



DOCENTES DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

**XXXII Jornadas Nacionales de Administración Financiera
Septiembre 2012**

GESTIÓN ESTRATÉGICA DE PORTFOLIOS DE PROYECTOS

Cómo maximizar valor

Marisa Analía Sánchez

Universidad Nacional del Sur

SUMARIO: 1. Introducción; 2. Revisión bibliográfica; 3. Descripción de la Propuesta de Gestión Estratégica de Portfolios; 4. Ejemplo; 5. Conclusiones y trabajo futuro.

Para comentarios: mas@uns.edu.ar

Resumen

En el ambiente de negocios actual la Tecnología de la Información (TI) se considera una fuente clave de ventaja competitiva. La Tecnología de la Información constituye una parte importante de los costos de una organización pero al mismo tiempo tiene el potencial de brindar grandes oportunidades. La TI no solo da apoyo a la mayoría de los procesos de la organización sino que la estrategia de TI debe estar alineada con la estrategia organizacional. El objetivo general de este trabajo es definir un marco conceptual para la gestión de proyectos que permita reducir la incertidumbre vinculada con el logro de los objetivos asociados a un portfolio de proyectos y que oriente las decisiones gerenciales hacia la visión estratégica de la organización.

1. Introducción

En el ambiente de negocios actual la Tecnología de la Información (TI) se considera una fuente clave de ventaja competitiva. La Tecnología de la Información constituye una parte importante de los costos de una organización pero al mismo tiempo tiene el potencial de brindar grandes oportunidades. La TI no solo da apoyo a la mayoría de los procesos de la organización sino que la estrategia de TI debe estar alineada con la estrategia organizacional. La estrategia de Sistemas de Información/Tecnología de Información (SI/TI) está compuesta de dos partes: la componente de SI y la de TI. La estrategia de SI define los requerimientos o demandas de información y sistemas que den apoyo a la estrategia global de la organización. En otras palabras, define y prioriza las inversiones necesarias para alcanzar el portfolio, la naturaleza de los bene-

ficios esperados y los cambios requeridos para lograr esos beneficios, dentro de las restricciones de recursos e interdependencias de proyectos. La estrategia de TI se ocupa de definir cómo la TI dará apoyo a las demandas de información y sistemas de la organización (Ward & Peppard, 2002).

La alineación de las estrategias de SI/TI con la estrategia de la organización se refiere a tener una estrategia de SI/TI que haga una contribución a la creación de valor de la organización. Si consideramos además, que la mayor parte de las estrategias de una organización son apoyadas por la TI, entonces, resulta claro el rol estratégico de la Gestión de Portfolios de Proyectos (GPP). De todos modos, numerosos estudios revelan problemas en la GPP y muchos de ellos resultan de inconvenientes en el alineamiento. Un informe del Standish Group indica que el 35% de los proyectos de TI son exitosos, el 19% fracasan, y estiman que los proyectos exceden los costos presupuestados en un 54% (Rubinstein, 2007). En Maizlish & Handler (2005) se indica que sólo el 52% de los proyectos realiza el valor estratégico. Un estudio llevado a cabo por Planview® (Nauyalis & Carlson, 2010) revela que a los gerentes les resulta muy difícil priorizar recursos y cancelar el desarrollo de un proyecto. Uno de los problemas es que pocas organizaciones realizan un monitoreo constante de los proyectos debido a la falta de datos e información para dar apoyo a tales decisiones.

En Müller, Martinsuo, & Blomquist (2008) los autores proponen un modelo basado en la Teoría de la Contingencia que desarrollan a partir de evidencia empírica. Se identificaron tres factores de control de portfolio: la selección del portfolio, el reporting del portfolio y el estilo de toma de decisiones. Se consideraron como métricas de desempeño el logro de los resultados del portfolio, y el logro de los objetivos del proyecto y del programa. Los resultados indican que las organizaciones exitosas practican la selección y priorización de proyectos en línea con la estrategia. Además, disponen de un mecanismo compartido para que la información fluya de los proyectos a nivel de portfolio. La consecuencia teórica de estos resultados es que dan sustento a la hipótesis que la selección alineada con la estrategia está positivamente correlacionada con el logro de resultados; y el reporting de portfolios con el logro de objetivos. En consecuencia, una propuesta para la GPP debe considerar la importancia de definir una plataforma de comunicación común a todos los proyectos y la utilización de métricas similares; y asegurar la selección del portfolio en base a la estrategia y no de acuerdo a preferencias personales.

En Kaplan J. (2005) se define a la GPP como un método para gobernar las inversiones en TI en toda la organización, y administrarlas para que brinden valor. Puede describirse como el proceso en el cual los proyectos activos se revisan y actualizan. Durante ese proceso, los proyectos pueden cancelarse, y nuevos proyectos pueden evaluarse, seleccionarse y priorizarse.

La Gestión de Portfolios de Proyectos es una tarea compleja y la complejidad está dada por diferentes aspectos. En primer lugar, las estimaciones de los beneficios, los costos y los riesgos están sujetos a la incertidumbre, sobre todo en el caso de proyectos de TI en los cuales es muy difícil poder comparar proyectos dada la peculiaridad de cada proyecto. Entonces, a medida que avanza el tiempo y se dispone de mayor información, cabe la posibilidad de ajustar la valuación del proyecto y eventualmente decidir cancelar un proyecto, demorarlo o acelerarlo. En segundo lugar, la cantidad de alternativas y combinaciones de ellas puede ser considerable, lo cual plantea un problema combinatorio cuya solución es limitada desde el punto de vista del software de apoyo para resolverlo. Uno de los aspectos que exacerba las combinaciones que hay que analizar es la existencia de inter-relaciones que pueden existir entre los proyectos individuales (por ejemplo, la realización de un proyecto depende de la finalización de otro; los beneficios combinados de más de un proyecto amplifican el beneficio total; los proyectos compiten por los mismos recursos, los proyectos tienen objetivos que a veces compiten entre sí). Por lo tanto, no es suficiente analizar proyectos en forma individual sino que hay que evaluar combinaciones de ellos.

Estas circunstancias definen la importancia estratégica de la Gestión de Portfolios de Proyectos (GPP) que constituye una actividad central en la mayoría de las organizaciones. En 1952, Harry Markowitz introdujo el concepto de teoría moderna de portfolios en el dominio de las

inversiones financieras. Esta teoría permite la determinación de una selección de inversiones que generan el retorno más alto para un nivel de riesgo dado. Este concepto se aplica al dominio de gestión de proyectos y se convierte en la base de la Gestión de Portfolios de Proyectos. De todos modos, en los portfolios financieros existe información consistente para medir valor mientras que en los proyectos de TI también hay que considerar aspectos no financieros, y por lo tanto, una perspectiva financiera no es suficiente.

Si además consideramos que la tendencia desde el punto de vista tecnológico es adoptar arquitecturas orientadas a servicios tenemos razones para pensar que las dificultades para evaluar y monitorear el alineamiento de los proyectos con la estrategia se incrementarán. La arquitectura orientada a servicios reduce los costos de transacción y desde el punto de vista técnico la implementación de un proyecto resultaría más simple. Ahora bien, esa misma reducción de costos, y flexibilidad técnica para implementar nuevas soluciones hace que la organización esté más preparada para implementar y dar sustento al concepto de agilidad, es decir, reaccionar y responder más rápidamente a los cambios en el mercado y oportunidades de negocios. Entonces, la organización necesita estar preparada para gestionar proyectos enfatizando el valor que agregue el proyecto a los objetivos de la organización. Luego, la organización que esté más preparada para gestionar un portfolio de proyectos (basados en servicios) y monitorear la contribución del valor al negocio, tendrá más posibilidades de tener éxito.

A pesar de la importancia de la GPP para la administración estratégica y de la extensa literatura que aborda estos temas, no existen muchas propuestas que describan cómo efectuar una GPP que considere explícitamente cómo modelar las dependencias entre el desempeño de los proyectos y los beneficios o contribuciones a la creación de valor. En consecuencia, durante la GPP existen dificultades para evaluar el valor estratégico de un proyecto tanto durante el proceso de selección de proyectos como durante el control y monitoreo de los proyectos en ejecución.

El objetivo general de este trabajo es definir un marco conceptual para la gestión de proyectos que permita reducir la incertidumbre vinculada con el logro de los objetivos asociados a un portfolio de proyectos y que oriente las decisiones gerenciales hacia la visión estratégica de la organización. De esta forma, se pretende definir una herramienta que asista en la evaluación de la contribución de los proyectos a los objetivos estratégicos. La herramienta facilitará la representación formal de las relaciones entre los proyectos y los objetivos estratégicos, y la cuantificación del valor estratégico. Asimismo, dado que durante el desarrollo de un proyecto, diversos eventos, cambios de escenarios, etc., pueden afectar el desempeño y la contribución del proyecto, se desea formular una propuesta que considere el monitoreo de proyectos.

Esta presentación está organizada de la siguiente forma. En la Sección 2 presentamos una revisión bibliográfica con especial énfasis en herramientas como el Mapa Estratégico y el Análisis Envoltante de Datos dado que se utilizan en la nuestra propuesta. En la Sección 3 describimos la propuesta. La Sección 4 incluye un ejemplo ilustrativo. Finalmente, en la Sección 5 sintetizamos las principales contribuciones del trabajo y mencionamos los temas específicos que abordaremos en el futuro cercano.

