

UNIVERSIDAD EAN

FACULTAD DE INGENIERÍA
DOCTORADO EN GERENCIA DE PROYECTOS



TESIS DOCTORAL

MODELO P3S-VB
SELECCIÓN DEL PORTAFOLIO DE
PROYECTOS DE TI, BASADO EN VALOR.
APLICADO EN LA INDUSTRIA
DE PETRÓLEOS DE COLOMBIA.

AUTOR

JAIME HERNANDO MALAGÓN BARINAS

DIRECTOR

DR. IVAN MURA

BOGOTÁ, D.C., 8 DE JUNIO DE 2018

Este trabajo está dedicado a Dios y a la Virgen María por cuidar de mí. A Patricia González Reyes mi amada esposa, por ser el motor, inspiración, soporte y razón de nuestro portafolio de vida, y quien siempre me alentó y ayudó para alcanzar este logro.

Asimismo a mis cuatro hijos que con su amor me ayudan a mejorar día a día: a Manuela y Juan Nicolas, por su apoyo incondicional y ejemplo; y, muy especialmente a María Carolina y David Francisco, los más grandes patrocinadores de este proyecto, quienes me brindaron su tiempo, enseñanzas, comprensión, ánimo y alegría suficiente para llevar esta meta hasta su conclusión.

AGRADECIMIENTOS

Le debo mi gratitud al Dr. Ivan Mura, quien con su dirección, supervisión científica, apoyo continuo, valiosos consejos y sugerencias útiles han permitido completar este trabajo con éxito. Nunca olvidaré su amabilidad en ayudarme a encontrar el camino y enfoque para contribuir desde esta investigación al incremento del valor en el portafolio de proyectos.

Para el Dr. Milton Rueda, quien con su vocación al servicio, orientación y enseñanzas prácticas, contribuyó en la identificación y uso de las diferentes técnicas estadísticas para la validación de los productos de investigación.

A los Dres. Denise Arguelles y Rafael Pérez Uribe, por sus observaciones, las cuales apoyaron a delimitar el alcance y propósitos del anteproyecto. Igualmente al Dr. Carlos Largacha, quien como tutor de mi primer propuesta de investigación inspiró la innovación administrativa.

Al Dr. Mauricio Díez Silva, mi gratitud, porque su perspectiva de la gerencia de proyectos como disciplina científica, su teoría del “sándwich” como metodología de investigación, y su invitación a mostrar resultados, enfocaron y dieron sentido práctico a esta experiencia intelectual.

Reconocimiento adicional a la Dra. Luz Marina Sánchez Ayala por su liderazgo y posicionado de este doctorado en el contexto nacional e internacional. A los Dres. Manuel Alfonso Garzón Castrillón y Nelson Díaz Cáceres, quienes más allá de su tarea como profesores, generaron los escenarios para lograr las publicaciones en revistas indexadas requeridas por la Universidad EAN.

A Ecopetrol, su Universidad Corporativa y directivos, por el patrocinio económico de esta formación académica. Al igual, a mis colegas académicos y profesionales, en especial al Dr. Alexis Ocampo Ramirez, por sus perspicaces ideas.

A mi amada esposa, la Ing. Patricia González Reyes, quien me apoyo de manera incondicional en el largo desarrollo de esta investigación, así como por su entrega y dedicación con la lectura y revisión de este documento. Por último, a mis hijos por su amor y comprensión, especialmente a María Carolina y David Francisco por acompañarme, apoyarme, escucharme y exigirme en el desarrollo de esta gran aventura de formación personal, profesional y academica.

RESUMEN

La estrategia es el acople que la empresa realiza entre sus recursos internos y capacidades, su respuesta a las oportunidades y riesgos del entorno externo de la compañía (Grant, 1991), y la creación de valor (Lepak, Smith, & Taylor, 2007; Normann & Ramirez, 1998). La estrategia tiene como objetivo identificar las inversiones necesarias para mantener, desarrollar, incorporar y extender los recursos y capacidades requeridas por la empresa para alcanzar sostenibilidad en el largo plazo (Chung *et al.*, 2016; Helfat & Winter, 2011; López-Cabarcos, Göttling-Oliveira-Monteiro, & Vázquez-Rodríguez, 2015; Maniak *et al.*, 2014; Teece, Pisano, & Shuen, 1997; Winter, 2008). La implementación exitosa de la estrategia se alcanza cuando se maximiza la entrega de valor a los grupos de interés, balanceando los riesgos y optimizando el uso de los recursos requeridos para lograrlo (Costantino, Di Gravio, & Nonino, 2015). A pesar de ello, las organizaciones, en promedio, solo alcanzan el 63% del rendimiento financiero prometido en sus estrategias, y en un 66% de las empresas la estrategia nunca se ejecuta (Johnson, 2004; Kaplan & Norton, 2008; Mankins & Steele, 2005).

De acuerdo con Meskendahl (2010), Morris & Jamieson (2005) y Müller, Martinsuo & Blomquist (2008), las organizaciones materializan su estrategia por medio de la incorporación de cambios en sus capacidades organizacionales. Las cuáles son implementadas, principalmente, por intermedio de proyectos, programas y portafolios (Shenhar *et al.*, 2001). Los proyectos como piezas fundamentales en la materialización de la estrategia, y alineados al desarrollo de capacidades organizacionales, contribuyen a las ventajas competitivas (Kerzner, 2010). No obstante, la realidad de la dirección de proyectos, con mayor fuerza cada vez, indica que el éxito percibido del proyecto no se alcanza únicamente con el cumplimiento en tiempo, costo y alcance. Sino que, es fundamental la identificación, creación, entrega y captura de valor (Mir & Pinnington, 2014), tanto para los grupos de interés, como para la empresa (Winter *et al.*, 2006).

El portafolio de proyectos como herramienta estratégica contribuye en el desarrollo de las metas y objetivos empresariales (Vitolo & Cipparrone, 2014). El componente principal de este

propósito es la selección del conjunto de proyectos del portafolio (PPS), maximizando el balance entre recursos, riesgos, capacidades, y valor a crear (APM, 2006; IPMA, 2006; Kodukula, 2014; PMAJ, 2005; PMI, 2017b; Turner, 2008). La PPS ha sido estudiada a nivel académico, empresarial e industrial (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Artto *et al.*, 2008; Bonham, 2005; Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2001; Crawford & Cooke-Davies, 2012; Dickinson, Thornton, & Graves, 2001; Ginzberg, 1979; Henriksen & Traynor, 1999; Huang *et al.*, 2015; Kundisch & Meier, 2011; Levine, 2005; OGC, 2011; Patanakul, Curtis, & Koppel, 2013; PMI, 2017b). Existen evidencias del positivo aporte de las prácticas de PPS en la alineación del portafolio con los propósitos, objetivos y estrategias de las empresas, tanto para la incorporación de capacidades organizacionales, como en el desarrollo de ventajas competitivas (Buschle & Quartel, 2011; Chiang & Nunez, 2013; Kaiser, El Arbi, & Ahlemann, 2015; Maes, De Haes, & Van Grembergen, 2015; Say, Fusfeld, & Parish, 2003; Too & Weaver, 2014; Voss & Kock, 2013). Empero, la literatura sobre dirección de portafolio y en lo pertinente a PPS ha prestado escasa atención a los conceptos de gestión de valor (Martinsuo & Killen, 2014). En la última década, cada vez más investigaciones, desde la academia e industria, proponen la necesidad de ampliar las definiciones de valor en el portafolio (Augusto Oliveira *et al.*, 2010; Bolsinger, Bewernik, & Ulrich Buhl, 2011; Kopmann *et al.*, 2015; Winter & Szczepanek, 2008).

El valor puede interpretarse como una fuerza que gobierna nuestro comportamiento o como una propiedad permanente de los bienes y servicios (Iyer, 2009; Parkin & Esquivel, 2010; Stewart, 2010). Con esto se puede decir que el valor se centra en la gente, las partes interesadas o grupos de interés, y en los bienes o servicios que ellos desean. Es así como la creación de valor en la empresa involucra ser eficientes y efectivos en: (a) la selección de los cambios o capacidades a desarrollar (Archer & Ghasemzadeh, 1999); (b) la asignación de los recursos (Markowitz, 1991); (c) la gestión de los beneficios e impactos a incorporar (Beringer, Jonas, & Kock, 2013; Jenner, 2014; OGC, 2010); y (d) la gestión de las expectativas de las partes interesadas (Kaiser *et al.*, 2015).

Las investigaciones de Forstner, Kamprath & Röglinger (2014), Linhart *et al.* (2015) y Afflerbach, Bolsinger & Röglinger (2016), concluyen que a pesar de la contribución de las capacidades en el desarrollo de los objetivos estratégicos y organizacionales, no necesariamente el desarrollo de una capacidad en el nivel más alto contribuye con la maximización del potencial de valor a crear para la empresa. La anterior situación aplicada al contexto de los proyectos de TI

conlleva el riesgo de una equivocada asignación de recursos económicos y no económicos (Forstner *et al.*, 2014). A su vez, la gran mayoría de los proyectos de TI requieren de la asignación de recursos para un conjunto mínimo de capacidades técnicas, a partir de las cuáles se puedan generar los beneficios planeados desde el portafolio (Bonham, 2005). En caso de que no sea posible el desarrollo de ese nivel mínimo de capacidades, dichos proyectos no agregaran valor. Es así como en la PPS es determinante identificar el rango en el cual los proyectos crean valor, el nivel de desarrollo asociado a las diferentes capacidades a incorporar y los recursos involucrados para los diferentes escenarios.

Lo anterior, desde los propósitos de esta investigación confirma que existen brechas importantes en las cuáles la investigación en valor en la PPS puede contribuir en la identificación los proyectos y portafolios correctos para la organización. Estos deben caracterizarse por incorporar las capacidades correctas, en el nivel tecnológico correcto, para los grupos de interesados correctos, en el momento correcto, y que todo esto se apropie en la compañía de tal manera que se cree y capture valor (Letavec, 2014; Melville *et al.*, 2004; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012).

El modelo P3S-VB es el aporte de la presente de investigación doctoral a la problemática arriba citada. Tiene como propósito apoyar la toma de decisiones en la selección del portafolio de proyectos de tecnologías de información, a través de la gestión del valor. Este modelo se desarrolló, usando como referencia la metodología de diseño en ciencia, *Design Science Research*, o DSR-IS (Vaishnavi & Kuechler, 2015).

Para lo cual, y con origen en el anteproyecto y entendimiento de la problemática de investigación, se propuso un prototipo inicial para la estructuración de proyectos y selección del portafolio de TI. Luego, y durante la exploración de la literatura se fundamentó esta investigación, y a partir de los hallazgos del marco teórico, se identificaron limitaciones de conocimiento específico en la selección de proyectos de TI orientados al valor. Las brechas en las cuáles se observaron limitaciones fueron: entre el nivel de desarrollo de las capacidades organizacionales y tecnológicas; entre el potencial de valor a crear y el nivel apropiado de recursos a asignar; y entre los impactos asociados a las capacidades a incorporar, los mecanismos necesarios para su medición, y la captura de valor. De modo que, y, en coherencia con la metodología DSR-IS se

desarrollaron los constructos ALoCI, ALoVI y ALoTI, nivel apropiado de incorporación de capacidades, valor y tecnología.

Posteriormente, se realizó el diseño del modelo P3S-VB, apalancado en los hallazgos y contribuciones identificadas en el marco teórico; en los nuevos constructos del ALoCI, ALoVI y ALoTI; y, en la confirmación de las cuatro hipótesis definidas desde el anteproyecto y de las cuatro complementarias introducidas para la validación de los constructos mencionados. La validación de las hipótesis se realizó por intermedio de tres conjuntos diferentes de información. Para el primer banco de información, se logró autorización de las 7 empresas del sector productor de petróleo en Colombia, que representaban para el año 2.015, aproximadamente el 80% de la producción total de petróleo de la nación. Estas permitieron analizar la planeación, ejecución y evaluación ex-post de 413 proyectos, ejecutados entre los años 2.010 a 2.015. Sin embargo, por razones de calidad y completitud de la información, solo se usaron 85 de estos proyectos en la validación de las hipótesis. El segundo conjunto de información fue el resultado de la aplicación del modelo P3S-VB en la selección del portafolio de 53 proyectos en una compañía de petróleos en Colombia. La tercera fuente de información, y con la cual se realizó la validación cualitativa del modelo P3S-VB y de sus componentes, se logró al aplicar la técnica de juicio de expertos por agregados individuales, a 12 personas con alta experiencia en proyectos, portafolio y tecnologías de información.

El modelo P3S-VB se fundamenta en cinco principios: (a) la orientación al valor; (b) el portafolio como herramienta estratégica; (c) las capacidades de negocio y el potencial de valor a crear; (d) las capacidades tecnológicas y la creación de valor; y, (e) la gestión de los grupos de interés y la captura del valor. El P3S-VB tiene como propósito potencializar la creación de valor en la PPS, en cada uno de los siguientes procesos: alineación organizacional; (a) alineación del desarrollo tecnológico; (b) selección de proyectos de TI; y, (c) creación y captura de valor. Para alcanzar los fines de identificación, creación, gestión y captura de valor, en cada uno de los procesos indicados, el modelo utiliza cinco herramientas de apoyo: (a) análisis de la percepción de beneficios de los grupos de interés; (b) ciclo de gestión de beneficios TI; (c) identificación del nivel de creación de valor LoV, el ALoCI, ALoTI y el ALoVI; (d) diamante de maximización del potencial de valor del portafolio de TI; y, (e) función objetivo y algoritmo de priorización del portafolio de TI.

Todas las hipótesis de esta investigación fueron confirmadas, por intermedio de los tres bancos de información antes descritos y aplicando diferentes técnicas estadísticas como fueron, T-Student para igualdad de promedios, Levene para igualdad de varianzas, T3-Dunnett, ANOVA, y coeficiente de Pearson. La validación de las hipótesis de esta investigación permitió confirmar que el modelo P3S-VB contribuye en la creación y captura de valor para las organizaciones. Esto, como lo reconoció el panel de expertos sucede en razón la orientación al valor que tienen cada uno los cuatro procesos definidos en el modelo. Así como en los propósitos y contribución que proveen los constructos del nivel apropiado de incorporación de capacidades, valor y tecnología, ALoCI, ALoVI y ALoTI.

