negocio de la empresa.

En general, es necesario que cada organización o área que desee valorar sus riesgos y vulnerabilidades, deberá establecer su propia metodología de Análisis de Riesgos. A modo de ejemplo, se muestra a continuación una política de análisis de riesgos:

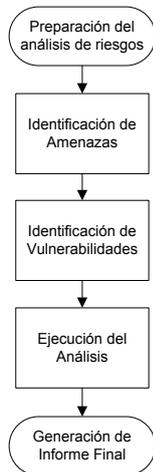


Figura 3. Análisis y valoración de riesgos

Probabilidad de ocurrencia de amenazas	Frecuencia de Ocurrencia
Baja	Medido a lo más durante un mes
Media	Medido a lo más durante 4 meses
Alta	Medido cada mes durante un año
Muy alta	Medido cada mes durante 5 años

Tabla 3. Probabilidad de ocurrencia de amenazas

3.4. Etapa 4: Generación de Informe Final

Finalmente, luego de contar con todos los resultados de análisis realizados en las etapas anteriores de cada uno de las alternativas a elegir, se llevara a cabo un informe final que explicara formalmente cada uno de estos resultados, y con ello concluir con los fundamentos necesarios para llevar a cabo la inversión.

Dentro de la recepción y análisis de evaluaciones se considera los resultados de todas las evaluaciones realizadas junto con los análisis respectivos. El Informe Final deberá contener las siguientes secciones:

- Estrategia de Negocio
- Resultados de Evaluación de Valor: Utilidad y Garantía
- Resultados de Análisis Financiero:
 - Impacto Tangible
 - Impacto Intangible
 - Matriz de Relacionamiento
- Resultados de Análisis y Valoración de los Riesgos
 - Resultados de Nivel de Riesgo
- Conclusiones Finales

Dentro de las Conclusiones Finales se especifican todas las razones por las cuales se ha decidido invertir, siendo aquella propuesta de inversión ganadora la que proporcione mayores beneficios a la organización al menor riesgo posible.

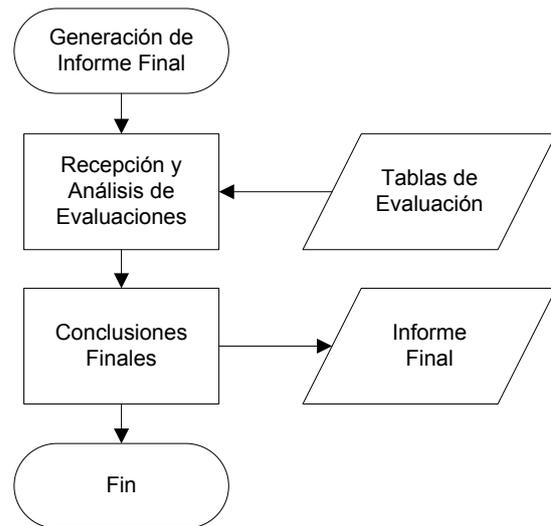


Figura 4. Generación del informe final

4. Evaluación de la propuesta

Para ejemplificar la validez de la propuesta, se llevará a cabo su aplicabilidad para el análisis para adquirir un nuevo sistema de correo electrónico a nivel corporativo [Contreras 2012], que debe entregar un servicio para al menos 200 casillas de correo, con una capacidad de almacenamiento de 2 Gb por cada casilla. Las propuestas que se recibieron, para implementar el requerimiento, son mostrados en la siguiente tabla.

La metodología propuesta requiere iniciar el análisis en la Etapa 1, que corresponde a la evaluación de la utilidad y la garantía de cada una de las propuestas mostradas en la tabla 3. Los resultados obtenidos son mostrados en la tabla 4.

La evaluación de las propuestas continúa con la evaluación del análisis financiero, para lo cual se evalúa los impactos tangible e intangible que puedan afectar al

negocio del cliente y que es analizada por dos expertos (decidor 1 y decidor 2). A seguir, se presentan las matrices de relacionamiento de ambos impactos en cada una de las propuestas (Tablas 4 y 5).

Se puede observar que ambos decidores coinciden el mismo factor "Impacto en el valor de las acciones" como el factor más relevante de ambas propuestas. Además, coinciden en el factor de costes de productividad (CP) como de gran relevancia para ambos decidores. De esta manera, entra en juego el porcentaje de costes de la propuesta, por lo cual, en esta instancia, se podría optar por la Propuesta B al ser de menor coste en el factor crítico, pero para confirmar esto se procede a continuación a la etapa 3 relacionado en el análisis y valoración de los riesgos de cada propuesta. Los resultados de esta tercera etapa son mostrados en las tablas 6 y 7.

Descripción	Propuesta A	Propuesta B
Licencias de Software	200 licencias Exchange Online	8 licencias Zimbra Professional Edition (25 pack)
Servidores requeridos	0	2
Storage requerido	0	1
Servicios involucrados	Implementación, Habilitación y Soporte de la plataforma	Implementación, Habilitación y Soporte de la plataforma
Networking Características a destacar	Solo Internet "Nube Privada"	2 Switch LAN Blackberry Email
TOTAL	1600 dólares/mes	45.000 dólares

Tabla 4. Propuestas de implementación de un nuevo servicio de correo corporativo

Factor a Evaluar	Propuesta Técnica A	Propuesta Técnica B
Ponderación Utilidad	25%	50%
Ponderación Garantía	47,5%	37,5%
Ponderación de Etapa 1	72,5%	87,5%