2. Revisión bibliográfica

El problema de evaluar inversiones en proyectos de TI ha sido considerado extensivamente en la literatura. Así como los inversores consideran sus objetivos con respecto a las ganancias y los riesgos que pueden asumir utilizando portfolios de inversiones financieras, las organizaciones administran el portfolio de TI para alinear las inversiones tecnológicas con los objetivos estratégicos (Weill, Woerner, & McDonald, 2009). La evaluación y justificación de proyectos de inversiones en TI involucra problemas diferentes a los que hay que resolver durante la toma de decisiones aplicando los métodos financieros tradicionales. Las organizaciones generalmente utilizan un análisis de Valor Presente Neto (VPN) para realizar un análisis costo-beneficio. Los analistas convierten los valores de beneficios futuros al equivalente valor presente neto ajustan-

do de acuerdo al costo del financiamiento. Se puede comparar el valor presente de los beneficios futuros con el costo requerido para lograr esos beneficios, de forma de determinar si los beneficios exceden los costos (Turban, Leidner, McLean, & Wetherbe, 2006). Pero el análisis de VPN funciona bien en situaciones en las cuales los costos y los beneficios están bien definidos y pueden convertirse a valores monetarios. El costo de un proyecto de TI depende de las operaciones internas de una organización, de cambios en los procesos, de la tecnología, la gente, la estructura organizacional y la cultura; y los beneficios son intangibles difíciles de cuantificar.

Durante la GPP resulta necesario evaluar proyectos para seleccionar los proyectos a emprender y luego, para monitorear su desarrollo y tomar decisiones como continuar, cancelar o postergar el proyecto. La selección de portfolios se define como una comparación simultánea de proyectos sobre diferentes dimensiones y cuyo resultado es un ranking, que permite la selección de los proyectos mejor priorizados, sujeto a restricciones de recursos (Ghasemzadeh, 2000). Existen muchos métodos para realizar la selección. En (Archer & Ghasemzadeh, 1999) los autores distinguen las técnicas que intervienen en las siguientes fases de la selección de portfolios: *consideraciones estratégicas*, *evaluación individual de proyectos*, y *selección de portfolios*. Las matrices de portfolios pueden utilizarse como herramientas para dar apoyo a las decisiones estratégicas y asignar recursos entre proyectos que compiten entre sí. Esta técnica se basa en representaciones gráficas de los proyectos, en dos dimensiones tales como probabilidad de éxito y valor económico esperado. Para la evaluación individual de proyectos tenemos técnicas que ponderan el retorno económico (tales como Valor Presente Neto, Retorno de la Inversión, entre otras); las tasas beneficios/costos; análisis de riesgos; análisis de mercados para estimar la demanda. Finalmente, para la selección del portfolios resulta necesario comparar en forma simultánea un número de proyectos sobre alguna dimensión a efectos de determinar un ranking de proyectos. En esta fase existen técnicas comparativas basadas en el Procedimiento Jerárquico Analítico o Q-Sort; modelos de scoring que utilizan un número reducido de criterios, se determina el mérito de cada proyecto con respecto a cada criterio, y luego se combinan los scores para establecer un indicador de beneficio de cada proyecto. La desventaja más notoria de estas técnicas es que no se escalan a una gran cantidad de proyectos dada la cantidad de comparaciones que hay que realizar. Para la selección también hay numerosas técnicas de optimización las cuales seleccionan el conjunto de proyectos que proveen el máximo beneficio (por ejemplo el mayor Valor Presente Neto). Estas técnicas no están tan difundidas porque resultan complejas, requieren muchos datos, y no incluyen riesgos.

Más recientemente, la Teoría de Opciones aplica la teoría de opciones financieras para el caso de inversiones en SI/TI con el objetivo de cuantificar el valor de la flexibilidad en la gestión en un mundo de incertidumbre (por ejemplo, evolución inesperada de los mercados). Una opción real es el derecho, pero no la obligación, de tomar algunas decisiones. La investigación en opciones reales se ha focalizado en la identificación de opciones en la inversiones de TI, y luego estructurarlas como problemas de valuación de precios (Chen, Jinlong, & Kin-Keung, 2009). De esta forma, la teoría de opciones va más allá de los indicadores financieros tradicionales que no permiten capturar el valor de las inversiones en TI en ambientes de cambio. Una de las limitaciones más importantes de estas propuestas es el tratamiento que le dan a la estimación de la volatilidad del valor del proyecto. Para introducir brevemente este aspecto consideremos el modelo binomial de valuación. Bajo este modelo, se necesitan cinco parámetros para determinar el valor de la opción. Estos son el precio actual de la opción, el precio de venta, el tiempo de expiración, la volatilidad del precio de venta, y la tasa libre de riesgo. La volatilidad del precio es una medida estadística de las fluctuaciones del precio sobre un período de tiempo. Las propuestas de opciones reales están basadas en el supuesto que los mercados financieros son fuentes de información para determinar la incertidumbre del mercado. Una solución común es identificar una organización que opera en el mismo mercado, y que se asume está expuesta a los mismos riesgos de mercado (Benaroch & Kauffman, 1999). Pero la volatilidad en los proyectos de SI/TI dependen de las operaciones internas de la organización, de cambios en la gestión, en los procesos, de la tecnología, la gente y la cultura organizacional. Por lo tanto, se debieran considerar

indicadores específicos de la organización y del desarrollo del proyecto para estimar la volatilidad. En Sánchez & Milanese (2011) definimos un marco para estimar la volatilidad de inversiones de TI que considera toda la información relevante que tiene impacto en el valor del proyecto, y mostramos cómo utilizar esta estimación de la volatilidad en un análisis de opciones reales. Definimos un modelo que incluye las interacciones entre el proceso de software, el ambiente de marketing, y la conducta financiera. La propuesta permite capturar la volatilidad de una inversión en base al comportamiento del proyecto (desarrollo y realización de beneficios). La limitación de la propuesta es que es necesario calibrar el modelo para cada caso, y se requieren datos históricos que caractericen la madurez del proceso de desarrollo de software.

2.1 Mapa estratégico

Hace más de una década, Robert Kaplan y David Norton introdujeron el Tablero de Comando, un sistema de medición que permite traducir una estrategia en términos operativos (Kaplan & Norton, 2000). El Tablero de Comando organiza su sistema de medición en cuatro perspectivas. En cada perspectiva definimos áreas clave para cada uno de los aspectos que deben ser monitoreados. Cada área clave (u objetivo) está relacionada con indicadores. La perspectiva Financiera incluye los indicadores financieros tradicionales; la perspectiva de Clientes agrupa indicadores relacionados con la identificación de segmentos objetivo para los productos de la organización y otros específicos de marketing tales como satisfacción del cliente, retención, etc. La perspectiva de Procesos Internos incluye todos los procesos relacionados con el desarrollo de productos y servicios. Finalmente, la perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento incluye a los indicadores relacionados con los empleados y sistemas disponibles para facilitar el aprendizaje la difusión del conocimiento.

Rápidamente se convirtió en una práctica habitual el describir las relaciones causales entre los objetivos estratégicos y el Tablero de Comando evolucionó a una representación conocida como Mapa Estratégico (Kaplan R. , 2010; Kaplan & Norton, 2004). En el Mapa Estratégico, los objetivos se vinculan a través de una relación de causa-efecto que culmina en una relación con los objetivos financieros. El Mapa Estratégico que define la estrategia de una organización describe su estrategia de creación de valor.

2.2 Mapa estratégico y DEA

Existen algunos trabajos que podemos considerarlos como un blending entre métodos que realizan consideraciones estratégicas y hacen una selección de portfolios. Estos trabajos utilizan el Tablero de Comando y DEA, y dado que son los más cercanos a nuestra propuesta incluimos una breve descripción.

DEA es una técnica no paramétrica utilizada para medir la eficiencia de unidades de decisión o DMUs (por sus siglas en inglés de Decision Making Units) y fue propuesta por Charnes (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978). Considera que cada DMU está involucrada en un proceso de transformación en el cual consumiendo algunos inputs (recursos) intenta producir outputs (bienes o servicios). DEA utiliza todos los datos disponibles para construir en forma empírica la mejor frontera de eficiencia con respecto a la cual se compara cada DMU ineficiente. El lector interesado puede consultar (Cook & Seiford, 2009; Cooper & Seiford, 2004) para obtener una revisión completa de los modelos DEA.

En Eilat, Golany, & Shtub (2006) y Eilat, Golany, & Shtub (2008) los autores proponen evaluar proyectos de I&D utilizando una metodología basada en DEA y el Tablero de Comando. En el primer trabajo proponen una metodología para desarrollar y analizar la eficiencia, la eficacia y el balance de los proyectos que interactúan entre sí. Los proyectos son considerados como unidades de análisis y los scores obtenidos se utilizan para establecer la lista de proyectos candidatos. Los inputs son trabajo y costos de materiales; y los outputs son las contribuciones económi-

cas, científicas y sociales. En el segundo trabajo se desarrolla un método para evaluar proyectos de I&D en diferentes etapas de su ciclo de vida. La medición de inputs y de outputs se realiza utilizando unas “tarjetas” asociadas a un Tablero de Comando para proyectos de I&D.

En Amado, Santos, & Marques (2012) los autores proponen un marco conceptual para evaluar DMUs a partir de diferentes perspectivas. Combinan el Tablero de Comando y DEA utilizando modelos interconectados que encapsulan las cuatro perspectivas de desempeño (financiera, clientes, procesos internos, y aprendizaje y crecimiento). Utilizan datos contables de una única compañía con el objeto de promover el aprendizaje. Los inputs y los outputs se definen para ese caso en particular. No hay reglas generales que orienten la selección de indicadores.