Se confirmó que el nivel requerido de capacidades técnicas a desarrollar por las TI, está asociado de manera directa con la creación de valor en el caso de negocios del proyecto. Al igual que, el porcentaje de beneficios planeados que se transforman en valor capturado, se incrementa significativamente (65,16%) en la medida que la planeación de los proyectos se fundamenta en la alineación a los impactos en las capacidades, procesos y objetivos de negocio, y en que se determinen indicadores claves de valor que midan los impactos en términos de negocio.

La aplicación del modelo P3S-VB permitió evidenciar que la inversión en el desarrollo de capacidades técnicas, por encima de un nivel apropiado para la organización, no incrementa el valor creado por parte de proyectos de TI. Confirmando con ello los constructos definidos en esta tesis. Además, se concluyó que existe un rango en el cual los proyectos y el portafolio crean y capturan valor. Dicho rango está directamente relacionado con el aporte diferencial de valor de cada una de las capacidades a incorporar en los proyectos.

Se evidenció con la validación de las hipótesis que el nivel requerido de capacidades técnicas a desarrollar por las TI está asociado de manera directa con la creación de valor en el caso de negocios del proyecto, y que al incluir KPI's para la medición de los beneficios, la probabilidad de generar esos beneficios y capturar valor aumenta. Asimismo se confirmó que al incorporar las capacidades técnicas por encima de un ALoTI_{máximo} no se crea un mayor valor para la empresa.

Por otra parte, de la aplicación del modelo P3S-VB en la selección y priorización de un portafolio de 53 proyectos de TI, se identificó que el modelo crea valor para el portafolio en dos vías. La primera asociada a los recursos del portafolio que se optimizan al evitar inversiones en capacidades que no agregan valor. Y la segunda con la identificación de los proyectos en el rango

de creación de valor, con lo cual el total de valor a crear a nivel de proyecto y por lo tanto de portafolio se amplía.

La aplicación del modelo P3S-VB al portafolio por los 53 proyectos del segundo conjunto de datos, sugirió una reducción del 30,5% del total de recursos originalmente postulados. Asimismo, el estimado de valor a crear del portafolio aumento en un 190%. En otros términos, si el valor total de la inversión solicitada por los proyectos postulados al portafolio hubiera sido 10 millones de dólares, al aplicar los escenarios de conformación del portafolio propuestos por el modelo, solo sería necesario asignarle 6,95 MUSD. Es decir, se evitaría invertir 3,05 MUSD, que, desde la perspectiva del rango de creación de valor de esos proyectos y portafolio, no contribuyen con valor adicional, visto este como el aporte diferencial de beneficios por cada uno de esos 3,05 MUSD. Al mismo tiempo que se ahorran esos recursos de inversión, el potencial de valor a crear planeado a nivel de portafolio por 12,42 MUSD, se incrementó a 23.6 MUSD.

Adicionalmente, se confirmó que el nivel requerido de capacidades técnicas a desarrollar por las TI está asociado de manera directa con la creación de valor en el caso de negocios del proyecto. Al igual que el porcentaje de beneficios planeados que se transforman en valor capturado, se incrementa significativamente (65,16%) en la medida que la planeación de los proyectos se fundamenta en la alineación a los impactos en las capacidades, procesos y objetivos de negocio, y en que se determinen indicadores claves de valor que midan los impactos en términos de negocio.

En síntesis, el modelo P3S-VB, aporta a la disciplina de dirección de proyectos y de portafolio, en (a) la definición de los constructos de nivel apropiado de incorporación de capacidades, valor y tecnología; (b) la identificación del rango en el cual las capacidades tecnológicas, los proyectos y los portafolios pueden crear valor; (c) los procesos para la selección del portafolio de proyectos basados en valor; y (d) la alineación de la gestión de beneficios y la dirección de proyectos.

Por último, en el desarrollo del modelo P3S-VB, se identificaron cuatro líneas para futuros desarrollo a partir de esta investigación. Las cuáles contribuirían en la disciplina de gestión de proyectos, optimización del portafolio, y TI orientada al valor: (a) aplicación del constructo ALoTI en la frontera de eficiencia del portafolio de Markowitz (1952), y determinar los efectos del ALoTI, en el nivel de riesgo de los proyectos y del portafolio; (b) aplicación y validación del diamante de maximización del potencial de valor a crear en el portafolio de proyectos diferentes al de TI; (c) incorporar al modelo P3S-VB mecanismos de priorización aplicando técnicas de programación

dinámica, redes neuronales, y tantas otras variaciones del modelamiento matemático; y (d) aplicación del modelo P3S-VB en otros sectores diferentes al de TI, en otras industrias diferentes a la de petróleos y en otros países.

Finalmente, debe afirmarse que la presente investigación amplía la oportunidad para realizar estudios adicionales en la aplicación de la perspectiva de orientación al valor en la dirección de proyectos, dirección y selección del portafolio, diseño de procesos, y gestión de la tecnología.

Palabras claves: Portafolio, proyectos, valor, gestión de beneficios, apropiado nivel de incorporación de la tecnología.

ABSTRACT

The strategy is the coupling that the company performs between its internal resources and capabilities, its response to the opportunities and risks of the external environment of the company (Grant, 1991), and the creation of value (Lepak, Smith, & Taylor, 2007; Normann & Ramirez, 1998). The strategy aims to identify the investments required to maintain, develop, incorporate and extend the resources and capabilities required by the company to achieve long-term sustainability (Chung et al., 2016, Helfat & Winter, 2011, López-Cabarcos, Göttling-Oliveira-Monteiro, & Vázquez-Rodríguez, 2015; Maniak et al., 2014; Teece, Pisano, & Shuen, 1997; Winter, 2008). For which, the successful implementation of the strategy is achieved when the delivery of value to the stakeholders is maximized, balancing the risks and optimizing the use of the resources required to achieve it (Costantino, Di Gravio, & Nonino, 2015). Despite this, organizations, on average, only reach 63% of the promised financial return on their strategies, and in 66% of the companies, the strategy is never executed (Johnson, 2004; Kaplan & Norton, 2008; Mankins & Steele, 2005).

According to Meskendahl (2010), Morris & Jamieson (2005) and Müller, Martinsuo & Blomquist (2008), organizations materialize their strategy by incorporating changes in their organizational capabilities. Which are implemented through projects, programs and portfolios (Shenhar et al., 2001). The projects as fundamental pieces in the materialization of the strategy, and aligned to the development of organizational capabilities, contribute to the competitive advantages (Kerzner, 2010). However, the reality of project management, with greater strength each time, indicates that the perceived success of the project is not achieved only with compliance in time, cost and scope. Nevertheless, the identification, creation, delivery and capture of value is fundamental (Mir & Pinnington, 2014), both for the interest groups, as for the company (Winter et al., 2006).

The portfolio of projects as a strategic tool contributes to the development of business goals and objectives (Vitolo & Cipparrone, 2014). The main component of this purpose is the selection

of the portfolio of projects PPS, maximizing the balance between resources, risks, capacities, and value to be created (APM, 2006, IPMA, 2006, Kodukula, 2014, PMAJ, 2005, PMI, 2017b, Turner, 2008). The PPS has been studied at an academic, business and industrial level (Archer & Ghasemzadeh, 1999, Artto et al., 2008, Bonham, 2005, Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2001, Crawford & Cooke-Davies, 2012, Dickinson, Thornton, & Graves, 2001, Ginzberg, 1979, Henriksen & Traynor, 1999, Huang et al., 2015, Kundisch & Meier, 2011, Levine, 2005, OGC, 2011, Patanakul, Curtis, & Koppel, 2013, PMI, 2017b). There is evidence of the positive contribution of PPS practices in the alignment of the portfolio with the purposes, objectives and strategies of the companies, both for the incorporation of organizational capacities and in the development of competitive advantages (Buschle & Quartel, 2011; Nunez, 2013, Kaiser, El Arbi, & Ahlemann, 2015, Maes, De Haes, & Van Grembergen, 2015, Say, Fوسفeld, & Parish, 2003, Too & Weaver, 2014, Voss & Kock, 2013). However, the literature on portfolio management and in what pertains to PPS has paid scant attention to the concepts of value management (Martinsuo & Killen, 2014). In the last decade, more and more research, from academia and industry, proposes the need to expand the definitions of value in the portfolio (Augusto Oliveira et al., 2010; Bolsinger, Bewernik, & Ulrich Buhl, 2011; Kopmann et al., 2015; Winter & Szczepanek, 2008).

Value can be interpreted as a force that governs our behavior or as a permanent property of goods and services (Iyer, 2009, Parkin & Esquivel, 2010, Stewart, 2010). With this it can be said that, the value is focused on the people, the stakeholders, and on the goods or services that they want. Thus, the creation of value in the company involves being efficient and effective in: (a) the selection of changes or capabilities to develop (Archer & Ghasemzadeh, 1999); (b) in the allocation of resources (Markowitz, 1991); (c) in the management of the benefits and impacts to be incorporated (Beringer, Jonas, & Kock, 2013, Jenner, 2014, OGC, 2010); and (d) and in the management of stakeholder expectations (Kaiser et al., 2015).

The research by Forstner, Kamprath & Röglinger (2014), Linhart et al. (2015) and Afflerbach, Bolsinger & Röglinger (2016), conclude that despite the contribution of the capabilities in the development of the strategic and organizational objectives, not necessarily the development of a capability at the highest level, contributes with the maximization of the value potential to create for the company. The previous situation applied to the context of IT projects entails the risk of a misallocation of economic and non-economic resources (Forstner et al., 2014). In turn, the vast majority of IT projects require the allocation of resources for a minimum set of technical

capabilities, from which the planned benefits can be generated from the portfolio (Bonham, 2005). If the development of this minimum level of capabilities is not possible, these projects do not add value. Thus, in the PPS it is crucial to identify the range in which projects create value, the level of development associated with the different capabilities to be incorporated and the resources involved for the different scenarios.

The foregoing, from the purposes of this research, confirms that there are important gaps in which value research in the PPS can contribute to the identification of the correct projects and portfolios for the organization. These should be characterized by incorporating the correct capabilities, at the right technological level, for the right stakeholder, at the right time, and that all this be appropriated in the company in such a way that value is created and captured (Letavec, 2014; Melville et al., 2004; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012).

The P3S-VB model is the contribution of the present doctoral research to the problem mentioned above. Its purpose is to support decision-making in the selection of the portfolio of information technology projects, through value management. This model was developed, using as reference the methodology of design in science, Design Science Research, or DSR-IS (Vaishnavi & Kuechler, 2015).

For which, and with origin in the preliminary project and understanding of the research problem, an initial prototype was proposed for the structuring of projects and selection of the IT portfolio. Then, and during the exploration of the literature, this research was founded, and as a consequence of the findings of the theoretical framework, specific knowledge limitations were identified in the selection of value-oriented IT projects. The gaps in which limitations were observed were: between the level of development of organizational and technological capabilities; between the value potential to be created and the appropriate level of resources to be allocated; and between the impacts associated with the capabilities to be incorporated, the mechanisms necessary for their measurement, and the capture of value. As such, and in coherence with the DSR-IS methodology, the constructs were developed at the appropriate level of incorporation of capabilities, value and technology, ALoCI, ALoVI and ALoTI.

Subsequently, the design of the P3S-VB model was carried out, leveraged in the findings and contributions identified in the theoretical framework; in the new constructs of ALoCI, ALoVI and ALoTI; and, in the confirmation of the four hypotheses defined from the preliminary draft and

from the four complementary ones introduced for the validation of the mentioned constructs. The validation of the hypotheses was carried out, through three different sets of information. For the first database, authorization was obtained from the 7 companies in the oil producing sector in Colombia, which represented, by the year 2015, approximately 80% of the total oil production of the nation; these allowed to analyze the planning, execution and ex post evaluation of 413 projects, executed between the years 2010 and 2015; However, for reasons of quality and completeness of the information, only 85 of these projects were used in the validation of the hypotheses. The second database was the result of the application of the P3S-VB model in the selection of the portfolio of 53 projects in a petroleum company in Colombia. The third source of information, and with which the qualitative validation of the P3S-VB model and its components was carried out, was achieved by applying the expert judgment technique by individual aggregates, to 12 people with high experience in projects, portfolio and information technologies.

The P3S-VB model is based on five principles: (a) value orientation; (b) the portfolio as a strategic tool; (c) the business capabilities and the value potential to be created; (d) technological capabilities and the creation of value; and, (e) the management of interest groups and the capture of value. The purpose of P3S-VB is to potentiate the creation of value in the PPS, in each of the following processes: organizational alignment; alignment of technological development; selection of IT projects; and, creation and capture of value. To achieve the purposes of identification, creation, management and capture of value, in each of the processes indicated, the model uses five support tools: (a) analysis of the perception of benefits of stakeholders; (b) IT benefits management cycle; (c) identification of LoV value creation level, ALoTI and ALoVI; (d) diamond to maximize the value potential of the IT portfolio; and, (e) objective function and prioritization algorithm of the IT portfolio.

All the hypotheses of this investigation were confirmed, through the three information banks described above and applying different statistical techniques such as, T-Student for equality of averages, Levene for equality of variances, T3-Dunnett, ANOVA, and coefficient of Pearson. The validation of the hypotheses of this investigation confirmed that the P3S-VB model contributes to the creation and capture of value for organizations. This, as recognized by the panel of experts, is due to the orientation to the value that each of the four processes defined in the model have. As well as in the purposes and contribution provided by the constructs of the appropriate level of incorporation of capacities, value and technology, ALoCI, ALoVI and ALoTI.

It was confirmed that the required level of technical capabilities to be developed by IT is directly associated with the creation of value in the case of business of the project. Likewise, the percentage of planned benefits that are transformed into captured value increases significantly (65.16%) as the planning of the projects is based on the alignment of the impacts on the capacities, processes and objectives of the project. business, and in which key value indicators are determined that measure the impacts in terms of business.

The application of the P3S-VB model made it possible to demonstrate that investment in the development of technical capabilities, above an appropriate level for the organization, does not increase the value created by IT projects. Confirming with it the constructs defined in this thesis. In addition, it was concluded that there is a range in which projects and the portfolio create and capture value. This range is directly related to the differential contribution of value of each of the capacities to be incorporated in the projects. Therefore, the application of the model in a practical case, allowed to conclude that the P3S-VB creates value for the portfolio in two ways. The first is associated with the resources of the portfolio that are optimized, by avoiding investments in capacities that do not add value. And, the second is related to the identification of projects in the range of value creation, with which the total value to be created at project level and therefore portfolio is widened.