Tabla 5. Ponderación de las Propuestas Técnicas

Factores	Decidor 1			Decidor 2			Nivel de Impacto
	Costes de Productividad (CP)	Costes de Ventas (CV)	Costes de Mantenición (CM)	Costes de Productividad (CP)	Costes de Ventas (CV)	Costes de Mantenición (CM)	
Impacto negativo en la reputación	8	9	6	7	5	6	2
Pérdida de oportunidades	9	10	7	7	5	6	3
Moral de los empleados	6	7	4	6	4	5	1
Impacto en el valor de las acciones	9	10	7	8	6	7	4
% Costes	0,11%	0,08%	-100%	0,11%	0,08%	-100%	

Tabla 6. Análisis Financiero de la Propuesta A

Factores	Decidor 1			Decidor 2			Nivel de Impacto
	Costes de Productividad (CP)	Costes de Ventas (CV)	Costes de Mantenición (CM)	Costes de Productividad (CP)	Costes de Ventas (CV)	Costes de Mantenición (CM)	
Impacto negativo en la reputación	8	9	6	7	5	6	1
Pérdida de oportunidades	9	10	7	7	5	6	2
Moral de los empleados	6	7	4	6	4	5	1
Impacto en el valor de las acciones	9	10	7	8	6	7	2
% Costes	0,07%	0,21%	-11%	0,07%	0,21%	-11%	

Tabla 7. Análisis financiero de la Propuesta B

Analizando los resultados proporcionados a través de las tablas 8 y 9, se puede determinar que respecto a los costes

asociados a cada solución, la Propuesta A sería un 0,11% más costosa que el sistema de correos que

tiene actualmente el cliente, y la Propuesta B un 0,07 % más costosa, siendo más barato que la Propuesta A.

Por otro lado, el nivel de riesgo que traería consigo cada amenaza, siendo solamente un punto más riesgoso la Propuesta B en lo que respecta al factor costes de productividad (CP). Considerando que este factor es el de

mayor nivel de AHP, por lo que es razonable diferenciarlo de esta manera, por relevancia para el cliente.

Considerando los resultados de los análisis, se puede concluir que la propuesta ganadora corresponde a la propuesta B, por ser la más económica y de menor impacto para el negocio del cliente.

Factor	Amenaza	Impacto (Nivel AHP)	Probabilidad de la Amenaza	Vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Costes de Mantenimiento (CM)	Ausencia de copias de seguridad	5	Baja	Baja	3
	Usuarios sin formación adecuada	5	Alta	Alta	5
	Ausencia de control de cambios	5	Media	Media	4
Costes de Ventas (CV)	Ausencia de herramientas de seguridad informática	7	Baja	Baja	4
	Ausencia de control de permisos de acceso	7	Baja	Alta	5
Costes de Productividad (CP)	Ausencia de personal de seguridad	8	Baja	Baja	4
Total					25

Tabla 8. Análisis y valoración de riesgos de la Propuesta A

Factor	Amenaza	Impacto (Nivel AHP)	Probabilidad de la Amenaza	Vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Costes de Mantenimiento (CM)	Ausencia de copias de seguridad	5	Baja	Alta	4
	Usuarios sin formación adecuada	5	Baja	Media	3
	Ausencia de control de cambios	5	Alta	Media	4
Costes de Ventas (CV)	Ausencia de herramientas de seguridad informática	7	Baja	Media	4
	Ausencia de control de permisos de acceso	7	Baja	Alta	5
Costes de Productividad (CP)	Ausencia de personal de seguridad	8	Baja	Media	5
Total					25

Tabla 9. Análisis y valoración de riesgos de la Propuesta B

5. Conclusiones

La propuesta desarrollada en la presente investigación incorpora un conjunto de variables, por ejemplo, el valor que entrega una inversión, el impacto tangible e intangible que conlleva, y el análisis y la valoración de los riesgos asociados, los que permiten desarrollar una estrategia de negocio que favorece la toma de decisiones durante la formulación de proyectos para la adquisición de nuevas TI.

Uno de los beneficios de la metodología propuesta es el tiempo de aplicabilidad (promedio 2 semanas) en la organización que requiera tomar una decisión de inversión tecnológica a corto plazo.

Referencias bibliográficas

[Aroba 2003] ArobaJ.; “Avances en la Toma de Decisiones en proyectos de desarrollo de software”,

tesis doctoral en Informática, Universidad de Sevilla, 2003.

[Contreras 2012] Contreras E.; “Propuesta de una metodología para Toma de Decisiones en la Inversión de TI en el mercado Chileno”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil en Computación e Informática, Universidad Mayor, 2012.

[García 2009] García, M.; “Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y “Soft Computing”. Tesis Doctoral en Informática, Universidad Politécnica de Cartagena, España, 2009.

[Piñeiro 2003] Piñeiro C.; “La Evaluación de Inversiones en Tecnologías de la Información, Aplicaciones de la Teoría de la Decisión Multicriterio”, Revista Gallega de Economía Vol. 12, nº 1, 2003: pp: 105 – 122, España, 2003.

[Sánchez 2006] Sánchez Pedro; “Modelos para la combinación de preferencias en Toma de Decisiones: Herramientas y Aplicaciones”, Tesis doctoral en Informática, Universidad de Granada, 2006.

[Zhang 2004] Zhang Q., Chen J., and Chong P.; “Decision consolidation: Criteria weight determination using multiple preferences formats”. *Decision Support Systems*, 38(2): pp: 247–258, 2004.