En Asosheh, Nalchigar, & Jamporzmay (2010) los autores presentan una propuesta para seleccionar proyectos de TI utilizando el Tablero de Comando como marco de referencia para definir los criterios de selección; y DEA como una técnica no paramétrica para priorizar los proyectos. El Tablero de Comando propuesto incluye las perspectivas originales (financiera, clientes, procesos internos, aprendizaje y crecimiento) e incertidumbre. La perspectiva de incertidumbre incluye indicadores tales como riesgos de procesos, riesgos de recursos humanos y riesgos tecnológicos. Los inputs representan datos sobre recursos necesarios para los proyectos (costo, tiempo y recursos humanos); y los outputs se definen para cada perspectiva. Los autores desarrollaron un modelo DEA que considera datos cardinales y ordinales. De todos modos, aunque los indicadores se agrupan considerando las perspectivas, se utilizan como outputs aislados (por ejemplo, la reducción de costos y seguridad se utilizan como outputs sin considerar la relación causa-efecto entre los mismos). No se brindan indicaciones sobre cómo aprovechar esta información del Tablero de Comando. Por lo tanto, uno de los principales beneficios del Tablero de Comando -la integración de múltiples indicadores y los vínculos explícitos entre distintas dimensiones de desempeño en un único sistema- se pierde. Además, la evaluación DEA debe efectuarse para cada proyecto.

3. Descripción de la Propuesta de Gestión Estratégica de Portfolios

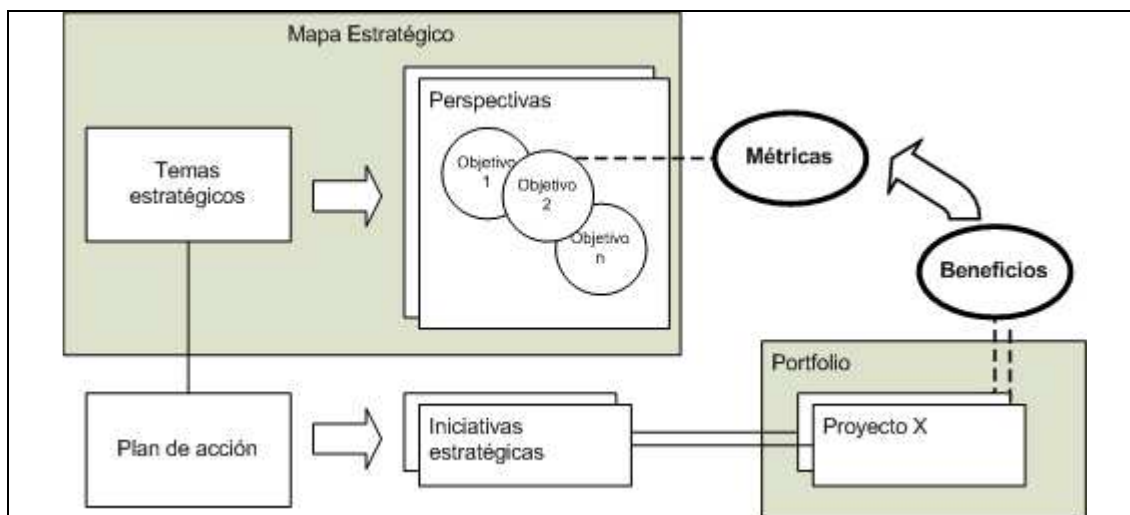
Con el objetivo de abordar el problema específico de selección de portfolios y monitoreo de proyectos desarrollamos un modelo conceptual que muestra cómo vincular los beneficios de un portfolio con la estrategia organizacional. El modelo puede ser utilizado en dos etapas de la Gestión de Portfolios de Proyectos. La primera, permite evaluar varios portfolios y determinar cuáles son eficientes en relación a su contribución de valor. De esta forma, se sustenta la selección de los portfolios. Para evaluar la eficiencia de los portfolios utilizamos el Análisis Envoltante de Datos (DEA) (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978; Cook & Seiford, 2009; Cooper & Seiford, 2004), para lo cual desarrollamos un modelo que nos permite evaluar un portfolio en relación a cada una de las perspectivas definidas en el Mapa Estratégico. En la segunda etapa, una vez que un portfolio es seleccionado, la técnica DEA permitirá monitorear la realización del mismo. En esta etapa, diferentes contingencias pueden modificar el valor potencial de los proyectos que conforman el portfolio implementado o bien los objetivos estratégicos pueden cambiar, por lo que algunos proyectos solo podrían ser sustento de objetivos pasados. En cualquiera de estas dos situaciones la estrategia de TI y la estrategia organizacional están no alineadas.

3.1 Modelo conceptual

Para representar las relaciones entre los beneficios derivados del conjunto de proyectos que conforman un portfolio y los objetivos estratégicos, desarrollamos un modelo formal del Mapa Estratégico que permite vincular el valor potencial y el valor que realmente ha alcanzado un proyecto con los objetivos estratégicos organizacionales. En Sánchez & Mellado (2004 y 2005), analizamos la brecha entre las estrategias de negocio y los procesos y propusimos una

conceptualización del Mapa Estratégico basado en UML. En este trabajo, extendimos el concepto inicial incluyendo portfolios de proyectos.

Figura 1 Modelo Conceptual Tecnología de la Información- Mapa Estratégico

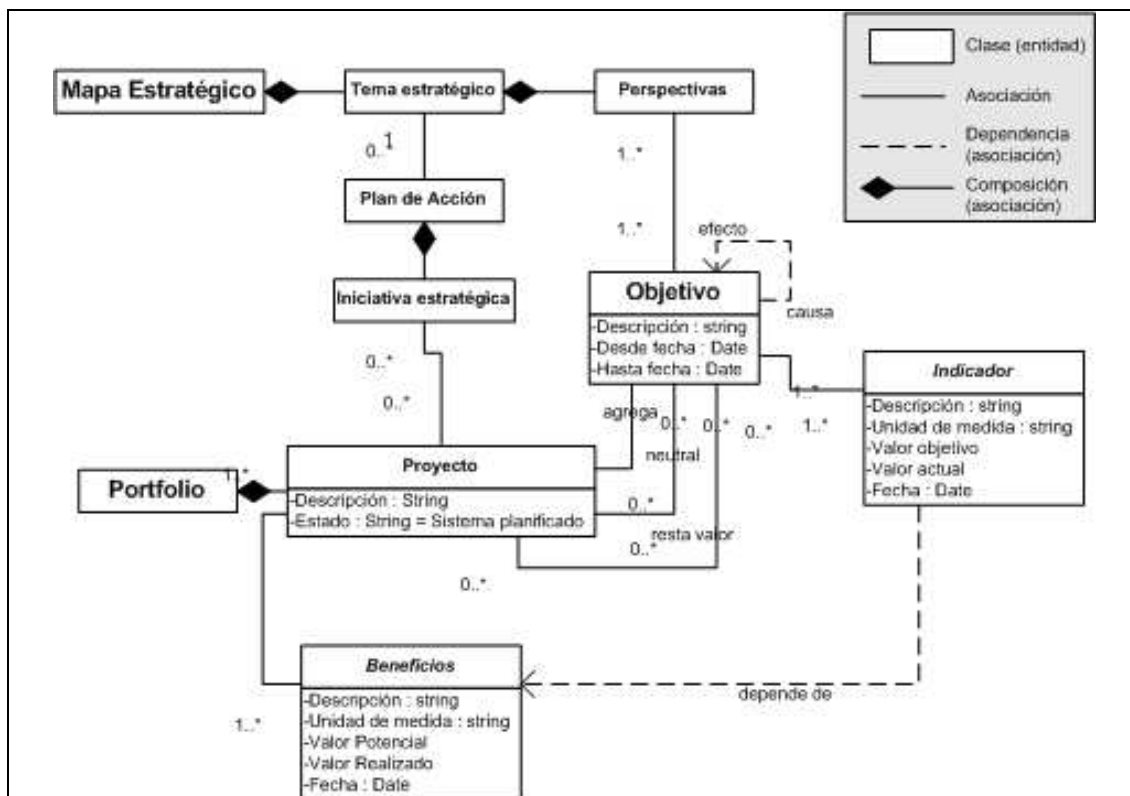


El modelo formal (Figura 2) representa un esquema del modelo conceptual que integra el Mapa Estratégico con los portfolios de proyectos. Un Mapa Estratégico se desarrolla alrededor de un conjunto de temas estratégicos. Para cada objetivo estratégico existe un conjunto de métricas o metas. El conjunto de posibles acciones que permitirá que todas estas medidas alcancen su target se denomina Iniciativa Estratégica y el Plan de Acción que define y provee los recursos necesarios para las mismas debe estar alineado con los temas del Mapa Estratégico. Los planes de acción están conformados por un conjunto de proyectos relacionados y varios proyectos componen un portfolio. Un proyecto puede contribuir (sumar), ir en desmedro de (restar) o ser neutral con respecto a un objetivo. Por ejemplo, un proyecto de “Minería de Datos” contribuye al objetivo de “Lograr una adecuada segmentación de clientes” pero podría afectar negativamente a la realización del objetivo de “Reducir costos”. Además, los proyectos brindan beneficios y el logro de los objetivos dependen de la realización de estos beneficios. Los beneficios son el vínculo entre los proyectos y los objetivos estratégicos. Si un objetivo estratégico no está relacionado con ningún beneficio entonces no está sustentado por ningún proyecto.