It was evidenced with the validation of the hypothesis that the required level of technical capabilities to be developed by IT, is directly associated with the creation of value in the case of business of the project, and that by including KPIs for the measurement of benefits, the probability of generating those benefits and capturing value increases. It was also confirmed that incorporating technical capabilities above a maximum ALoTI does not create a greater value for the company.

On the other hand, from the application of the P3S-VB model in the selection and prioritization of a portfolio of 53 IT projects, it was identified that the model creates value for the portfolio in two ways. The first associated with portfolio resources that are optimized by avoiding investments in capacities that do not add value. And the second with the identification of the projects in the range of value creation, with which the total value to be created at the project level and therefore the portfolio is extended.

Additionally, it was confirmed that the required level of technical capabilities to be developed by IT is directly associated with the creation of value in the case of business of the project. Like

the percentage of planned benefits that are transformed into captured value, it increases significantly (65.16%) to the extent that project planning is based on alignment with the impacts on the capabilities, processes and business objectives , and in which key value indicators are determined that measure the impacts in terms of business.

In short, the P3S-VB model contributes to the discipline of project management and portfolio, in (a) the definition of the constructs of appropriate level of incorporation of capacities, value and technology; (b) identification of the range in which technological capabilities, projects and portfolios can create value; (c) the processes for selecting the portfolio of projects based on value; and (d) the alignment of benefit management and project management.

In short, the P3S-VB model contributes to the discipline of project management and portfolio, in (a) the definition of the constructs of appropriate level of incorporation of capabilities, value and technology; (b) identification of the range in which technological capabilities, projects and portfolios can create value; (c) the processes for selecting the portfolio of projects based on value; and (d) the alignment of benefit management and project management.

Finally, in the development of the P3S-VB model, the following four lines of research were identified. Which would contribute to the discipline of project management, portfolio optimization, and value-oriented IT: (a) application of the ALoTI construct in the efficiency frontier of Markowitz's portfolio (1952), and determine the effects of ALoTI, in the level of risk of the projects and the portfolio; (b) application and validation of the diamond to maximize the value potential to be created in the portfolio of projects other than IT; (c) incorporate prioritization mechanisms into the P3S-VB model by applying dynamic programming techniques, neural networks, and many other variations of mathematical modeling; and (d) application of the P3S-VB model in sectors other than IT, in industries other than petroleum and in other countries.

Finally, it must be affirmed that the present investigation extends the opportunity to carry out additional studies in the application of the perspective of orientation to value in the direction of projects, direction and selection of the portfolio, design of processes, and management of technology.

Keywords: Portfolio, projects, value, benefit management, appropriate level of technology to incorporate.

CONTENIDO

	Página
1 INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Contexto de la investigación.....	6
1.1.1 Justificación.....	6
1.1.2 Problemática.....	8
1.1.3 Preguntas de investigación	10
1.1.4 Hipótesis de la investigación.....	11
1.1.5 Objetivos de la investigación	13
1.2 Tipo de investigación y metodología.....	14
1.2.1 Alcance de investigación.....	14
1.2.2 Metodología de investigación DSR-IS.....	16
1.2.3 Etapas de la investigación	19
1.2.4 Recopilación de información	22
1.2.5 Método de evaluación	24
1.2.6 Limitaciones de la investigación	26
1.3 Contribución de la investigación	27
1.4 Futuras líneas de investigación.....	28
1.5 Estructura de la tesis	29
PARTE I MARCO TEÓRICO	33
2 CAPACIDADES Y VALOR EN LA ORGANIZACIÓN	39
2.1 Capacidades organizacionales	41
2.1.1 Recursos y capacidades en la organización.....	42
2.1.2 Impacto de las capacidades en la organización.....	49
2.1.3 Capacidades tecnológicas.....	50
2.1.4 Incorporación de capacidades	54

2.2	Beneficios y valor en la organización.....	55
2.2.1	Valor.....	56
2.2.2	Beneficios.....	60
2.2.3	Beneficios y capacidades organizacionales.....	62
2.2.4	Características relevantes de los beneficios	63
2.3	Resumen del capítulo.....	67
3	TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN TI	71
3.1	Clasificación y componentes de las TI	74
3.2	Las TI como capacidades tecnológicas.....	77
3.3	Tecnologías de información en la organización	78
3.3.1	Inversiones en TI.....	79
3.3.2	Portafolio de TI	81
3.3.3	Planeación estratégica de las TI	83
3.3.4	Mapa de ruta de TI	84
3.3.5	Desempeño en la incorporación de las TI	85
3.4	Beneficios y valor de las TI.....	88
3.5	Clasificación de los beneficios de las TI	89
3.5.1	Beneficios estratégicos.....	90
3.5.2	Beneficios informáticos.....	90
3.5.3	Beneficios transaccionales	90
3.5.4	Beneficios transformacionales	91
3.6	Resumen del capítulo.....	91
4	DIRECCIÓN DE PROYECTOS	95
4.1	Dirección de proyectos	98
4.1.1	Caso de negocios de los proyectos.....	100
4.1.2	Gestión de los grupos de Interés	101
4.1.3	Modelo entrada - transformación – resultado ITO	107
4.1.4	Desempeño de los proyectos	111
4.2	Gestión de beneficios en proyectos de TI.....	114
4.3	Nivel de desarrollo de las capacidades en proyectos de TI para crear valor	117
4.4	Ciclo de gestión de beneficios en proyectos de TI	118

4.5	Resumen del capítulo.....	120
5	PORTAFOLIO DE PROYECTOS	125
5.1	Dirección del portafolio de proyectos.....	129
5.1.1	Etapas de la dirección del portafolio	131
5.1.2	Desempeño del portafolio de proyectos	134
5.2	Selección del portafolio de proyectos de TI	136
5.2.1	Teoría moderna del portafolio	138
5.2.2	Herramientas, métodos y modelos en la PPS	140
5.2.3	Maximización del potencial de valor a crear en el portafolio	144
5.3	Fases en la selección del portafolio de proyectos de TI	145
5.3.1	Alineación organizacional.....	147
5.3.2	Alineación del desarrollo tecnológico.....	147
5.3.3	Selección de los proyectos	150
5.4	Resumen del capítulo.....	152
6	INDUSTRIA DEL PETRÓLEO	155
6.1	El petróleo.....	160
6.1.1	Clasificación del petróleo.....	161
6.1.2	Clasificación de las reservas de petróleo.....	162
6.1.3	Petróleo pesado	163
6.1.4	Petróleo no-convencional.....	163
6.2	Cadena productiva industria del petróleo	164
6.2.1	Upstream	164
6.2.2	Midstream	165
6.2.3	Downstream	166
6.3	Industria productora de petróleo	167
6.3.1	Cadena de valor del upstream	167
6.3.2	Extracción del petróleo.....	168
6.3.3	Impacto de las tecnologías de información en el upstream.....	170
6.3.4	Economía en la producción de petróleo.	173
6.4	Industria de petróleo en Colombia.....	176
6.4.1	Reseña histórica del petróleo en Colombia	176

6.4.2	Impacto del petróleo en la economía de Colombia	177
6.4.3	Organizaciones productoras de petróleo en Colombia	178
6.5	Resumen del capítulo.....	180
RESUMEN MARCO TEÓRICO		183
PARTE II DESARROLLO DEL MODELO P3S-VB		191
7	ELEMENTOS Y DISEÑO DEL MODELO P3S-VB	195
7.1	Metodología de diseño del modelo.....	198
7.2	Elementos del modelo P3S-VB	201
7.3	Diseño del modelo P3S-VB.....	206
7.3.1	De la orientación estratégica a las capacidades de negocio	207
7.3.2	De las capacidades de negocio a las capacidades tecnológicas.....	212
7.3.3	Elementos y procesos	217
8	MODELO P3S-VB	223
8.1	Modelo P3S-VB para el incremento de valor en la PPS de TI.....	227
8.2	Constructos del nivel apropiado a incorporar en capacidades, tecnología y valor	229
8.2.1	Nivel apropiado de capacidades a incorporar – ALoCI	230
8.2.2	Nivel apropiado de valor a incorporar - ALoVI.....	234
8.2.3	Nivel apropiado de tecnología a incorporar – ALoTI	235
8.2.4	Contribución del ALoCI, ALoVI y ALoTI en la PPS de TI	236
8.3	Principios que fundamentan el modelo P3S-VB	242
8.3.1	Orientación al valor.....	242
8.3.2	El portafolio como herramienta estratégica.....	244
8.3.3	Las capacidades de negocio y el potencial de valor a crear	246
8.3.4	Las capacidades tecnológicas y la creación de valor.....	250
8.3.5	La gestión de los grupos de interés y la captura del valor.....	253
8.4	Procesos del modelo P3S-VB para la creación y captura de valor.....	258
8.4.1	Alineación organizacional.....	261
8.4.2	Alineación del desarrollo tecnológico.....	265
8.4.3	Selección de los proyectos de TI.....	271
8.4.4	Creación y captura de valor del portafolio de TI.....	276

8.5 Herramientas del modelo P3S-VB.....	281
8.5.1 Análisis de la percepción de beneficios de los grupos de interés.....	281
8.5.2 Ciclo de gestión de beneficios TI.....	284
8.5.3 Identificación del nivel de creación de valor LoV, el ALoTI y el ALoVI.....	291
8.5.4 Diamante de maximización del potencial de valor del portafolio de TI	303
8.5.5 Función objetivo y algoritmo de priorización del portafolio de TI.....	314
PARTE III VALIDACIÓN Y CONCLUSIONES	323
9 VALIDACIÓN	327
9.1 Alcance de la validación.....	330
9.2 Metodología de validación	332
9.2.1 Metodología de validación de las hipótesis H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2.....	334
9.2.2 Metodología de validación de las hipótesis H1, H3 y H4	335
9.2.3 Metodología de validación del modelo P3S-VB por juicio de expertos	336
9.3 Validación de las hipótesis de investigación H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2	338
9.3.1 Validación de H1.a. Alineación de capacidades para la captura de valor.	343
9.3.2 Validación de H1.b. Asociación de KPI's a los beneficios para la captura de valor	345
9.3.3 Validación de H1.c. Planeación de capacidades técnicas y la captura de valor	347
9.3.4 Validación de H1.d. Capacidades de negocio en la identificación de los KPI's	348
9.3.5 Validación de H2. KPI's y capacidades técnicas a desarrollar	350
9.4 Aplicación del modelo P3S-VB y validación de las hipótesis H1, H3 y H4.....	352
9.4.1 Validación de H1. El ALoTI y la creación de valor.....	355
9.4.2 Validación de H3. ALoTI e inversión en capacidades técnicas	358
9.4.3 Validación de H4. Impacto de alineación de capacidades en los KPIs	361
9.5 Validación del modelo P3S-VB mediante panel de expertos.....	361
9.6 Cumplimiento de los objetivos de investigación	368
10 CONCLUSIONES	373
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	383
ANEXO 1	407

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1-1. Precio del petróleo, referencial BRENT.	4
Figura 1-2. Interrelación tecnología a incorporar y valor a crear en los proyectos de TI.....	8
Figura 1-3. Validación en <i>Scopus</i> del foco de la investigación.	9
Figura 1-4. Validación en <i>Scopus</i> selección portafolio de TI en industria del petróleo.	10
Figura 1-5. Metodología de diseño de ciencia, DSR-IS.	18
Figura 1-6. Etapas de la investigación.	21
Figura 1-7. Fases de validación de la investigación.	25
Figura 1-8. Estructura de la tesis.....	30
Figura 2-1. Interrelación entre los recursos y capacidades, estrategia y empresa.	44
Figura 2-2. Tipo y clasificación de los recursos en la empresa.	45
Figura 2-3. Impacto de los recursos y capacidades en la creación de valor.	49
Figura 2-4. Composición de las capacidades esenciales.....	51
Figura 2-5. Generación de beneficios.	62
Figura 2-6. Red de dependencias de los beneficios.	64
Figura 3-1. Arquitectura tecnologías de información.	75
Figura 3-2. Clasificación de las TI en la empresa.....	77
Figura 3-3. Gasto mundial en tecnologías de información.	80
Figura 3-4. Inversiones en TI en Estados Unidos.	81
Figura 4-1. El proyecto como palanca de creación de valor.	99
Figura 4-2. El caso de negocio en la dirección de proyectos.....	100
Figura 4-3. Ciclo de vida del caso de negocio.	101
Figura 4-4. Clasificación de las partes interesadas de la organización.....	103
Figura 4-5. Tipos de involucrados según la relación entre poder, legitimidad y urgencia.	104
Figura 4-6. Gestión del éxito en proyectos. Expectativas y criterios de los interesados.	105
Figura 4-7. Modelo entrada – transformación – resultado ITO.	107

Figura 4-8. Gestión del desempeño en la dirección de proyectos.....	113
Figura 4-9. Ciclo de gestión de beneficios de proyectos de TI.....	119
Figura 5-1. Etapas en la dirección del portafolio de proyectos.....	132
Figura 5-2. Potencial de valor a maximizar en el portafolio de TI.	145
Figura 5-3. Fases en la selección del portafolio de proyectos de TI.....	146
Figura 6-1. Proyección a 2035 de población e ingreso a nivel mundial.	157
Figura 6-2. Consumo de energía mundial, discriminado por región.	158
Figura 6-3. Fuentes primarias de energía al año 2040.	159
Figura 6-4. Formación de los yacimientos de petróleo.....	160
Figura 6-5. Propiedades diferentes tipos de crudo.....	161
Figura 6-6. Clasificación de las reservas, según la SEC.....	162
Figura 6-7. Cadena de valor de la industria del petróleo.	164
Figura 6-8. Principales derivados en la refinación del petróleo.....	166
Figura 6-9. Cadena de valor del <i>Upstream</i>	167
Figura 6-10. Métodos de recuperación de los hidrocarburos.....	169
Figura 6-11. Rangos del factor de recobro de petróleo.....	170
Figura 6-12. Probabilidad de riesgo desde la exploración hasta el desarrollo de campos.....	174
Figura 6-13. Proyección del consumo de energía en Colombia a 2030.....	177
Figura 6-14. Precio del petróleo BRENT y TRM Colombia, desde 1992.....	178
Figura 6-15. Distribución de la producción año 2015 por empresa.....	179
Figura 6-16. Distribución de la producción año 2015 por cuenca.....	180
Figura 6-17. Precio del petróleo, referencial BRENT.	181
Figura 7-1. Metodología de diseño de ciencia, DSR-IS.	199
Figura 7-2: Identificación de capacidades de negocio.....	208
Figura 7-3. Capacidades de negocio área funcional en compañía de petróleo.	209
Figura 7-4. El ALoCI y el ALoVI en la definición de las capacidades de negocio.....	211
Figura 7-5: Identificación de capacidades tecnológicas y recursos.....	213
Figura 7-6. ALoVI y caso de negocios en la definición de las capacidades tecnológicas.....	215
Figura 7-7. Identificación y alineación de capacidades y objetivos organizacionales.	217
Figura 7-8. Procesos del modelo P3S-VB.	218
Figura 7-9. Elementos del modelo P3S-VB para la alineación organizacional.....	218