Para los beneficios derivados de los proyectos definimos un valor potencial y un valor realizado. Goh define al valor potencial como la ganancia máxima posible derivada de las inversiones en TI bajo condiciones eficientes de producción (Goh & Kauffman, 2006). Este retorno esperado sobre las inversiones puede no ser alcanzado debido a diferentes factores que pueden ocurrir durante la etapa de implementación de los proyectos. Entonces, el valor realizado de un proyecto se define como un valor medible que solo puede ser identificado después de su implementación. Esto enfatiza la consideración respecto al valor potencial de las inversiones en TI tanto *ex ante* de la selección de proyectos como *ex post* de la evaluación de la inversión. A los fines de nuestra investigación consideramos el valor potencial de los proyectos en la etapa de selección del portfolio y el valor realizado en la etapa de monitoreo de los proyectos.

Este marco conceptual es la base para estructurar la información necesaria para las etapas de selección de los portfolios y de monitoreo de los proyectos en desarrollo. A continuación, sintetizamos cómo proceder en cada una de estas etapas.

Figura 2 Modelo Conceptual Tecnología de la Información- Mapa Estratégico basado en UML

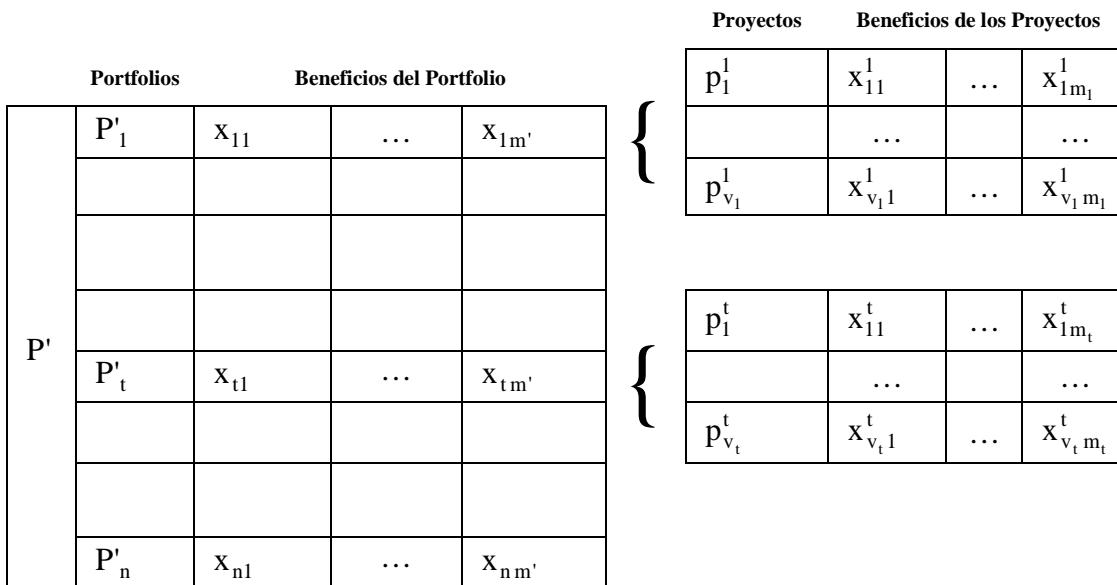


3.2 Selección de portfolios

Consideremos una base de datos de portfolios D , conteniendo n portfolios candidatos. Sea $P = \{P_t, 1 \leq t \leq n\}$ el conjunto de portfolios. Sea $P_t = \{p_k^t, 1 \leq k \leq v_t\}$ el conjunto de los proyectos en el portfolio P_t donde v_t es el número de proyectos y $1 \leq t \leq n$. Supongamos que los proyectos en P_t brindan m_t beneficios y sea $X_t = \{x_{ij}^t : 1 \leq i \leq m_t, 1 \leq j \leq v_t\}$ el conjunto de todos los beneficios; y producen s_t salidas y sea $Y_t = \{y_{ij}^t : 1 \leq i \leq s_t, 1 \leq j \leq v_t\}$ el conjunto de todas las salidas (contribución de valor estimada). El conjunto de salidas está dado por el conjunto de todos los indicadores que tienen una “relación de dependencia” con algún beneficio de algún proyecto. El modelo DEA se utiliza para seleccionar un portfolio (ver figura 3). La propuesta se apoya en el Mapa Estratégico como marco para definir los criterios para seleccionar un portfolio de TI y monitorear los proyectos.

Durante la selección del portfolio, dado que los portfolios en P pueden tener diferentes beneficios, definimos $P' = \{P'_t, 1 \leq t \leq n\}$ que brinda $m' = |X'|$ beneficios donde $X' = \bigcup_{t=1}^n X_t$ es el conjunto de todos los beneficios. En otras palabras, $X' = \{x_{gh} : 1 \leq g \leq m', 1 \leq h \leq n\}$. Más aún, sea $Y' = \bigcup_{t=1}^n Y_t, s' = |Y'|$ donde $Y' = \{x_{gh} : 1 \leq g \leq s', 1 \leq h \leq n\}$ es el conjunto de todos los outputs. Observar que cada portfolio $P'_t, 1 \leq t \leq n$, es el mismo que P_t excepto que tiene todos los beneficios en X' (lo cual resulta necesario para satisfacer el supuesto DEA de que las unidades

Figura 3 Esquema de la Selección de Portfolio basada en DEA



consumen el mismo tipo de recursos). Si un portfolio no provee un beneficio X_t luego suponemos que X_t asume el valor observado que asumiría si el portfolio no se realiza.

En la fase de selección de portfolios, dado un conjunto de portfolios candidatos necesitamos comparar portfolios. Proponemos una evaluación de eficiencia por medio del estudio comparativo entre inputs (beneficios brindados por los portfolios) y outputs (indicadores objetivo sustentados por el portfolio). Asumimos que las unidades consumen el mismo tipo de recursos para producir el mismo tipo de output.

En todos los casos, estamos interesados en medir la alineación del portfolio con la estrategia, y por lo tanto un portfolio “eficiente” debe interpretarse como “alineado” o como aquel cuyos beneficios dan apoyo a los objetivos organizacionales. Estos modelos están orientados al output y se calculan bajo el supuesto de Rendimientos Variables a Escala (o VRS por la denominación en inglés, *Variable Returns to Scale*). La formulación del problema DEA basada en la propuesta de Banker (Banker, Charnes, & Cooper, 1984) se describe a continuación.

$$\begin{aligned} &\max \varphi && (1) \\ &\text{sujeto a} \\ &\sum_{h=1}^n X'_{gh} \delta_h \leq X_{g0} \quad (g = 1, \dots, m) \\ &\sum_{h=1}^n Y'_{rh} \delta_h \leq \varphi Y_{r0} \quad (r = 1, \dots, s) \\ &\sum_{h=1}^n \delta_h = 1 \\ &\delta_h \geq 0 \quad (h = 1, \dots, s) \end{aligned}$$

Sean n DMUs, cada una consumiendo m entradas y produciendo s salidas. En nuestro contexto, nos referimos a estas DMUs como portfolios. Sea Y_{h0} la cantidad de salida r generada

por la unidad 0 y δ_h la variable peso para DMU h. Del score φ obtenido de la solución a este problema de programación lineal se obtiene la tasa de eficiencia de la DMU 0 calculando $1/\varphi$.

A partir de la resolución del modelo (1) n veces (cada vez evaluando una DMU diferente en la función objetivo) obtenemos los scores relativos de eficiencia para todas las DMUs con respecto a cada perspectiva del Mapa Estratégico. Cualquier desviación o ineficiencia debe interpretarse como un no alineamiento de la contribución de valor del portfolio (no tenemos el portfolio correcto).

3.3 Monitoreo de proyectos

Una vez que hemos elegido un portfolio, digamos $P_t = \{p_k^t, 1 \leq k \leq v_t\}$, la atención está en el desempeño de los proyectos. En la fase de selección, el análisis se basa en el valor potencial de los proyectos descritos en términos de los beneficios esperados y del impacto sobre los objetivos estratégicos. De todos modos, durante el monitoreo el análisis está basado en el valor realizado de los proyectos. El propósito del monitoreo es doble: (a) evaluar el valor realizado de los proyectos con respecto al valor potencial (planificado); y (b) medir la contribución de valor de los proyectos a la estrategia organizacional.