Figura 7-10. Elementos del modelo P3S-VB para la alineación del desarrollo tecnológico.....	219
Figura 7-11. Elementos del modelo P3S-VB para la selección de los proyectos de TI.	220
Figura 7-12. Elementos del modelo P3S-VB para la creación y captura de valor.....	221
Figura 7-13. Elementos del modelo P3S-VB.....	222
Figura 8-1. Elementos principales del modelo.	226
Figura 8-2. P3S-VB, procesos para la selección del portafolio de proyectos, basado en valor..	227
Figura 8-3. ALoCI según los beneficios percibidos por los grupos de interés	232
Figura 8-4. Nivel apropiado de tecnología a incorporar ALoTI.	237
Figura 8-5. La entrega de beneficios pilar de la estrategia y fundamento del portafolio.	246
Figura 8-6. Características de las capacidades para la creación de valor.	247
Figura 8-7. Las capacidades tecnológicas en el desarrollo de capacidades de negocio.	251
Figura 8-8. Valor total percibido por los grupos de interés.	254
Figura 8-9. Valoración de beneficios mediante KVI.	257
Figura 8-10. Procesos y elementos del modelo P3S-VB.	260
Figura 8-11. Selección de escenarios en el cierre de brechas e incorporación de capacidades..	264
Figura 8-12. Tipos de capacidades y áreas funcionales en la organización.....	266
Figura 8-13. Generación de valor desde la alineación del desarrollo tecnológico.	268
Figura 8-14. Generación de valor en la selección de los proyectos de TI.	274
Figura 8-15. Potencial de valor a crear y generación del valor.	277
Figura 8-16. Dirección del portafolio y proyectos – P3S-VB	279
Figura 8-17: Análisis de la percepción de beneficios de las partes interesadas en un proyecto.	282
Figura 8-18. Ciclo de gestión de beneficios modelo P3S-VB.	285
Figura 8-19. Ejemplo 1. Identificación del ALoTI en proyectos de TI.	300
Figura 8-20. Ejemplo 2. Identificación del ALoTI en proyectos de TI.	302
Figura 8-21. Diamante de maximización del potencial de valor a crear en la PPS - D ⁺ LoV.	303
Figura 8-22. Matriz de clasificación de los proyectos del portafolio	313
Figura 9-1. Alineación de las hipótesis, preguntas y objetivos de investigación.	329
Figura 9-2. Fases de validación de la investigación.	333
Figura 9-3. Tipo de beneficios en caso de negocios y porcentaje de materialización en expost.	340
Figura 9-4. Impacto de la alineación de capacidades en la captura de valor.	345
Figura 9-5. Impacto de planear los beneficios soportados con KPI's en la captura de valor.....	347

Figura 9-6. Relación ALoTI y creación de valor.	358
Figura 9-7. Relación de la media de creación de valor, según el ALoTI a desarrollar.....	358
Figura 9-8. Impacto del ALoTI en el incremento de valor.	360
Figura 9-9. Validación por juicio de expertos del modelo P3S-VB.	364
Figura 9-10. Validación general del modelo P3S-VB.	366
Figura 9-11. Objetivos de investigación formulados en anteproyecto.	370

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1-1. Resultados y productos generados desde la metodología DSR-IS	17
Tabla 3-1. Éxito en Proyectos de TI, entre 1994 a 2012.....	87
Tabla 5-1. Factores de éxito del portafolio de proyectos.....	135
Tabla 6-1. Tecnologías de Información empleadas en el upstream.....	171
Tabla 7-1. Elementos y definiciones del modelo P3S-VB.	201
Tabla 8-1. Factores para el cálculo del <i>LoV</i> de una KT en un proyecto.	293
Tabla 8-2. Factores para el cálculo del <i>LoV</i> de un proyecto en el portafolio.	295
Tabla 8-3. Ejemplo 1, cálculo del <i>LoV</i> en proyecto de TI.	296
Tabla 8-4. Ejemplo 2, cálculo del <i>LoV</i> en proyecto de TI.	301
Tabla 8-5. Factores de contribución a la creación de valor.	306
Tabla 8-6. Factores de factibilidad de crear o materializar el valor.....	307
Tabla 8-7. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.	309
Tabla 8-8. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.	309
Tabla 8-9. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.	309
Tabla 8-10. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.	310
Tabla 8-11. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.	310
Tabla 8-12. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.	311
Tabla 8-13. Probabilidad de generar valor con el proyecto.	311
Tabla 9-1. Análisis del tipo principal de beneficios identificados en los proyectos de TI.	341
Tabla 9-2. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H1.a.	344
Tabla 9-3. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H1.b.....	346
Tabla 9-4. Validación de la hipótesis H1.c.	348
Tabla 9-5. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H1.d.....	349
Tabla 9-6. Prueba T-Student para validación de las capacidades técnicas en los KPI's.	350
Tabla 9-7. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H2.....	351
Tabla 9-8. Descriptivos de los proyectos antes de aplicar el modelo P3S-VB.....	353

Tabla 9-9. Descriptivos de los proyectos posterior a la aplicación del modelo P3S-VB.	354
Tabla 9-10. Descriptivos de los proyectos de la contribución del modelo P3S-VB.....	355
Tabla 9-11. Prueba de ANOVA para la validación de la hipótesis H1.....	357
Tabla 9-12. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H3.....	359
Tabla 9-13. Valoración de los constructos y principios fundamentales del modelo P3S-VB.	368

LISTA DE ECUACIONES

	Página
Ecuación 2-1. Definición de la ingeniería de valor, según Lawrence Miles.	59
Ecuación 2-2. Definición de valor, según estándar EN-1325-1.....	60
Ecuación 6-1. Relación del precio de compra en refinería y pago al productor.	165
Ecuación 7-1. Identificación del ALoCI óptimo de una capacidad de negocio.....	211
Ecuación 8-1. Rango de creación de valor.....	234
Ecuación 8-2. Definición de potencial de valor a crear.	243
Ecuación 8-3. Cálculo del valor de un proyecto.	258
Ecuación 8-4. Nivel de creación de valor de una KT en un proyecto.	292
Ecuación 8-5. Nivel de creación de valor de un proyecto en el portafolio de TI	294
Ecuación 8-6. Evaluación de las KT a incluir en el ALoTI.....	298
Ecuación 8-7. Función objetivo para la maximización del valor en la PPS. Modelo P3S-VB. .	317
Ecuación 8-8. Cálculo del valor a generar por un proyecto.....	318
Ecuación 8-9. Calculo del ALoVI máximo del portafolio de TI.	320

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Términos ampliamente definidos

ACPM	Aceite combustible para motores o diésel. Es un gasóleo derivado del petróleo, el cual tiene aproximadamente un 18% más energía por unidad de volumen que la gasolina.
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos.
API	American Petroleum Institute.
BBL	Barril, equivalente a 42 galones estadounidenses o 158,9873 litros de petróleo crudo.
BPD	Barriles de petróleo promedio por día.
BRENT	Es un tipo de petróleo que se extrae principalmente del Mar del Norte. Marca la referencia en los mercados europeos y es el utilizado por las productoras de petróleo en Colombia como referencia para su comercialización
BOE o BEP	<i>Barrel of oil equivalent</i> . Barril equivalente de petróleo es una unidad de energía equivalente a la energía liberada durante la quema de un barril aproximadamente (42 galones estadounidenses o 158,9873 litros) de petróleo crudo.
BTU	<i>British Thermal Unit</i> , es una unidad de energía que representa la cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales. Un BTU equivale aproximadamente a 257 calorías o 1055,056 julios.
CAPEX	<i>Capital Expenditures</i> , son las inversiones en bienes de capital que realizan las organizaciones.
Crudo	Aceite crudo o petróleo, corresponde con el estado líquido de un hidrocarburo.
Crudo Pesado	Crudo Pesado o crudo extra pesado es cualquier tipo de petróleo crudo que no fluye con facilidad. Se le denomina “pesado” debido a que su densidad o peso específico es superior a la del petróleo crudo ligero.
EOR	<i>Enhanced oil recovery</i> . Son tecnologías de recuperación mejorada de

	petróleo para aumentar la cantidad de crudo que se puede extraer de un yacimiento. Según el Departamento de Energía de Estados Unidos DOE, las principales técnicas de EOR son: Recuperación térmica, inyección de gas, y la inyección de productos químicos.
EIA	<i>U.S. Energy Information Administration</i> . Agencia del Gobierno de los Estados Unidos responsable por la información de Energía.
Factor de recobro	Es la relación que existe entre el hidrocarburo que puede ser recuperado, técnica y comercialmente, de un yacimiento y el hidrocarburo original in situ en el mismo yacimiento.
Gas natural	Es el estado líquido de un hidrocarburo.
Gravedad API	Es una medida de densidad que, en comparación con el agua a temperaturas iguales, precisa cuán pesado o liviano es el petróleo.
IEA	International Energy Agency. Agencia Internacional de Energía. Fue fundada en 1974 para ayudar a los países miembros (29 en total) a coordinar una respuesta colectiva a las importantes interrupciones en el suministro de petróleo. Actualmente es en el corazón de diálogo mundial sobre la energía, proporcionando estadísticas y análisis autorizados.
KBPD	Miles de barriles de petróleo promedio por día.
Levantamiento	Se refiere al uso de medios artificiales para incrementar la recuperación, explotación y/o extracción del crudo o petróleo desde el subsuelo.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Agrupa a 34 países miembros y su misión es promover políticas de mejora en el bienestar económico y social alrededor del mundo. La OCDE es conocida como el “club de los países ricos”; agrupa a países que al año 2007 proporcionaban el 70% del mercado y representaban el 80 % del PIB mundial.
OIP	<i>Oil in Place</i> , es la cantidad estimada total de aceite en un yacimiento, incluyendo tanto el producible y el no-producible.
PIB	Producto interno bruto, es una magnitud macroeconómica que representa el valor total de lo que se produce en un País con los recursos que se han utilizado en la economía, valorando cada bien final o servicio al precio que se maneja comúnmente en el mercado.
RBV	Teoría de recursos y capacidades, o Resource Based View.
TI	Tecnologías de Información. Comprende el uso de equipos de

	telecomunicaciones y cómputo para la transmisión, el procesamiento y el almacenamiento de datos e información.
TOE	<i>Tonne of oil equivalent</i> . Toneladas equivalentes de petróleo, es una unidad de energía definida como la cantidad de energía liberada por la combustión de una tonelada de petróleo crudo.
UPME	Unidad de planeación minero-energética. Es una Unidad de carácter técnico adscrita al Ministerio de Minas y Energía de Colombia, responsable de planear el desarrollo minero energético y apoyar la formulación de política pública.
WTI	West Texas Intermediate, es un tipo de petróleo que se extrae principalmente de Texas y sur de Oklahoma.

Términos introducidos por el Autor

ALoCI	Nivel apropiado de capacidades a incorporar.
ALoTI	Nivel apropiado de tecnología a incorporar.
ALoVI	Nivel apropiado de valor a incorporar.
LoV	Nivel de valor a crear.
P3S-VB	<i>Process to Project Portfolio Selection - Value-based</i> . Proceso de selección del portafolio de proyectos de TI, basado en valor. Denominación del modelo desarrollado en la Tesis Doctoral.
PVC	Potencial de valor a crear por las capacidades o tecnologías a incorporar.

1

INTRODUCCIÓN GENERAL

La importancia de la industria de los hidrocarburos en Colombia tiene su raíz no solo en el rol de abastecimiento en el sector energético, de proveedor de derivados petroquímicos para otros sectores industriales, sino en su impacto directo en el crecimiento económico y generación de empleo para las familias y sociedad en general. En Colombia se produce principalmente crudos denominados pesados¹, los cuales se caracterizan por requerir procesos de extracción y transporte más costosos² que los crudos livianos. Esto implica un primer reto complejo sobre el margen, rentabilidad y necesariamente viabilidad económica de las operaciones de producción de este recurso natural en la nación.

En la historia reciente, el petróleo³ es protagonista fundamental en el desarrollo de la sociedad colombiana. La Asociación Colombiana del Petróleo - ACP (2014) y Toro *et al.* (2016) resaltan que en la época de bonanza y precios altos del petróleo, años 2011 al 2014, este sector incorporó en promedio un 15,6% de recursos fiscales; en el año 2013 sólo por impuesto de renta se tributaron 11 billones de pesos, 35% de la renta total de las personas jurídicas en el país. Por concepto de regalías su participación en los recursos de las entidades territoriales aumento desde un 7.5% en el año 2005 a un 18,7 en el año 2017; 8.2 billones de pesos fueron las regalías captadas por el estado en el año 2013. Y la participación en las utilidades del Estado en Ecopetrol sumó, en el año 2013 a las finanzas de la nación, cerca de 10.6 billones de pesos.

Al analizar la oferta y la demanda del petróleo destaca la volatilidad de los precios del crudo, como se ilustra en la Figura 1-1, este ha tenido significativas variaciones a lo largo de los años. Por ejemplo, la cotización en el marcador Brent⁴ del 20 de junio de 2014, de 115.06 dólares/barril decreció a un mínimo histórico de 34.88 dólares/barril en febrero de 2016; esto representó una disminución del 63% en la cotización por barril en un término de poco más de 14 meses. Sin embargo, como la advierten Inkpen & Moffett (2011a) las empresas productoras de hidrocarburos como Shell, Total o Ecopetrol en Colombia, tienen poco impacto en la fijación del precio del

¹ Crudo Pesado. O crudo extra pesado es cualquier tipo de petróleo crudo que no fluye con facilidad. Se le denomina "pesado" debido a que su densidad o peso específico es superior a la del petróleo crudo ligero.

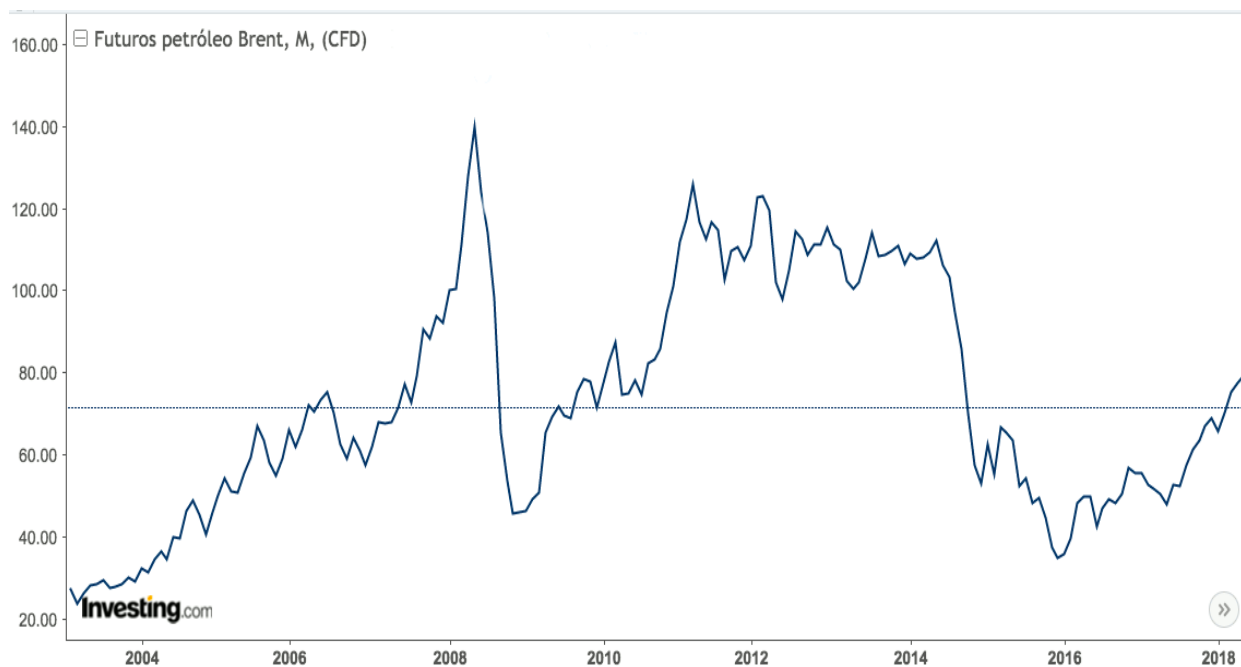
² Para extraer y transportar un crudo pesado se requiere "diluirlo" con el fin de aumentar su viscosidad.

³ El petróleo es una sustancia oleosa de color muy oscuro compuesta de hidrógeno y carbono, y se lo llama hidrocarburo. Puede hallarse en estado líquido o en estado gaseoso. En estado líquido es llamado aceite "crudo", y en estado gaseoso, gas natural.

⁴ Brent. Es un tipo de petróleo que se extrae principalmente del Mar del Norte. Marca la referencia en los mercados europeos y es el utilizado por Ecopetrol, como referencia para su comercialización.

petróleo, normalmente se comportan como tomadores de precios y por lo tanto están expuestos a su variabilidad. Con ello, tenemos un segundo el reto para estas empresas, el cual implica la capacidad de transformarse y adaptarse para ser rentables en diferentes escenarios de precios.

Figura 1-1. Precio del petróleo, referencial BRENT.



Fuente: Recuperado de <http://es.investing.com/commodities/brent-oil-streaming-chart>, agosto 16, 2018.

A diciembre de 2017, la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH informó que el volumen de reservas de petróleo correspondía a 2.002 millones de BOE y la tasa de producción diaria a 834 KBPD, es decir el autoabastecimiento es de máximo 6.6 años. Lo anterior implica un tercer reto en la producción del petróleo en Colombia. Evitar esta situación requiere del incremento de las reservas a través de descubrimientos de nuevos campos de hidrocarburos, desarrollo de crudos no convencionales, así como aumento en la tasa de recuperación en los yacimientos existentes (mejora en el factor de recobro⁵), lo que sugiere inversiones, entre otros, en nuevas tecnologías.

⁵ Factor de recobro es la relación que existe entre el hidrocarburo que puede ser recuperado, técnica y comercialmente, de un yacimiento y el hidrocarburo original in situ en el mismo yacimiento. Este factor está directamente vinculado con el uso de nuevas tecnologías de desarrollo y producción (recuperación mejorada o EOR) que pueden potencialmente extender los niveles actuales.

Por otra parte, debe indicarse que las tecnologías de información TI en esta industria contribuyen en la disminución de la incertidumbre del interior y profundo del subsuelo, facilitando la toma de decisiones y valoración de los prospectos de yacimientos, e incrementando la probabilidad de éxito de las inversiones en proyectos petrolíferos. Ayudan en la prevención de incidentes y problemas técnicos en las operaciones del subsuelo, tal como con los recursos y facilidades de superficie. Soportan el proceso de gestión y producción de los hidrocarburos. En consecuencia, las TI se constituyen en una herramienta estratégica y esencial de esta industria.

Estas inversiones en TI, sus decisiones y criterios de priorización, la materialización de las capacidades y ventajas distintivas, así como la alineación con los objetivos estratégicos, requieren de un proceso de gestión en la organización que permita la capitalización y retorno de los recursos invertidos. A dicho proceso se le denomina portafolio de TI (Kaplan, 2005). Entendiéndose que la selección del portafolio debe realizarse desde el aporte y contribución de los diferentes componentes a los propósitos empresariales, desarrollo de capacidades esenciales y, fuentes de creación y captura de valor (Lentz, Gogan, & Henderson, 2002).

En línea con lo expuesto, resulta relevante contribuir desde la academia con esta industria, por medio de nuevas perspectivas y formas de gestión, conocimiento, modelos, técnicas y herramientas dando énfasis en la creación de valor. En consecuencia, surge la pregunta base de investigación:

P0. ¿Cómo acompañar desde la investigación científica, la priorización y conformación del portafolio de proyectos de TI, dando prioridad al desarrollo del nivel apropiado de capacidades técnicas, a través de la gestión de valor en el caso de negocios de los mismos?

El presente capítulo se desarrollará en cinco secciones. En la primera se realiza un contexto general de la investigación, dando énfasis a la justificación y problemática que validan realizar este estudio, seguido de las preguntas, hipótesis y objetivos de investigación. La segunda sección, tiene como propósito exponer el tipo y metodología aplicada en esta investigación. La tercera parte tiene como propósito documentar los principales aportes de esta tesis. En la cuarta sección, se proponen líneas de investigación derivadas de los resultados de este estudio. Y, por último, en la quinta sección se resume la estructura del presente documento.

1.1 Contexto de la investigación

Este numeral consolida todos los aspectos relacionados con el contexto, justificación y problemática asociada a la pertinencia y razonabilidad de esta investigación. Así mismo, se documentan las preguntas, hipótesis y objetivos de investigación, la cuáles corresponden al foco orientador perseguido por el investigador.

1.1.1 Justificación

La industria del petróleo se caracteriza por la incertidumbre permanente en los procesos de exploración, extracción y producción del crudo. Esto, porque no existe una técnica directa para cuantificar la existencia, tipo de producto, volumen y demás factores que permitan tener certeza del hidrocarburo en el subsuelo. Las disciplinas y especialidades técnicas relacionadas con esta industria, a saber, geología, geofísica, ingenierías química, de petróleo, entre otras, utilizan conocimientos, técnicas, modelos, herramientas, etc., para disminuir la incertidumbre y estimar de manera indirecta la existencia de petróleo, tanto como sus características técnicas (Hilyard, 2012). Son fundamentales las tecnologías de información TI para lograr dichos propósitos.

La incorporación de las capacidades de TI en la industria de los hidrocarburos, de acuerdo con Hilyard (2012), Inkpen & Moffett (2011b) y Merrow (2012), se realizan a través de proyectos. Sin embargo, no existe evidencia lo suficientemente importante para afirmar que a mayor inversión en TI se obtenga mayor productividad y por ende mayor valor económico (Hajli, Sims, & Ibragimov, 2015; Stratopoulos & Dehning, 2000). Aunque, por otra parte, si se puede decir que aquellas compañías maduras en la incorporación de las TI han incrementado su valor económico (Chen *et al.*, 2015; Lin, 2007; Marnewick, 2015; Mithas & Rust, 2016). De manera que, la selección del portafolio de proyectos de TI debe enfocar su esfuerzo en la identificación de las capacidades tecnológicas que apalanquen de manera correcta la estrategia.

Los proyectos de TI, en su gran mayoría, requieren de la asignación de recursos para un conjunto mínimo de capacidades técnicas, a partir de las cuáles se puedan generar los beneficios planeados (Bonham, 2005). En caso de que no sea posible el desarrollo de ese nivel mínimo de capacidades, dichos proyectos no deben incluirse en el portafolio. Por otra parte, no necesariamente el desarrollo de las capacidades de TI en el nivel de madurez más alto, contribuyen con la maximización del potencial de valor a crear (Afflerbach, Bolsinger, & Röglinger, 2016).

Las dos situaciones anteriores conllevan el riesgo de una equivocada asignación de recursos (Forstner, Kamprath, & Röglinger, 2014). En consecuencia, en la planeación de los proyectos es determinante identificar el rango en el cual crean valor, el nivel de desarrollo asociado a las capacidades a incorporar y los recursos involucrados para los diferentes escenarios de implementación.

En línea con lo anterior, las organizaciones y en particular las productoras de petróleo tienen como cuarto reto mantener balance satisfactorio entre la gestión de las operaciones del negocio e identificar las capacidades y nivel de desarrollo requerido por la empresa, para ser sostenible y sustentable en el futuro. Esto implica evaluar las capacidades de negocio y de TI requeridas en el hoy, su nivel de madurez y apropiación en la organización, tanto como identificar las nuevas capacidades a incorporar. Así como, identificar el ALoCI⁶ o nivel apropiado en el cual las capacidades deben ser desarrolladas para que la empresa sea competitiva.

Como se ha indicado en los apartes anteriores, en la selección del portafolio de proyectos de TI es relevante evaluar los beneficios que se alcanzarán, el valor que se creará, las capacidades que se incorporarán, el grado de riesgo involucrado y el nivel de inversión requerido. Así, las capacidades a incorporar en la organización por el proyecto fundamentan el valor y beneficios que se obtendrán, tanto como, determinan el nivel de inversión requerido asignar desde el portafolio.

Coherente con lo anterior y como se presenta en la Figura 1-2 existe un compromiso entre el nivel de tecnología a incorporar ALoTI⁷ por el proyecto, el monto de la inversión y el valor que se crea con las mismas ALoVI⁸. Por lo tanto, el diseño de un modelo y herramientas soportadas en la gestión de este compromiso contribuye en una mejor definición de los proyectos a postular, tanto como en la selección del portafolio de TI.

En la Figura 1-2, se observa que existe un punto en el caso de negocio, en el cual, el valor a crear o ALoVI⁹ es el de mayor eficiencia en el valor presente neto de los diferentes flujos de la inversión y retorno de beneficios. En el mismo, se puede identificar que no por invertir más en

⁶ ALoCI: Nivel apropiado de capacidades a incorporar. Termino introducido en esta investigación.

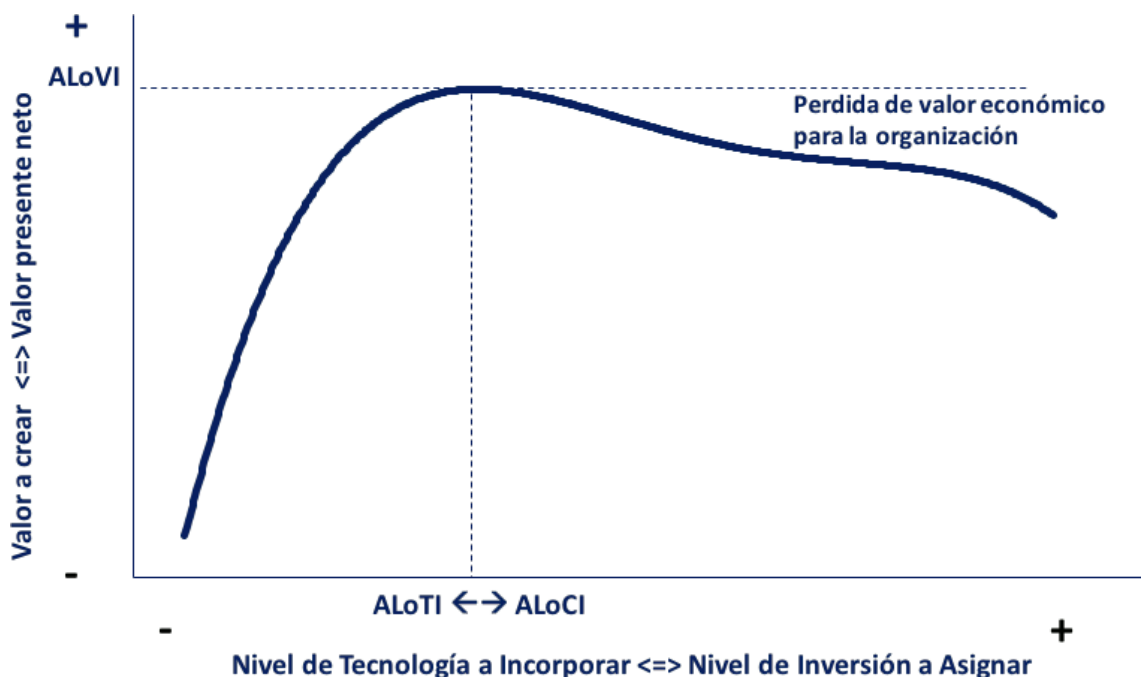
⁷ ALoTI: Nivel apropiado de tecnología a incorporar. Termino introducido en esta investigación.