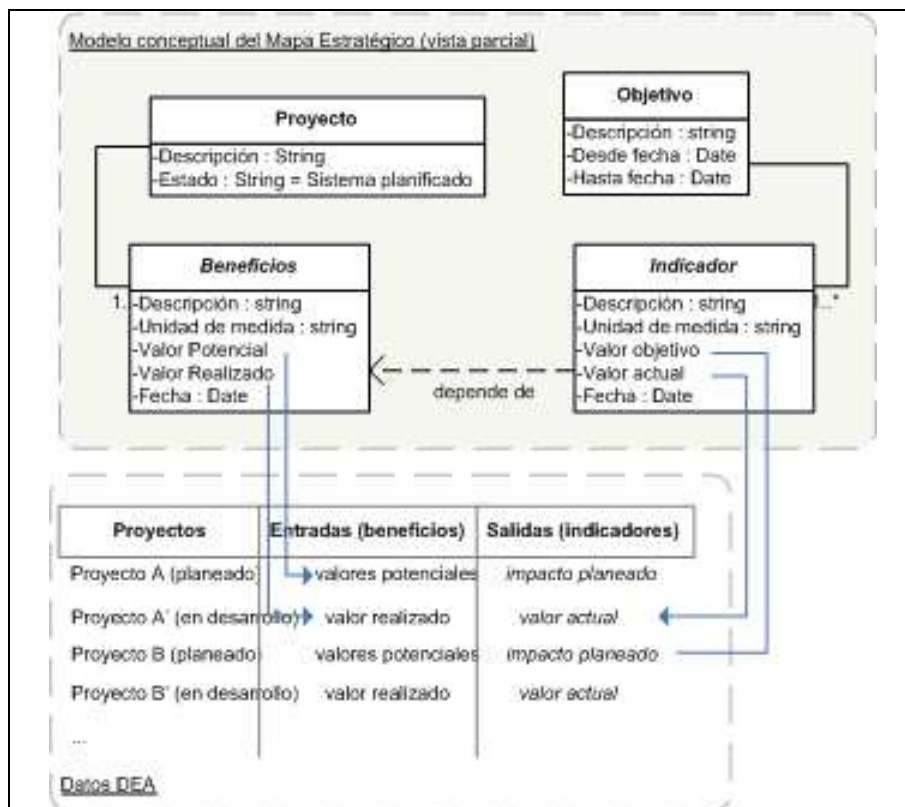
Davern & Kauffman (2000) discuten los impactos ubicuos de las contingencias de conversión dentro de las organizaciones y destacan que demasiadas cosas deben “ir bien” para que se logre el valor potencial de un proyecto de Tecnología de la Información después de su implementación. Por ejemplo, después de una implementación exitosa de un proyecto de base de datos de marketing, la tasa de ventas cruzadas no se incrementa de acuerdo a lo esperado porque el departamento de marketing no recibió una capacitación adecuada. Además, el Mapa Estratégico está en constante cambio a medida que se establecen nuevos objetivos o los objetivos actuales se dejan de lado como consecuencia de cambios en la estrategia organizacional. De esta forma, puede suceder que algunos proyectos sustenten objetivos pasados. También, los nuevos objetivos pueden no estar apoyados por ningún proyecto. Cualquiera de estas situaciones revela un no alineamiento entre la estrategia de TI y la estrategia organizacional. Nuestro objetivo es capturar estos escenarios utilizando DEA.

La formulación del problema DEA es como se describe a continuación (ver figura 4).

Cada proyecto en P_t define dos DMUs: una DMU representa el proyecto en desarrollo y los datos de entrada y salida están dados por el valor realizado; la otra DMU representa el proyecto según la planificación y los datos de entrada y salida están dados por el valor potencial o planificado. De esta forma, en base a las definiciones provistas en la sección 3.2 asumimos $2v_t$ DMUs. Además, pueden existir DMUs adicionales que representan los proyectos que comenzaron antes de seleccionar el portfolio P_t .

Dado que el propósito del análisis es determinar el alineamiento con respecto a los objetivos estratégicos, consideramos los objetivos actuales y obtenemos los datos para DEA de la siguiente forma: las salidas están dadas por los indicadores asociados a los objetivos actuales, y las entradas están dadas únicamente por aquellos beneficios de proyectos vinculados con al menos un indicador estratégico. Más formalmente, sea $M = \{m_i, 1 \leq i \leq s\}$ donde m_i representa un indicador relacionado con un objetivo actual del Mapa Estratégico y s es el número de indicadores. El conjunto de salidas para DEA está dado por M. El conjunto de entradas está dado por el subconjunto de beneficios $X_t^m \in X_t$ donde cada beneficio en X_t^m está vinculado con al menos un indicador en M.

Figura 4 Monitoreo de Proyectos (relación entre el Mapa Estratégico y la planilla de datos para DEA)



4. Ejemplo

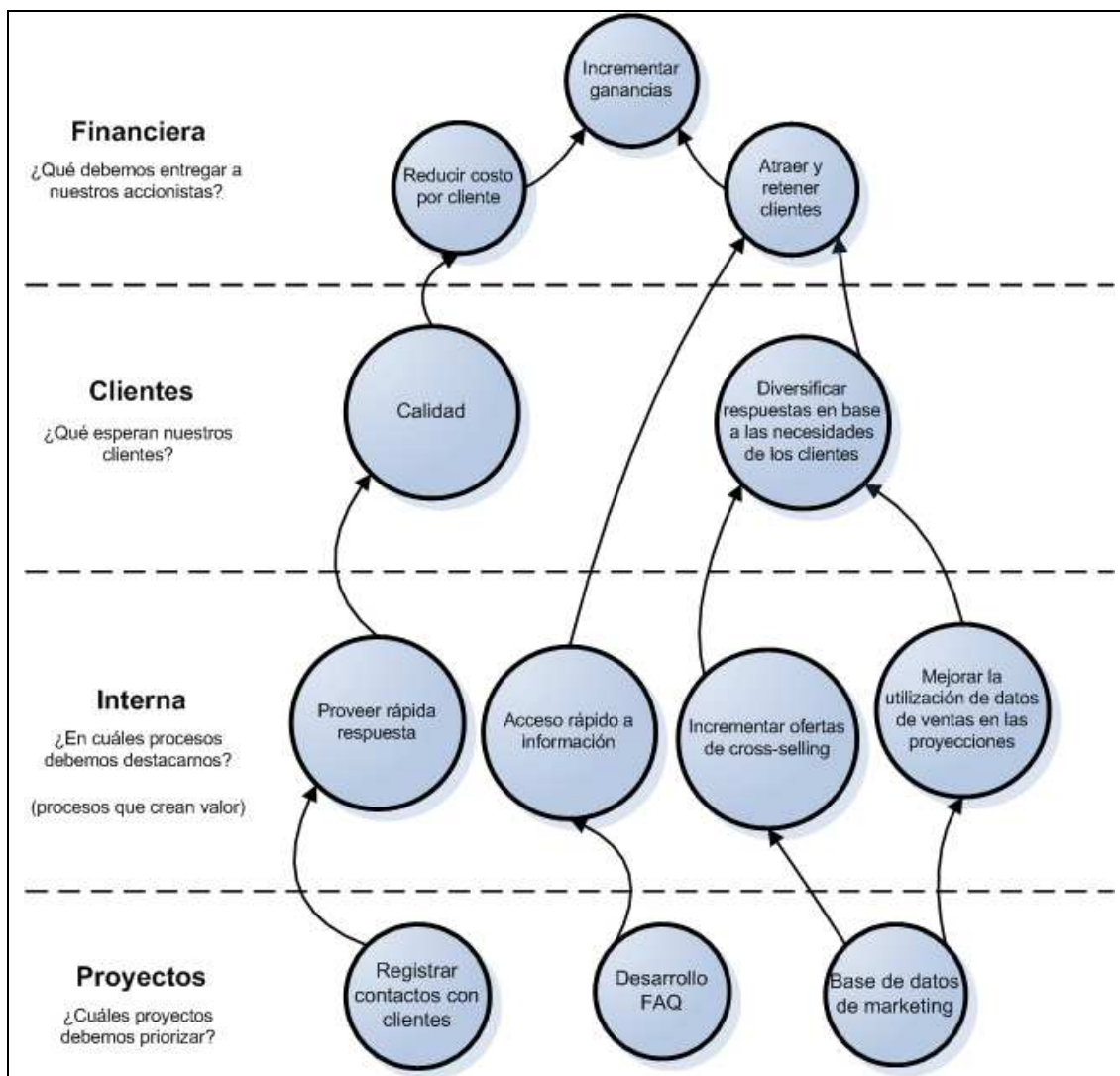
En esta sección ilustramos la aplicación de DEA por medio de un ejemplo. Consideremos las figuras 5 y 6 que muestran cómo las iniciativas de TI se pueden combinar para crear una ventaja financiera derivada de la estrategia. Las figuras están basadas en las plantillas de Kaplan y Norton. Un proyecto operacional (Registrar contactos de clientes) y dos proyectos estratégicos (Base de datos de marketing y Desarrollo de FAQ) pueden mejorar la propuesta de valor para el cliente instrumentando una diversificación basada en las necesidades de los clientes y brindando rápida respuesta.

Consideramos 5 portfolios, es decir 5 DMUs, cada uno integrado por diferente cantidad de proyectos. El modelo se orienta a la Perspectiva Interna, o sea a aquellos portfolios de IT cuyos beneficios brindan valor a los procesos internos, e involucra 3 inputs y 5 outputs. Es deseable que el número de DMUs involucradas sea mayor que el número total de inputs mas outputs (Cooper, Seiford, & Tone, 2006). De todos modos, y a efectos elaborar una explicación simple, utilizamos un número pequeño de portfolios y proyectos.

Selección de Portfolios. De acuerdo a nuestra propuesta, los inputs del modelo son los beneficios derivados de los proyectos que conforman los diferentes portfolios y los outputs los indicadores asociados a los objetivos estratégicos.