⁸ ALoVI: Nivel apropiado de valor asociado a las capacidades o tecnologías a incorporar. Termino introducido en esta investigación.

⁹ ALoVI: Apropiado nivel de incorporación de valor.

capacidades tecnológicas, se crea mayor valor para la organización. Ello se explica en el hecho que niveles adicionales de TI, por encima de los apropiados para la estrategia, implica mayores costos en la operación de las capacidades subutilizadas.

Figura 1-2. Interrelación tecnología a incorporar y valor a crear en los proyectos de TI.



Fuente: Elaboración propia.

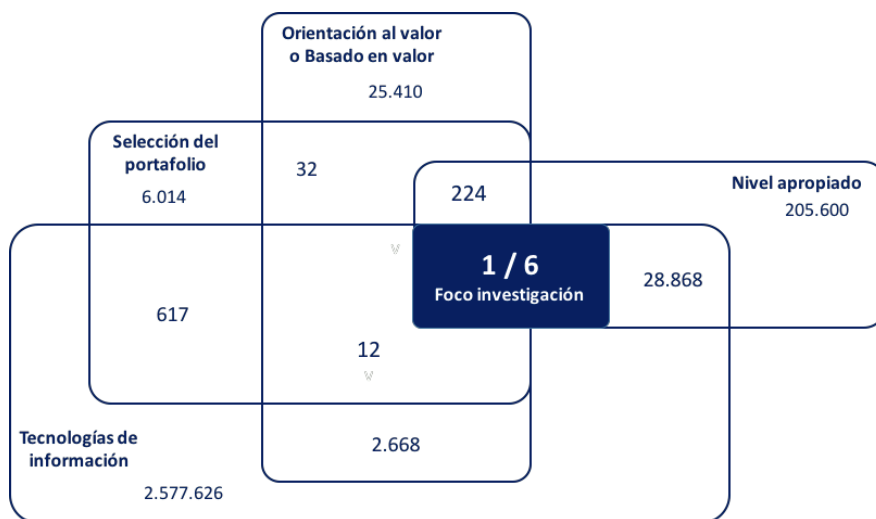
1.1.2 Problemática

Empero a lo expuesto anteriormente, la literatura sobre dirección de portafolio y en particular lo pertinente a la selección de los proyectos de TI, ha prestado escasa atención a los conceptos de gestión de valor (Martinsuo & Killen, 2014). No se encuentra en la literatura estudios y modelos que traten la selección del portafolio considerando el rango en el cual los proyectos crean valor. En *Scopus*, Figura 1-3, se identificó que solo 6 artículos responden a la búsqueda del foco de esta investigación¹⁰, en su título, resumen o palabras clave. Sin embargo, solo uno de ellos (Linhart *et al.*, 2015), es realmente afín a lo que se indaga y quiere resolver con esta tesis.

¹⁰ La búsqueda en *Scopus* utilizó la siguiente cadena TITLE-ABS-KEY ((selection AND portafolio) AND ((techn* AND inform*) OR (system* AND inform*)) AND (appropriat* AND level) AND (Value-Based OR Value-Oriented OR Value-Driven OR Value-Manag*))

La Figura 1-3 indica que en la validación en *Scopus*, ningún artículo tiene aplicación en la industria del petróleo y mucho menos en empresas de Colombia. Tres (3) investigaciones que referencian a Linhart *et al.* (2015) involucran la selección del portafolio (Afflerbach *et al.*, 2016; Lehnert *et al.*, 2016a; Lehnert, Linhart, & Roeglinger, 2017). Es relevante observar, que estas cuatro (4) investigaciones, todas ellas son posteriores al año 2015 y hacen parte de un mismo propósito de investigación en Universidades de Europa, derivadas de los trabajos de Forstner *et al.* (2014) y Winter *et al.* (2006).

Figura 1-3. Validación en *Scopus* del foco de la investigación.



Fuente: Elaboración propia a partir de consulta en *Scopus*, enero 04, 2018.

Complementando lo anterior, se validó en *Scopus* diferentes combinaciones entre las áreas de conocimiento del foco de esta investigación, buscando identificar los escenarios de aplicación para la industria de petróleo e hidrocarburos. Como se ilustra en la Figura 1-4, el escenario de aplicación correspondió a la selección del portafolio de TI aplicado en petróleo e hidrocarburos. Es decir, no se identificó un (1) solo documento que trate estas temáticas realizando énfasis a, orientación o basado en valor, según el nivel apropiado, o referente a Colombia. De los once (11) artículos correspondientes a la búsqueda diagramada en la Figura 1-4, solo uno (1), tiene alguna conexión con los fines de esta tesis. La investigación de Da Silva Neves & Camanho (2015) está centrada en identificar los factores de decisión en la selección del portafolio de TI, bajo el estudio de caso en la aplicación del método de multi-criterio *Analytic Hierarchy Process* AHP en una multinacional de la industria del petróleo en Brasil. Los otros diez (10) documentos tratan desde

la perspectiva de selección de proyectos de inversión en extracción o perforación de petróleos, no de tecnologías de información.

Figura 1-4. Validación en *Scopus* selección portafolio de TI en industria del petróleo.



Fuente: Elaboración propia a partir de consulta en *Scopus*, enero 04, 2018.

1.1.3 Preguntas de investigación

El análisis del contexto de la industria del petróleo a nivel global; el impacto en creación de valor de las capacidades organizacionales soportadas en TI para la exploración y producción de hidrocarburos; y, los 4 retos¹¹ de este sector de la economía en Colombia. Así como, los resultados de la revisión de la literatura que sustenta cada una de las áreas de conocimientos contenidas en los fines de esta tesis y detalladas en el marco teórico; la validación del foco y propósitos de esta investigación en bases de datos bibliográficas como *Scopus*; y, la experiencia del autor en la dirección de proyectos y portafolios de TI y telecomunicaciones por más de 24 años. Conllevan a ratificar la pregunta base de investigación P0 y las tres preguntas complementarias, definidas desde el anteproyecto. Ello con el fin de enriquecer la disciplina de gerencia de proyectos, en particular el portafolio de TI.

¹¹ En la introducción a este capítulo, se identificaron tres retos en la industria del petróleo. El primero relacionado margen de rentabilidad y necesariamente la viabilidad económica de la producción de petróleo en Colombia. El segundo reto, es el impacto del precio del petróleo y la nula influencia de compañías de petróleos como las de Colombia, en la fijación de precios. El tercer reto, el hecho que en Colombia el índice de recuperación de reservas de petróleo, indican que la autonomía de la nación es para solo 6.6 años. Y, el cuarto reto corresponde con el impacto de las TI para disminuir la incertidumbre, y la velocidad de estas organizaciones para transformarse y asumir nuevas capacidades de negocio, asegurando la continuidad de sus operaciones.

- P0. *¿Cómo acompañar desde la investigación científica, la priorización y conformación del portafolio de proyectos de TI, dando prioridad al desarrollo del nivel apropiado de capacidades técnicas, a través de la gestión de valor en el caso de negocios de los mismos?*
- P1. *¿Cómo contribuir a la toma de decisiones en la conformación del portafolio de proyectos de tecnologías de información, de empresas productoras de petróleo, a través de la gestión de valor?*
- P2. *¿Cómo puede la gestión de valor en proyectos, alinear el desarrollo de capacidades incorporadas por la tecnología con los factores clave en el caso de negocio?*
- P3. *¿Cómo contribuir a la producción de petróleo en Colombia, a través de la alineación del nivel apropiado de capacidades técnicas a incorporar con el valor a crear en el portafolio de proyectos de tecnología?*

1.1.4 Hipótesis de la investigación

En virtud del alcance de las preguntas de investigación, los resultados de la investigación exploratoria realizada en la construcción del marco teórico, y los objetivos y propósitos de esta investigación, se concluyó acertada la formulación de las hipótesis, en el alcance definido en el anteproyecto.

No obstante, para darle solidez a los constructos definidos en esta investigación, los cuáles son pieza fundamental de la propuesta de creación y captura de valor del modelo P3S-VB desarrollado en esta tesis; el investigador al concluir la revisión crítica de la literatura, y una vez documentado el marco teórico, considero oportuno plantear cuatro hipótesis complementarias, para validar los fundamentos de diseño del modelo P3S-VB.

Por consiguiente, en esta tesis se realizó la validación de las cuatro hipótesis planteadas en el anteproyecto, más las cuatro complementarias. Esto con el propósito de alcanzar todos los objetivos específicos definidos en el anteproyecto.

A continuación, se transcriben las hipótesis originalmente formuladas en el anteproyecto:

- H1. *El nivel requerido de capacidades técnicas a desarrollar por las TI, está asociado de manera directa con la creación de valor en el caso de negocios del proyecto.*

- H2. *La identificación de los factores clave del caso de negocios de proyectos de TI, permite determinar cuáles son las capacidades técnicas que contribuyen a la creación de valor.*
- H3. *La inversión en el desarrollo de capacidades técnicas, por encima de un nivel apropiado para la organización, no necesariamente incrementa el valor creado por parte de proyectos de TI.*
- H4. *La incorporación de capacidades técnicas basada en la creación de valor en los factores clave del caso de negocios, permite determinar escenarios de conformación del portafolio de proyectos de TI, que encuentren adecuados compromisos entre inversión y valor.*

Por otra parte, y en línea con lo explicado anteriormente, se revisaron los propósitos de H1 desde la perspectiva definida para el objetivo específico O2. Como resultado de este análisis, el investigador encontró necesario plantear las siguientes cuatro hipótesis para validar los fundamentos de los constructos de nivel apropiado de incorporación de valor y de tecnología, ALoVI y ALoTI. En consecuencia, las siguientes hipótesis son derivadas de H1.

- H1.a *La planeación de beneficios de proyectos de TI alineada a las capacidades a impactar se relaciona positivamente con la captura de valor.*
- H1.b *La planeación de beneficios de proyectos de TI soportada con KPI's, para la evaluación de los impactos a incorporar, se relaciona positivamente con la captura de valor.*
- H1.c *La planeación de las inversiones de proyectos de TI alineada a las capacidades técnicas a desarrollar se relaciona positivamente con la captura de valor.*
- H1.d *La alineación de capacidades de negocio en la planeación de proyectos de TI, se relaciona positivamente con la identificación de los KPI's que contribuyen con la captura de valor.*

Es importante señalar que la validación de todas las hipótesis (originales y adicionales) pretendió demostrar la contribución al incremento de valor del modelo P3S-VB. Adicionalmente, con esto se intentó verificar el aporte a la captura de valor de proyectos de TI, como consecuencia de la planeación de los beneficios alineados a las capacidades de negocio a impactar, capacidades tecnológicas a desarrollar, y mecanismos de medición de tales impactos o indicadores de desempeño en el negocio o KPI's.

1.1.5 Objetivos de la investigación

A partir de la problemática, preguntas de investigación e hipótesis formuladas, se definió el objetivo general de esta tesis doctoral, y de él los objetivos específicos.

OG. *El propósito de esta tesis doctoral es desarrollar un modelo para apoyar la toma de decisiones en la conformación del portafolio de proyectos de tecnologías de información, para la industria de producción de petróleo, a través de la gestión del valor y las capacidades técnicas a incorporar por el caso de negocios.*

Para dar cumplimiento al propósito general, desde el anteproyecto de tesis, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- O1. *Establecer la base que fundamentará el marco teórico sobre el cual se validarán las hipótesis y probarán los conceptos que esta investigación propone, a través de la revisión del conocimiento científico en torno a las siguientes disciplinas y enmarcado en la industria de producción de petróleo: a) capacidades técnicas; b) dirección de portafolio de proyectos; c) proyectos de tecnologías de información; d) valor en proyectos y; e) industria de hidrocarburos.*
- O2. *Definir un proceso para identificar la contribución de valor en los factores clave del caso de negocios, por las capacidades técnicas incorporadas a través de proyectos de TI en productoras de petróleo.*
- O3. *Diseñar un proceso que permita estimar el rango de las inversiones en capacidades técnicas, para las cuales el proyecto contribuye a la creación de valor en los factores clave del caso de negocios.*
- O4. *Desarrollar el modelo para apoyar la toma de decisiones en la priorización y conformación del portafolio de proyectos de TI, basado en la identificación del nivel apropiado de capacidades técnicas a incorporar y su contribución a la creación de valor.*
- O5. *Valorar la pertinencia y aplicabilidad del modelo para la conformación del portafolio de proyectos de TI en productoras de petróleo, a través de un panel o juicio de expertos.*

1.2 Tipo de investigación y metodología

Dankhe (1986), quien es citado por Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista Lucio (1991), clasificó los alcances de investigación en: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. Adicionalmente, los enfoques para realizar la investigación en cualitativo, cuantitativo y mixto. Sin duda, para la selección de la aproximación metodológica, la experiencia del investigador así como la concatenación entre problema de investigación y el método de investigación será crucial para la obtención de información relevante (Creswell, 2014).

Tomando en cuenta la complejidad, interrelación y extensión de conocimientos involucrados, la necesidad de introducir algunos constructos específicos asociados a la observación y experiencia del investigador. Pero teniendo en consideración la accesibilidad a datos e información de fuentes primarias para validar los fenómenos asociados a la investigación, como es la planeación, ejecución y resultados de los proyectos del portafolio de TI en empresas de petróleo en Colombia. El enfoque principal de esta investigación es el cuantitativo. Sin embargo, debe indicarse que la validación del modelo se sirvió del enfoque cualitativo.

Adicional a estos enfoques y alcance, el diseño del modelo P3S-VB siguió la metodología de investigación de diseño de ciencia aplicado a las TI, o como se conoce *Design Science Research in IS* DSR-IS (Peffer *et al.*, 2008; Vaishnavi & Kuechler, 2015).

1.2.1 Alcance de investigación

De los objetivos, preguntas e hipótesis de esta investigación y el tipo de datos de fuentes primarias y secundarias a las que se tendrá acceso se deduce que este trabajo será la combinación de los siguientes alcances de investigación: descriptiva y explicativa.

Es una investigación de alcance descriptiva por cuanto el investigador acudió a la revisión de la literatura y estado del conocimiento para hacer una descripción y delimitación del problema planteado y de su entorno. Así mismo, este alcance de investigación contribuyó en “...especificar propiedades, características y rasgos importantes...” (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010, p. 80) de:

- Las capacidades organizacionales y tecnológicas
- El valor y los beneficios en la organización, y las propiedades y características aplicadas en las tecnologías de información.

- Los factores en la dirección de proyectos que apalancan la creación y captura de valor.
- Los elementos y fases principales en la selección del portafolio TI, así como los componentes relevantes para la maximización del potencial de valor a crear en los proyectos.
- El impacto del petróleo en la economía y la sociedad. En particular la creación y captura de valor que ocurre, al aplicar las tecnologías de información en la reducción de incertidumbre, toma de decisiones, gestión y control de esta industria.

Es una investigación explicativa por cuanto se explican las relaciones existentes entre capacidades organizacionales, capacidades tecnológicas, beneficios y valor, como un primer paso en la alineación de la empresa y las TI para crear valor. Luego, se explican los elementos relevantes de la dirección de los proyectos, donde se clarifica la importancia crítica de la gestión de los grupos de interés en la identificación de los factores de valor, y como a partir de ellos se encuentra otro elemento de alineación del alcance de los proyectos y por supuesto del portafolio. Posteriormente, se evidencian y justifican las etapas de la dirección del portafolio, y a su vez las fases en la selección de los elementos del mismo. En ese alcance se hace relevante la investigación explicativa, para exponer elementos y componentes que enriquecen la creación y captura de valor desde las fases de confirmación del banco de potenciales proyectos, y hasta la definición del portafolio de proyectos a ejecutar.

El desarrollo y resultados logrados en el alcance explicativo de esta investigación se apoyó en el estado del conocimiento, la grandeza y conducción del tutor, la determinación y colaboración de los expertos consultados, la experiencia del investigador, así como en la generosidad de compañías de industria del petróleo en Colombia, quienes otorgaron al autor el acceso a información de sus portafolios de proyectos.

Se logró consolidar un banco de información directa asociada a la planeación, ejecución y desempeño de proyectos de TI. Lo cual permitió explicar el comportamiento de cada una de las variables relevantes de la investigación en una realidad estudiada. En ese mismo sentido y como complemento del alcance explicativo de esta investigación, se contrastaron y conceptualizaron varios factores del modelo, objeto de esta tesis, tanto en la etapa de diseño como en la de validación.

Aunque en esta investigación algunas actividades tenían alcance exploratorio y correlacional, no se puede afirmar que esta tesis corresponde de manera formal con dichos enfoques. El alcance

exploratorio ocurrió durante la preparación del anteproyecto, lo cual no hace parte del desarrollo de esta tesis. Los estudios correlacionales fueron aplicados para evaluar y contrastar las hipótesis aquí postuladas, y sirvieron como complemento de la investigación explicativa, sin embargo, no todos los elementos y variables del modelo se trataron con este alcance de investigación.

1.2.2 Metodología de investigación DSR-IS

De acuerdo con Vaishnavi & Kuechler (2015), la metodología de diseño de ciencia en tecnologías de información o DSR-IS son un conjunto de técnicas y perspectivas sintéticas y analíticas (que complementan perspectivas positivistas, interpretativas y críticas) para realizar investigaciones en tecnologías de información. Los artefactos creados con la metodología DSR-IS incluyen, entre otros, algoritmos, interfaces hombre/máquina, modelos, constructos¹², metodologías de diseño de sistemas y teorías aplicadas a la disciplina de tecnologías de información.

Los objetivos de la metodología de investigación DSR-IS son (Peffer *et al.*, 2008): (a) proporcionar un proceso nominal para la realización de la investigación de diseño de ciencia; (b) construir sobre literatura previa sobre diseño de ciencia, tecnologías de información y disciplinas asociadas; y, (c) proporcionar a los investigadores un modelo mental para la estructura de la investigación y el logro de novedosos resultados.

La DSR-IS es el desarrollo de conocimiento en forma de artefactos, constructos, principios de diseño, arquitecturas, métodos, modelos y teorías (Vaishnavi & Kuechler, 2015). Para lograr una mejor comprensión de las diferentes formas a través de las cuáles se contribuye al conocimiento desde la DSR-IS se presenta la Tabla 1-1.

Los constructos son el vocabulario conceptual de un dominio problema o solución. Los constructos surgen durante la conceptualización del problema y se refinan a lo largo del ciclo de investigación científica del diseño. Como el diseño del modelo objeto de esta investigación consiste de un gran número de entidades y relaciones, el conjunto de constructos requeridos o propuestos de la investigación basada en DSR-IS, deben complementarse con los identificados y desarrollados con el alcance descriptivo (Vaishnavi & Kuechler, 2015).

¹² El constructo es un concepto hipotético usado para explicar un fenómeno que resulta de la abstracción de alto nivel realizada a partir de acciones y características, directamente observables y medibles en la organización (Quinn & Rorhbaugh, 1983; Morgeson & Hoffmann, 1999).

Tabla 1-1. Resultados y productos generados desde la metodología DSR-IS

	Resultado o producto de conocimiento	Descripción
1	Constructo	El vocabulario conceptual de un dominio. El constructo es un concepto hipotético usado para explicar un fenómeno que resulta de la abstracción de alto nivel realizada a partir de acciones y características, directamente observables y medibles en la organización (Quinn & Rorhbaugh, 1983; Morgeson & Hoffmann, 1999).
2	Modelos	Conjuntos de proposiciones o declaraciones que expresan relaciones entre constructos
3	Marco o framework	Guías reales o conceptuales para servir como soporte o guía
4	Arquitecturas	Estructuras de sistemas de alto nivel
5	Principios o criterios de diseño	Principios y conceptos básicos para guiar el diseño
6	Métodos	Conjuntos de pasos utilizados para realizar tareas, cómo hacerlo, conocimiento
7	Instanciaciones	Implementaciones situadas en ciertos entornos que hacen operativos o no constructos, modelos, métodos y otros artefactos abstractos; en el último caso, ese conocimiento permanece tácito.
8	Teorías de diseño	Conjunto prescriptivo de declaraciones sobre cómo hacer algo para lograr un determinado objetivo. Una teoría generalmente incluye otros artefactos abstractos como constructos, modelos, marcos, arquitecturas, principios de diseño y métodos.

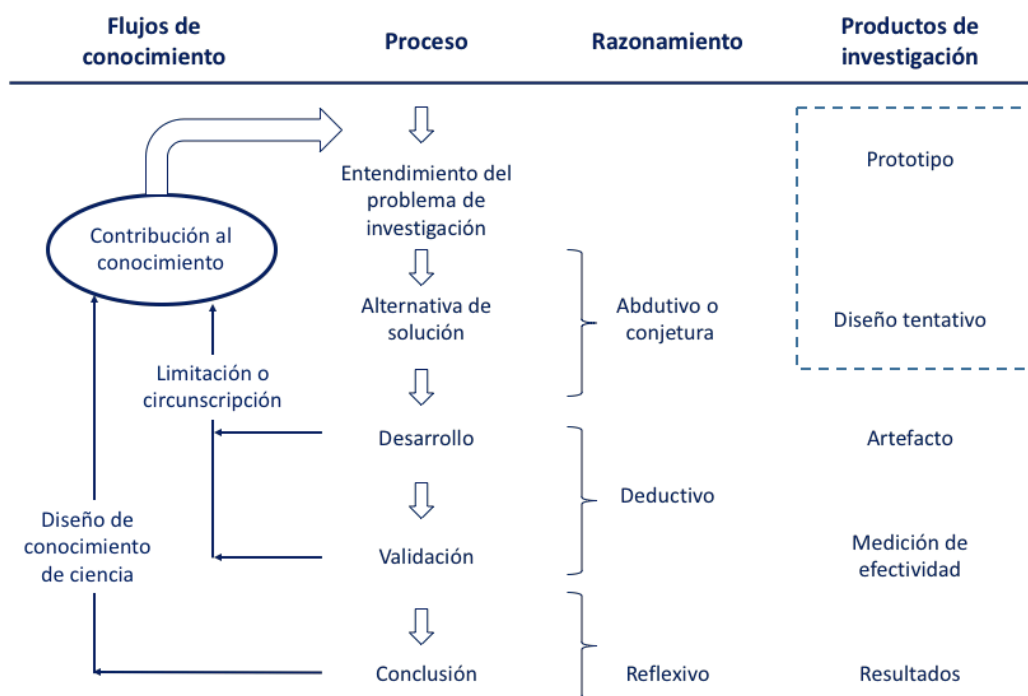
Fuente: Adaptado de Vaishnavi & Kuechler (2015).

En la Figura 1-5 se muestra que la metodología DSR-IS está compuesta por cinco procesos: (a) el entendimiento del problema de investigación; (b) la identificación de alternativas de solución y sugerencias; (c) el desarrollo del artefacto; (d) la validación; y (e) las conclusiones.

Esta metodología se apalanca en el conocimiento existente y en el desarrollo de prototipos para lograr claridad y entendimiento del problema de investigación. Asimismo y como se exhibe en la Figura 1-5, la DSR-IS a partir de la definición de las alternativas de solución, elabora un diseño preliminar o tentativo del artefacto. Vaishnavi & Kuechler (2015), indican que el diseño del artefacto “...es una etapa esencialmente creativa donde son visualizadas nuevas funcionalidades basadas en una novedosa configuración de elementos nuevos o existentes...” (p. 15).

De acuerdo con esta metodología, una vez desarrollado el artefacto, este y los nuevos constructos son validados respecto a los criterios y especificaciones funcionales, las cuáles están asociadas a los problemas, objetivos e hipótesis de la investigación que le dieron lugar.

Figura 1-5. Metodología de diseño de ciencia, DSR-IS.



Fuente: Adaptado de Vaishnavi & Kuechler (2015, p. 15).

Por lo general, el diseño tiene un proceso iterativo entre la etapa de desarrollo y la de validación. Con lo cual se logra un refinamiento del problema, y por consiguiente del diseño del artefacto. Estas iteraciones se ilustran en la Figura 1-5, y corresponden con dos bucles para el mejoramiento del artefacto. (Vaishnavi & Kuechler, 2015)

1. Un primer bucle desde los procesos de desarrollo y validación, y a través de las limitaciones o circunscripciones del diseño o del conocimiento.
2. El segundo bucle, una vez el artefacto satisface los requerimientos de efectividad, va al proceso de conclusión, generando resultados y nuevos conceptos o constructos.

Se ilustra en la Figura 1-5, la contribución al conocimiento siguiendo la metodología DSR-IS. Esta corresponde, en la ilustración de referencia, con las etiquetas “limitación o circunscripción” y “diseño de conocimiento de ciencia”. Las limitantes de conocimiento asociadas con el artefacto, se identifican durante el desarrollo, validación y conclusiones del diseño del artefacto.

A partir de estas limitaciones o brechas identificadas en el conocimiento, se definen los nuevos constructos (Vaishnavi & Kuechler, 2015). De acuerdo con McCarthy (1980), citado por Vaishnavi & Kuechler (2015), la identificación de nuevos constructos está relacionado con lo que

el investigador aprende o descubre, al evaluar las cosas de acuerdo con la teoría, o de conformidad al comportamiento de los fenómenos en la vida real.

Ahora bien, en el desarrollo del P3S-VB, se usó como referencia la metodología DSR-IS. Durante el anteproyecto y entendimiento de la problemática de esta tesis, el investigador propuso un prototipo denominado BCV-B. A partir de ahí, y durante la exploración de la literatura y elaboración del marco teórico, se estructuró la base teórica que fundamentó esta investigación. Derivado del conjunto de información y hallazgos registrados en el marco teórico, y de la perspectiva planteada por el prototipo propuesto desde el anteproyecto, se identificaron limitaciones de conocimiento específico en la selección de proyectos de TI orientados al valor.

Las siguientes son las brechas en las cuáles se observaron limitaciones: entre el nivel de desarrollo de las capacidades organizacionales y tecnológicas; entre el potencial de valor a crear y el nivel apropiado de recursos a asignar; y entre los impactos asociados a las capacidades a incorporar, los mecanismos necesarios para su medición, y la captura de valor. Coherentemente con la metodología DSR-IS se desarrollaron en esta investigación los constructos derivados del P3S-VB.

Por último, aplicando los resultados de la revisión de la literatura y marco teórico, del prototipo de modelo planteado desde el anteproyecto, y de los nuevos constructos, se identificaron los elementos requeridos para el modelo P3S-VB, se diseñó, y se definieron sus características. En el capítulo 7 se consigna lo pertinente a los elementos identificados y diseño del modelo y; en el capítulo 8 se documenta todo el modelo incluyendo la definición de los nuevos constructos, los principios sobre los que se fundamenta el modelo, los procesos y las herramientas de apoyo.

1.2.3 Etapas de la investigación

Esta investigación giro en dar respuesta a la siguiente pregunta: *¿Cómo acompañar desde la investigación científica, la priorización y conformación del portafolio de proyectos de TI; dando prioridad al desarrollo del nivel apropiado de capacidades técnicas, a través de la gestión de valor en el caso de negocios de los mismos?* Este cuestionamiento permitió establecer tanto la información requerida y disponible, como los recursos y medios que apoyaban la búsqueda de respuestas válidas desde investigaciones previas, la industria y la experiencia del tutor, expertos consultados y del investigador. Todo esto ayudó a identificar los componentes y disciplinas

involucradas en el objeto de investigación, limitar el tema de esta tesis, formular las preguntas complementarias de investigación y determinar las hipótesis. El trabajo de investigación, como se ilustra en la Figura 1-6 se desarrolló en tres etapas. Estas etapas se soportaron en una preliminar o base, la cual se encargó de la exploración y fundamentación del anteproyecto.

1. La primer etapa o marco teórico, fue desarrollada a partir de la revisión de la literatura. Ahí se enfatizó en identificar tanto las investigaciones relacionadas y preliminares con el problema base de investigación, tanto como con las disciplinas de proyectos, de negocios (estrategia, capacidades y valor), tecnologías de información y de la industria del petróleo asociadas.