Sean los portfolios incluidos en la tabla 1. Los inputs considerados son: “número de FAQ respondidas por operador” (se supone que un sistema de software debe brindar información apropiada y los clientes no necesitar la intervención del operador); “Tiempo para responder quejas” (un sistema de software que diera apoyo a la gestión de relaciones permitiría el acceso a

Figura 5 Vista parcial del Mapa Estratégico. Tema estratégico: Satisfacción del cliente. Observar las relaciones causa-efecto entre las Perspectivas de Proyectos e Interna



todas las transacciones efectuadas por los clientes), “Utilización de datos históricos de ventas en proyecciones” (un proyecto de desarrollo de base de datos posibilitaría el acceso a datos generados por diferentes sistemas como el de ventas, finanzas, etc. y “Tiempo de procesamiento de sueldos”. Los outputs considerados son “Tiempo requerido para brindar información”, “Satisfacción del cliente por rápida atención”, “Tiempo que se tarda en responder quejas”, “Porcentaje de datos de ventas utilizado en proyecciones” y “tasa de ventas cruzadas” que miden los objetivos estratégicos tal como se describe en la figura 6.

Utilizamos un modelo DEA siguiendo la formulación BCC, orientado al output con retorno de escala variable para evaluar la eficiencia relativa de los 5 portfolios considerados. El software de apoyo es DEA Solver®. En la tabla 2 incluye los datos utilizados, y en la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos. De esta última, puede observarse que las DMUs eficientes son los Portfolios 2 y 3, en cambio, los no eficientes son los Portfolios 1, 4 y 5.

En la tabla 3 puede observarse que, los portfolios que resultan eficientes incluyen proyectos cuyos beneficios contribuyen al valor de los indicadores de todos los objetivos estratégicos, aspecto que no cumplen los no eficientes. Así, la DMU 1 debería mejorar todos los inputs, es de-

Figura 6 Plan de acciones para el Tema Estratégico Satisfacción de Clientes

Mapa Estratégico. Tema: Satisfacción del cliente			Plan de acción	Portfolio	
	Objetivos	Indicador	Iniciativa	Proyecto	Beneficios
Finanzas	Incrementar ganancias	-Valor del mercado			
	Reducir costos por clientes				
	Atraer y retener más clientes	-Número de clientes nuevos -Porcentaje de clientes repitiendo pedidos			
Clientes	Calidad	-Número de llamadas de clientes por la misma queja			
	Diversificar respuestas en base a las necesidades de los clientes				
Interna	Acceso rápido a la información	-Tiempo requerido para proveer información relativa a un benchmark -Satisfacción del cliente con información rápida	Mejora del sitio Web	Desarrollo FAQ	Número de FAQ respondidas por operador
	Brindar rápida respuesta	-Demora de tiempo en responder quejas	Gestión de relaciones	Registrar contactos de clientes	Tiempo para responder quejas
	Mejorar utilización de datos de ventas en proyecciones	-Porcentaje de datos de ventas utilizado en proyecciones	Base de datos de marketing	Database marketing	Utilización de datos históricos de ventas en proyecciones
	Crecimiento de ofertas de ventas cruzadas	-Tasa de ventas cruzadas			

Tabla 1 Portfolios de TI

Portfolio	Proyectos
1	Mejora sitio Web (mantenimiento menor)
2	Mejora sitio Web (desarrollo mayor), Gestión de relaciones (desarrollo mayor), Base de datos de marketing (mantenimiento menor), Liquidación de haberes (mantenimiento perfecto de envergadura)
3	Mejora sitio Web, Gestión de Relaciones, Base de datos de marketing (desarrollo mayor)
4	Mejora sitio Web (mantenimiento menor), Gestión de Relaciones
5	Liquidación de haberes (mantenimiento perfecto de envergadura)

cir, tendría que incluir otros proyectos que generen beneficios que contribuyan a la realización de los objetivos estratégicos. En tanto, el Portfolio 5 incluye un proyecto para mejorar un sistema de liquidación de sueldos que no está vinculado a ninguno de los objetivos estratégicos y la tabla 4 muestra que los valores de sus outputs deberían mejorar entre un 150 a 700% respecto a su portfolio de referencia, el 2. Además, su score es el más bajo, es decir, es el portfolio más desalineado.

Tabla 2 Selección de Portfolios, datos de input y output

Portfolio	Inputs				Outputs				
	Número de FAQ respondidas por operador	Tiempo para responder quejas	1/Utilización de datos históricos de ventas	Tiempo de procesamiento de liquidación de sueldos	1/Tiempo para proveer información	Satisfacción del cliente con información rápida	1/Tiempo para responder quejas	Porcentaje de datos de ventas utilizado	Tasa ventas cruzadas
1	80,00	20,00	0,10	5,00	0,08	3,00	0,04	10,00	1,00
2	10,00	10,00	0,02	0,30	0,10	8,00	0,10	50,00	5,00
3	20,00	12,00	0,01	5,00	0,08	6,00	0,08	100,00	10,00
4	20,00	12,00	0,05	5,00	0,07	3,00	0,07	20,00	1,00
5	150,00	20,00	0,10	0,30	0,03	1,00	0,04	10,00	1,00

Tabla 3 Selección de Portfolios: scores de eficiencia de DEA

DMU	Score	Ranking	1/Score	Conjunto referencia	Lambda
Portfolio 1	0,8	3	1,25	Portfolio 2	1
Portfolio 2	1	1	1	Portfolio 2	1
Portfolio 3	1	1	1	Portfolio 3	1
Portfolio 4	0,66666667	4	1,5	Portfolio 2	1
Portfolio 5	0,4	5	2,5	Portfolio 2	1

Sintetizando, el ranking obtenido es consistente con la contribución de valor de cada portfolio a los objetivos estratégicos. Los resultados dan sustento al proceso de toma de decisiones y la decisión final sobre el portfolio seleccionado deberá tener en cuenta otros aspectos aquí no contemplados como son el presupuesto disponible y otras restricciones dadas por otros recursos. El ranking debe entenderse como una herramienta complementaria al análisis financiero tradicional.

Monitoreo de proyectos. Para la etapa de monitoreo, asumimos que seleccionamos el Portfolio 2 y que de los 4 proyectos que están en desarrollo, 3 son nuevos (forman parte de él) y el restante es un proyecto anterior que en adelante llamaremos *Proyecto legado*. Este Proyecto legado fue concebido para lograr un objetivo estratégico que ha sido dejado de lado como consecuencia de cambios en la estrategia.

Los outputs e inputs del modelo DEA representan a los indicadores vinculados con los objetivos estratégicos actuales y los beneficios que contribuyen a su realización, respectivamente (ver tabla 5). En la tabla se puede observar que los datos incluidos (inputs y outputs) representan los valores planificados (P) y los realizados (R) correspondientes a los 3 proyectos nuevos y que no se incluyen beneficios realizados del *Proyecto legado* dado que no está asociado a ningún objetivo vigente.

En la tabla 6, sintetizamos los resultados obtenidos. De ella se desprende que las DMUs eficientes están representadas por los 3 proyectos planificados y las no eficientes o con menor score son las representadas por los proyectos que están en realización. Esto puede deberse a varias razones, a saber, los beneficios planificados fueron sobreestimados o el desarrollo del proyecto

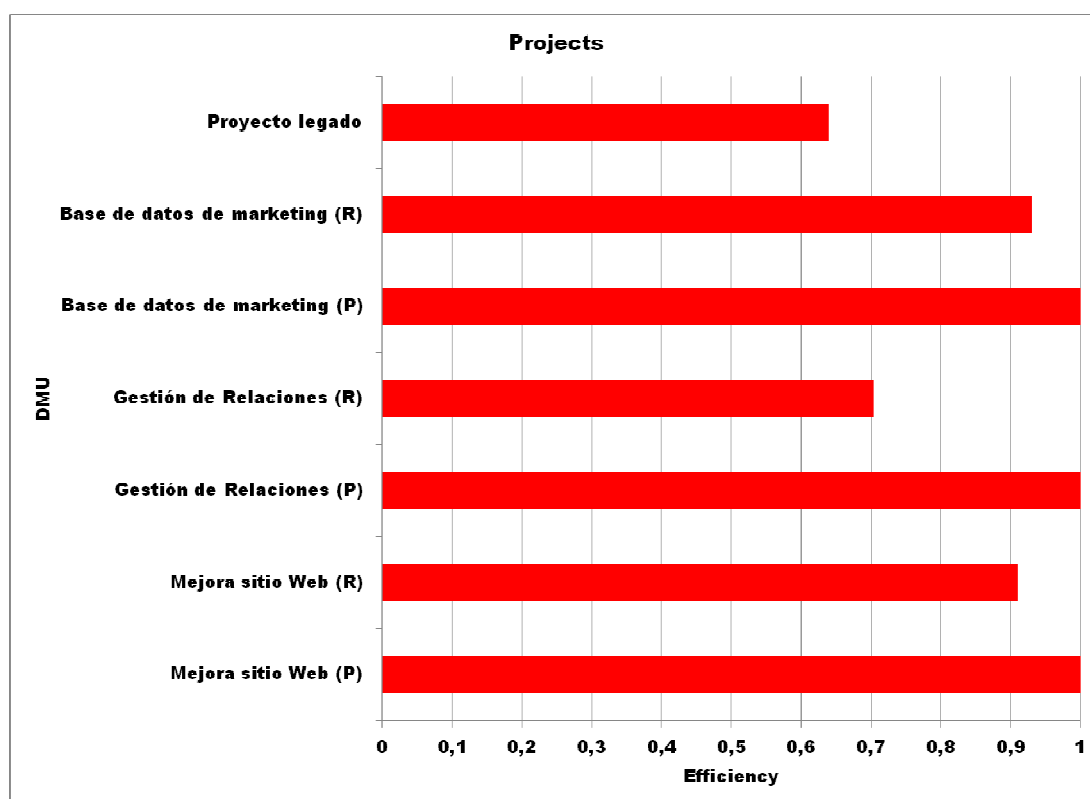
Tabla 4 Selección de Portfolios Selección: proyección para las DMUs ineficientes 1, 4 y 5

DMU I/O	1/Valor de Score	Proyección	Diferencia	%
Portfolio 1	1,25			
Número de FAQ respondidas por operador	80	10	-70	-87,50%
Tiempo para responder quejas	20	10	-10	-50,00%
1/Utilización de datos históricos de ventas	0,1	0,02	-0,08	-80,00%
Tiempo de procesamiento de liquidación de suledos	5	0,3	-4,7	-94,00%
1/Tiempo para proveer información	0,08	0,1	0,02	25,00%
Satisfacción del cliente con información rápida	3	8	5	166,67%
1/Tiempo para responder quejas	0,04	0,1	0,06	150,00%
Porcentaje de datos de ventas utilizado	10	50	40	400,00%
Tasa de ventas cruzadas	1	5	4	400,00%
Portfolio 4	1,5			
Número de FAQ respondidas por operador	20	10	-10	-50,00%
Tiempo para responder quejas	12	10	-2	-16,67%
1/Utilización de datos históricos de ventas	0,05	0,02	-0,03	-60,00%
Tiempo de procesamiento de liquidación de suledos	5	0,3	-4,7	-94,00%
1/Tiempo para proveer información	6,67E-02	0,1	3,33E-02	50,00%
Satisfacción del cliente con información rápida	3	8	5	166,67%
1/Tiempo para responder quejas	6,67E-02	0,1	3,33E-02	50,00%
Porcentaje de datos de ventas utilizado	20	50	30	150,00%
Tasa de ventas cruzadas	1	5	4	400,00%
Portfolio 5	2,5			
Número de FAQ respondidas por operador	150	10	-140	-93,33%
Tiempo para responder quejas	20	10	-10	-50,00%
1/Utilización de datos históricos de ventas	0,1	0,02	-0,08	-80,00%
Tiempo de procesamiento de liquidación de suledos	0,3	0,3	0	0,00%
1/Tiempo para proveer información	0,025	0,1	0,075	300,00%
Satisfacción del cliente con información rápida	1	8	7	700,00%
1/Tiempo para responder quejas	0,04	0,1	0,06	150,00%
Porcentaje de datos de ventas utilizado	10	50	40	400,00%
Tasa de ventas cruzadas	1	5	4	400,00%

**Tabla 5 Monitoreo de proyectos, datos para el input y el output
(P:Planificado; R:Realizado)**

Proyecto	Inputs			Outputs				
	Número de FAQ respondidas por operador	Tiempo para responder quejas	1/Utilización de datos históricos de ventas	1/Tiempo para proveer información	Satisfacción del cliente con información rápida	1/Tiempo para responder quejas	Porcentaje de datos de ventas utilizado	Tasa ventas cruzadas
Mejora sitio Web (P)	20,00	20,00	0,10	0,08	6,00	0,04	10,00	1
Mejora sitio Web (R)	40,00	20,00	0,10	0,05	5,00	0,04	10,00	1
Gestión de Relaciones (P)	150,00	12,00	0,10	0,03	1,00	0,08	10,00	1
Gestión de Relaciones (R)	150,00	15,00	0,10	0,03	1,00	0,05	10,00	1
Base de datos de marketing (P)	150,00	20,00	0,01	0,03	1,00	0,04	100,00	10
Base de datos de marketing (R)	150,00	20,00	0,02	0,03	1,00	0,04	50,00	3
Proyecto legado	150,00	20,00	0,10	0,03	1,00	0,04	10,00	1

Figura 7 Monitoreo de proyectos: ranking de la contribución de valor basada en DEA



aún no ha terminado, o que ciertas contingencias ocurridas imposibilitaron la realización de los beneficios. El *Proyecto legado* tiene el score más bajo dado que no está vinculado con ningún objetivo del Mapa Estratégico.

Tabla 6 Monitoreo de proyectos: scores de eficiencia DEA

DMU	Score	Rank	1/Score	Conjunto referencia	Lambda
Mejora sitio Web (P)	1	1	1	Mejora sitio Web (P)	1
Mejora sitio Web (R)	0,91048202	5	1,09831933	Mejora sitio Web (P)	0,89831933
Gestión de Relaciones (P)	1	1	1	Gestión de relaciones (P)	1
Gestión de Relaciones (R)	0,70376466	6	1,42092955	Mejora sitio Web (P)	0,23677287
Base de datos de marketing (P)	1	1	1	Base de datos de marketing (P)	1
Base de datos de marketing (R)	0,93041151	4	1,07479324	Mejora sitio Web (P)	4,21E-02
Proyecto legado	0,63896318	7	1,56503542	Mejora sitio Web (P)	0,41564713

5. Conclusiones y trabajo futuro

El propósito de este trabajo es definir un método sistemático para priorizar portfolios y proyectos de acuerdo a su contribución de valor a la estrategia organizacional. Por lo tanto, necesitamos vincular la definición de la estrategia organizacional con la descripción de los portfolios de TI. Asumimos que la organización define su estrategia usando el Mapa Estratégico, suposición que no es restrictiva debido a que esta herramienta es ampliamente utilizada en organizaciones de cualquier tipo y tamaño. En particular, el Mapa Estratégico contiene la definición de los objetivos organizacionales y sus indicadores. Asimismo, dado un portfolio conformado por un conjunto de proyectos, cada proyecto provee beneficios. Cualquier propuesta de inversión debe incluir una descripción tanto de los costos como de los beneficios esperados de la inversión. En nuestra propuesta relacionamos a cada uno de estos beneficios con indicadores estratégicos. De esta forma, se especifica explícitamente cómo el logro de los objetivos depende de la realización de los beneficios brindados por los proyectos.

En base a este modelo conceptual formulamos dos problemas de decisión a ser resueltos utilizando la técnica DEA. En el problema de selección de portfolios, los portfolios son las unidades de decisión, y los eficientes son aquellos alineados con la estrategia, es decir, aquellos cuyos beneficios mejor contribuyen a la realización de los objetivos. Para lograr esto, los inputs están dados por los beneficios de los proyectos y los outputs están dados por los indicadores estratégicos. Una vez que el problema de decisión ha sido formulado es posible aplicar DEA y como resultado obtenemos un score para cada portfolio basado en la relación beneficios-objetivos organizacionales. En el problema de monitoreo de proyectos, los proyectos son las unidades de decisión y la solución DEA revela los scores más altos para aquellos que se mantienen alineados con los objetivos organizacionales. Debido a que los outputs DEA representan objetivos vigentes, cualquier proyecto cuyos beneficios no contribuyan a los objetivos obtendrá un score bajo. Además, las DMUs que representan a los proyectos planeados definirán la frontera de eficiencia y los proyectos en desarrollo tienen la oportunidad de ser comparados con referencia a su contribución de valor potencial. Podemos considerar a los proyectos planeados como una fuente de datos a ser utilizada como un benchmark.

La principal contribución de este trabajo es el ranking de portfolios y proyectos basado en la contribución de valor, a diferencia de los métodos de evaluación basados únicamente en indica-

dores financieros. La propuesta está basada en dos herramientas sólidas. Primero, la utilización del Mapa Estratégico permite una medición del valor próxima a dónde se origina. En segundo lugar, el scoring de portfolios se realiza utilizando una técnica con base matemática tal como DEA.

La propuesta extiende investigaciones previas (a) permitiendo evaluar a la TI en el sitio donde contribuye al valor; y (b) introduciendo un método formal y sistemático para rankear portfolios de TI en base a la contribución de valor a la estrategia organizacional. En (Davern & Wilkin, 2010) los autores atienden el problema de la medición de valor de TI. Ellos explican que una línea de investigación, que se nutre de la contabilidad financiera y la economía, emplea indicadores independientes observables, tales como reacciones de los mercados de capitales, retornos de las inversiones y cambios en la participación de mercados, para evaluar el valor de la TI en una organización. Otra línea de investigación, que se nutre de las ciencias de la conducta, utiliza indicadores más subjetivos tales como asimilación, satisfacción del cliente, beneficios netos percibidos, y percepciones y expectativas de la calidad. Los indicadores observables son más objetivos pero no resultan próximos a lugar de realización del valor, mientras que los indicadores conductuales están definidos a medida para estar próximos al sitio de creación de valor, pero son más susceptibles a la subjetividad (Davern & Kauffman, 2000). Una contribución clave de nuestra propuesta es que facilita un entendimiento del proceso de creación de valor de la TI, desde la inmediata percepción de los efectos de los proyectos hasta los indicadores financieros. El vínculo entre los beneficios de los proyectos y las metas estratégicas se construye a partir de la representación del Mapa Estratégico y da apoyo a un análisis cuantitativo. De esta forma, el método permite una medición cercana al sitio donde se produce el valor (utilizando vínculos explícitos entre los beneficios de los proyectos y las metas estratégicas) y utilizando indicadores observables.

Actualmente, estamos refinando la propuesta para hacerla más operativa, e integrar indicadores relacionados con varios objetivos de la GPTI. Por otro lado, estamos formulando un modelo que articule la consideración de riesgos dentro de los procesos de selección de portfolios y monitoreo de proyectos.

REFERENCIAS

- Albright, R., & Kappel, T. (2003). Technology Roadmapping: roadmapping the corporation. *Res. Technology Management*, 46(2), 31-40.
- Amado, C., Santos, S., & Marques, P. (2012). Integrating the Data Envelopment Analysis and the Balanced Scorecard approaches for enhanced performance assessment. *Omega - The International Journal of Management Science*, 40, 390-403.
- Archer, N., & Ghasemzadeh, F. (1999). An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*, 17(4), 207-216.
- Arnold, T., & Crack, T. (2003). *Option Pricing in the Real World: a Generalized Binomial Model with Applications to Real Options*. Retrieved 2010, from Social Science Research Paper.
- Asosheh, A., Nalchigar, S., & Jamporzam, M. (2010). Information technology project evaluation: An integrated data envelopment analysis and balanced scorecard approach. *Expert Systems with Applications - An International Journal*, 37, 5931-38.
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 1078-92.
- Bannerman, P. (2008). Risk and risk management in software projects: A reassessment. *The Journal of Systems and Software*, 2118-2133.
- Benaroch, M., & Kauffman, R. J. (1999). A case for using real options analysis to evaluate information technology investments. *Information Systems Research*, 10(1), 70-86.

- Booch, G., Jacobson, I., & J., R. (1998). *The Unified Modeling Language User Guide*. MA: Addison-Wesley Longman.
- Booch, G., Jacobson, I., & Rumbaugh, J. (1998). *The Unified Modeling Language User Guide*. MA: Addison-Wesley Longman.
- Brandao, L., Dyer, J., & Hahn, W. (2005). Using binomial trees to solve real-option valuation problems. *Decision Anal.*, 2(2), 69-88.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 428-44.
- Chen, T., Jinlong, Z., & Kin-Keung, L. (2009). An integrated real options evaluating model for information technology projects under multiple risks. *International Journal of Project Management*, 776-86.
- Committee of Sponsoring Organizations. (2004). *Enterprise risk management integrated framework*.
- Cook, W., & Seiford, L. (2009). Data Envelopment Analysis (DEA) -thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192, 1-17.
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (2001). Portfolio management for new product development: results of an industry practices only. *R & D Management*, 31(4), 361-380.
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (2001). Portfolio management for new product development: results of an industry practices only. *R & D Management*, 31(4), 361-380.
- Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (1999). New product portfolio management: practices and performance. *The Journal of Product Innovation Management*, 16(4), 333-351.
- Cooper, W., & Seiford, L. (2004). *Handbook on Data Envelopment Analysis*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Uses*. New York: Springer Science+Business Media.
- Copeland, T., & Antikarov, V. (2001). *Real Options: A Practitioners's Guide*. W. W. Norton & Company.
- Cox, J., Ross, S., & Rubinstein, M. (1979). Option Pricing: a simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 7, 229-263.
- Davern, M., & Kauffman, R. (2000). Discovering value and realizing potential from IT investments. *Journal of Management Information Systems*, 16(4), 121-44.
- Davern, M., & Kauffman, R. (2000). Discovering value and realizing potential from IT investments. *Journal of Management Information Systems*, 16(4), 121-44.
- Davern, M., & Wilkin, C. (2010). Towards an integrated view of IT value measurement. *International Journal of Accounting Information Systems*, 11, 42-60.
- Dos Santos, J. (1991). Justifying investment in new information technologies. *Management Information Systems*, 7(4), 71-89.
- Eilat, H., Golany, B., & Shtub, A. (2006). Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology. *European Journal of Operational Research*, 172(3), 1018-39.
- Eilat, H., Golany, B., & Shtub, A. (2006). Constructing and evaluating balanced portfolios of R&D projects with interactions: A DEA based methodology. *European Journal of Operational Research*, 172(3), 1018-39.
- Eilat, H., Golany, B., & Shtub, A. (2008). R&D projects evaluation: An integrated DEA and balanced scorecard approach. *Omega*, 36(5), 895-912.
- Evans, M. (2005). Overdue and over budget, over and over again. *The Economist*.
- Ferreira, S., Collofello, J., Shunk, D., & Mackulak, G. (2009). Understanding the effects of requirements volatility in software engineering by using analytical modeling and software process simulation. *The Journal of Systems and Software*, 1568-1577.
- García-Valderrama, T., Muleno-Mendigirri, E., & Revuelta-Bordoy, D. (2009). Relating the perspectives of the Balanced Scorecard for R&D by means of DEA. *European Journal of Operational Research*, 196, 1177-89.

- Ghasemzadeh, F. (2000). Project Portfolio Selection Through Decision Support. *Decision Support Systems*, 29, 73-88.
- Goh, K., & Kauffman, R. (2006). Measuring the Potential and Realized Value of IT. *WISE*.
- Holzmann, V., & Spiegler, I. (2010). Developing risk breakdown structure for information technology organizations. *International Journal of Project Management*.
- Jassbi, J., Mohamadnejad, F., & Nasrollahzadeh, H. (2010). A Fuzzy DEMATEL Framework for Modeling Cause and Effect Relationship. *Expert Systems with Applications*.
- Kaplan, R. (2010). Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard. *Working paper*. Harvard Business School.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2000). *Cuadro de Mando Integral*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.
- Kaplan, R., & Norton, R. (2004). *Strategy Maps. Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes*. Boston: Harvard Business School Press.
- Kaplan, J. (2005). Strategic IT Portfolio Management. Governing Enterprise Transformation. Pittiglio Rabin Todd & McGrath (PRTM), Inc.
- Kaplan, J. (2005). *Strategic IT Portfolio Management. Governing Enterprise Transformation*. Lexington: PRTM.
- Kumar, R. (1996). A note on project risk and option values of investment in information technologies. *Journal Management of Information Systems*, 187-93.
- Luftman, J. (December de 2000). Assessing Business-IT Alignment Maturity. *Communications of AIS*, 14(4).
- Maizlish, B., & Handler, R. (2005). *IT Portfolio Management Step by Step. Unlocking the Business Value of IT*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Maizlish, B., & Handler, R. (2005). *IT Portfolio Management Step-by-Step: Unlocking the Business Value of IT*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Maizlish, B., & Handler, R. (2005). *IT Portfolio Management. Step-by-Step. Unlocking the Business Value of Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- McFarlan, F. (1981). Portfolio approach to information systems. *Harvard Business Review*, 142-150.
- Müller, R., Martinsuo, M., & Blomquist, T. (2008). Project portfolio control and Portfolio Management Performance in Different Contexts. *Project Management Journal*, 28-42.
- Nauyalis, C., & Carlson, M. (2010). Portfolio pain points -New study reveals that companies are suffering from a lack of streamlined product portfolio management processes. *PDMA Visions Magazine*, 13-18.
- Panayi, S., & Trigeorgis, L. (1998). Multi-stage Real Options: the Cases of Information Technology Infrastructure and International Bank Expansion. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 38, 675-692.
- Pinto, J., & Slevin, D. (1988). Critical success factors across the project life cycle. *International Journal of Project Management*, 19(3), 67-74.
- Project Management Institute. (2004). *A guide to the project management body of knowledge*. Newtown Square.
- Putnam, L. (1978). A General Empirical Solution to the Macro Software Sizing and Estimating Problem. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 345-361.
- Rickards, R. (2003). Setting benchmarks and evaluating Balanced Scorecards with data envelopment analysis. *Benchmarking: An International Journal*, 10, 226-45.
- Rubinstein, D. (2007). Standish Group Report: There's Less Development Chaos Today. *Software Development Times*.
- Sage, A. P. (1992). *Systems Engineering*. United States of America: John Wiley & Sons.
- Sanchez, H., Benoit, R., & Pellerin, R. (2008). A Project Portfolio Risk-Opportunity Identification Framework. *Project Management Journal*, 97-209.
- Sánchez, M., & Mellado, V. (2004). Integración formal del modelo de negocio con el Tablero de Comando. (F. Rotstein, Ed.) *Escritos Contables*, 45, 119-128.

- Sánchez, M., & Mellado, V. (2005). Implementing the Balanced Scorecard: A Supermarket Chain's Experience. *Second Argentine Symposium on Information System (ASIS2005)*. Rosario: SADIO.
- Sánchez, M., & Milanesi, G. (2011). Evaluation of Software Development Investments: a Real Options Approach. *Proc. Argentine Symposium on Software Engineering, parte de JAIIO* (págs. 49-60). Córdoba: SADIO.
- Sauser, B., Reilly, R., & Shenhar, A. (2009). Why projects fail? How contingency theory can provide new insights - A comparative analysis of NASA's Mars Climate Orbiter loss. *International Journal of Project Management*, 27, 665-679.
- Standish Group. (2001). *The Standish group: the chaos report*. West Yarmouth: The Standish Group International, Inc.
- Tao, C., Jinlong, Z., & Kin-Keung, L. (2009). An integrated real options evaluating model for information technology projects under multiple risks. *International Journal of Project Management*, 27, 776-86.
- The Project Management Institute, Inc. (2006). *The Standard for Portfolio Management*. Project Management Institute. Newtown Square: PMI Publications.
- Turban, E., Leidner, D., McLean, E., & Wetherbe, J. (2006). *Information Technology for Management*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Wang, J., Lin, W., & Huang, Y. (2010). A performance-oriented risk management framework for innovative R&D projects. *Technovation*, 30, 601-611.
- Ward, J., & Peppard, J. (2002). *Strategic Planning for Information Systems*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Weill, P., Woerner, S., & McDonald, M. (2009). Managing the IT Portfolio (update circa 2009): Infrastructure Dwindling in the Downturn. *CISR Research Briefing*, IX(8).