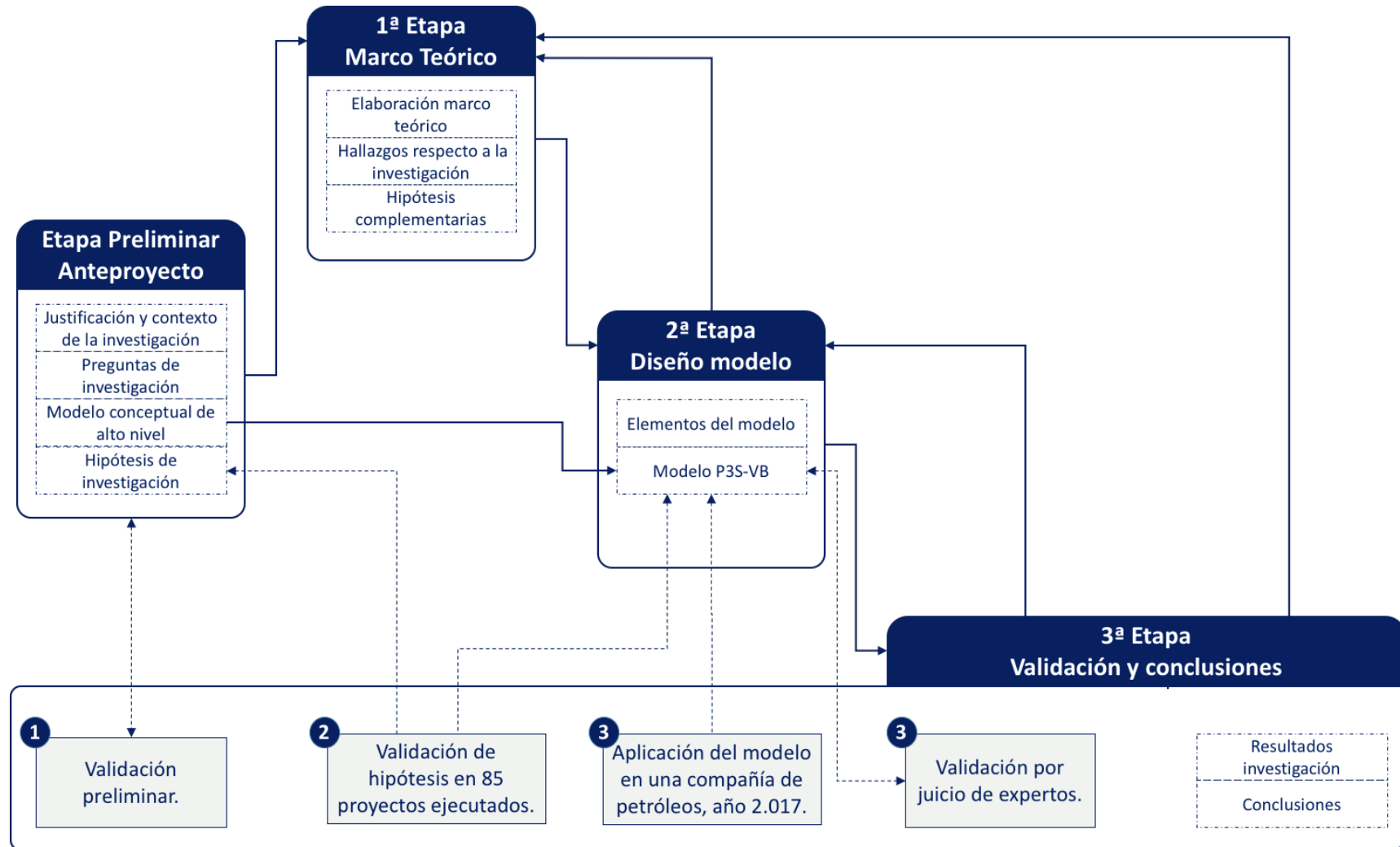
En el anteproyecto se propuso un modelo de alto nivel que buscó relacionar los diferentes elementos conceptuales del propósito de esta investigación. Así que, en la elaboración del marco teórico, se identificaron elementos y evidencias para validar, complementar y ajustar esa propuesta conceptual. Esa estrategia resulto de gran utilidad, por cuanto, aunque la elaboración del fundamento teórico de esta tesis tomo un tiempo importante, ayudó mediante la iteración y refinación a incrementar la calidad y factibilidad del modelo.

2. La segunda parte se focalizo en el desarrollo del modelo P3S-VB. Para lo cual se complementó la investigación teórica con la construcción de una base de información de la planeación, ejecución y evaluación ex-post (desempeño) de proyectos de TI en compañías de petróleo en Colombia.

Como se advirtió anteriormente, desde el anteproyecto se propuso un modelo de alto nivel asociado a la pregunta base de investigación. Por ende, la elaboración del modelo en gran medida fue ocurriendo a medida que se avanzaba en el desarrollo del marco teórico y se consolidaban los análisis estadísticos de las fuentes primarias de información, la base de datos de los proyectos y las entrevistas a expertos.

3. La tercera etapa consistió en la validación, resultados y conclusiones de la investigación. Se ha indicado en los puntos anteriores que la investigación siguiendo el alcance descriptivo y explicativo, pero alineado con la metodología DSR-IS fue iterativo buscando refinar elementos, conceptos y constructos del modelo P3S-VB. En consecuencia, la validación puede observarse como desarrollada en tres fases:

Figura 1-6. Etapas de la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

- i. Una preliminar durante la elaboración del anteproyecto y la postulación del modelo base y el constructo del ALoCI o nivel apropiado de incorporación de capacidades y del objetivo de valor a crear u OVC, el cual en la investigación final evoluciona a ALoVI. Ahí, tanto el juicio de expertos de la comisión doctoral que aprobó este proyecto de investigación, como los valiosos aportes del tutor, permitieron la definición base de estos dos constructos.
- ii. Segunda fase de validación. En la cual, se utilizó la base de datos de información de proyectos de TI ejecutados en compañías de petróleo en Colombia. El análisis de esta información aportó evidencias para evaluar las hipótesis planteadas, tanto como la relevancia de los constructos fundamentales del modelo. En el mismo tenor, se contrastaron los resultados de la evaluación de las hipótesis respecto al modelo. Con lo cual, se logró la validación de apartes de los resultados de la investigación respecto al impacto de estos en la creación de valor en los proyectos y por supuesto del portafolio
- iii. Tercera fase de validación. La cual consistió de dos partes. La primera fue la aplicación del modelo en la selección de un portafolio de 53 potenciales proyectos en una empresa de petróleo en Colombia durante el año 2017. La segunda fue la exposición de los constructos y modelo a panel de expertos en TI, proyectos y portafolio, con el propósito de evaluar la pertinencia, aplicabilidad y usabilidad de lo diseñado en el ámbito industrial. Así mismo, se aplicó el modelo en el desarrollo del portafolio de TI de una compañía de petróleo en Colombia en el año 2017, incluyendo todos los elementos diseñados.

Adicionalmente en la tercera etapa de la investigación, se documentaron los resultados, conclusiones y de ahí se identificó el cumplimiento de los objetivos de investigación, los resultados de validación de las hipótesis y las respuestas a las preguntas de investigación. De igual manera, se identificaron las futuras líneas de investigación derivadas de lo aquí tratado, como las relacionadas con las metodologías y conocimientos a las cuáles el investigador estuvo expuesto.

1.2.4 Recopilación de información

La investigación exigió la recolección de información de diferentes fuentes, tanto primarias como secundarias.

Fuentes primarias

Se creó una base de datos de proyectos en empresas de petróleo de Colombia. Se logró acceso a la información de la planeación, desarrollo y evaluación ex-post de los portafolios de TI. Esta información la autorizaron analizar y codificar siete (7) compañías de la industria de hidrocarburos, que para el año 2.015 representaban más del 80% del total de la producción de petróleo y gas de Colombia. A partir de la información de dichos proyectos, se construyó una base de datos de 413 proyectos y en cada caso un conjunto de 103 variables. Estos proyectos corresponden a los portafolios de TI ejecutados entre los años 2.010 y hasta 2.015. De los 413 proyectos, se revisó la completitud de la información requerida con alcance la presente investigación, y se consolidó en 85 proyectos, los cuáles contaban con la totalidad y calidad requerida.

Adicionalmente, durante el año 2.017 se aplicó el modelo P3S-VB en la selección del portafolio de 53 potenciales proyectos de TI. Estos proyectos pertenecen a una compañía de petróleos en Colombia, registrada en este documento como COL. En esta etapa se recolectó información correspondiente a la planeación de los proyectos y los resultados de aplicar el modelo P3S-VB. En total, estos 53 proyectos fueron descritos en una base de datos con 36 variables que describen las capacidades técnicas a incorporar, los beneficios identificados y KPI's asociados, el potencial de valor a crear y los recursos requeridos antes y después de aplicar el modelo.

Por último, para la validación del modelo se usó la técnica de juicio de expertos. Se configuró a partir de ello la tercera base de datos. En esta se registraron y codificaron las 66 respuestas aportadas por cada uno de los expertos consultados. Este panel se conformó por 12 personas expertas en TI, proyectos y portafolio pertenecientes a las siete (7) diferentes organizaciones de petróleos en Colombia descritas anteriormente.

Es importante indicar en este punto que la información de los proyectos, las compañías relacionadas, las tecnologías involucradas, los rangos de inversión y detalles de los beneficios, el nombre de los expertos y demás información de carácter sensible y relevante o asociada a datos personales fue anonimizada. Lo anterior con el único propósito de proteger la confidencialidad de la información compartida.

Igualmente, aquí solo se documentaron resultados y análisis derivados de estos tres bancos de datos. El investigador da esta claridad en cumplimiento estricto del acuerdo ético y legal acordado, pactado, suscrito y vigente entre el investigador y cada uno de las de estas organizaciones.

Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias de información fueron:

- Bases de datos financieros de la Superintendencia de Sociedades, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Agencia Nacional de Hidrocarburos, Banco de la Republica y Ministerio de Minas y Energía de Colombia. Así como Banco Mundial, Agencia Internacional de Energía EIA, Instituto Americano del Petróleo y Organización de Países Exportadores de Petróleo OPEP.
- Bases de datos académicas tales como *EBSCO*, *ProQuest*, *ScienceDirect*, *Scopus*, *OnePetro*.
- Publicaciones tanto en físico como digitales relacionadas con la gestión y dirección de proyectos tales como: *Project Management Journal*; *International Journal of Project Management*, *International Journal of Managing Projects in Business*, *IEEE Transactions on Engineering Management*, *Journal of High Technology Management Research*, *International Journal of Construction Project Management*,
- Publicaciones tanto en físico como digitales relacionadas con gestión de valor, capacidades organizacionales y técnicas tales como: *McKinsey*, *The Institute of Value Management*, *Harvard Business Review*, *International Journal of Managing Projects in Business*, *Automation in Construction* y muchas otras relacionadas en el capítulo de referencias bibliográficas del presente documento.

1.2.5 Método de evaluación

La Figura 1-7 indica que siguiendo la metodología de investigación en diseño de ciencia – aplicado a las tecnologías de información, *Design Science Research* o DSR-IS (Vaishnavi & Kuechler, 2015), la validación de los productos, constructos y modelo P3S-VB, se realizó en tres fases. En otras palabras, la validez de la investigación se verificó desde antes del diseño (fase 1), durante la construcción o diseño (fase 2), y posterior al diseño o refinación del modelo (fase 3).

La validación de fase 1, o preliminar, se realizó durante la elaboración del anteproyecto. En ese momento el modelo base de investigación se denominó BCVB, y se plantearon los constructos del ALoCI, ALoTI y del OVC (objetivo de valor a crear); este último en el desarrollo de esta investigación evolucionó como ALoVI. En esta primera validación, tanto el juicio de expertos de la comisión doctoral que aprobó este proyecto de investigación, como la orientación y aportes del tutor, permitieron la definición preliminar de estos constructos.

Figura 1-7. Fases de validación de la investigación.

Fase 1. Antes del diseño	Anteproyecto: El juicio de expertos de la comisión doctoral que aprobó este proyecto de investigación, como la orientación y aportes del tutor, contribuyeron en la definición base de los constructos sobre los que se desarrolló esta investigación. Estos constructos refieren la existencia de un nivel y rango apropiado en la incorporación de las capacidades técnicas, ALoTI. En donde, dicho nivel y rango están relacionados con el incremento del potencial de valor a crear, PVC, de los proyectos de TI.
Fase 2. Durante el diseño	Validación de hipótesis de investigación H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2 La evaluación de la pertinencia y relación entre los principales conceptos teóricos, alrededor de los cuáles se diseñó el modelo P3S-VB, requirió la validación de las hipótesis H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2 en un contexto real. Por lo cual, se consiguió acceso a la planeación, ejecución y evaluación expost de proyectos de TI ejecutados en siete compañías de petróleos en Colombia.
Fase 3. Posterior al diseño.	Aplicación del modelo y validación de las hipótesis H1, H3 y H4 Las hipótesis H1, H3 y H4 se relacionan directamente con la pregunta base y los objetivos asociados a los productos derivados de esta investigación. En consecuencia, se requirió la aplicación del modelo P3S-VB en la selección del portafolio de proyectos de TI, en una compañía de la industria de petróleos en Colombia. Validación del modelo por panel de expertos Con el propósito de verificar la viabilidad, usabilidad y utilidad del modelo P3S-VB en el contexto empresarial, se accedió al juicio de expertos en TI, portafolio y proyectos. Este panel fue conformado por 12 personas pertenecientes a las mismas siete compañías de petróleos con las cuáles se validó la fase 2.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, en la fase dos, como se indica en la Figura 1-7, se validaron las hipótesis derivadas de H1, es decir H1.a, H1.b, H1.c, y H1.d, al igual que H2. Estas relacionan los conceptos principales que soportan el modelo P3S-VB diseñado.

Y, en la fase 3, se validaron las hipótesis H1, H3 y H4, y el objetivo específico O5. Esta última fase, tiene como propósito valorar la pertinencia y aplicabilidad del modelo P3S-VB en la selección del portafolio de TI, aplicado en la industria de petróleos en Colombia.

En el capítulo 9 se presenta en detalle y profundidad la metodología, característica de las bases de datos y aspectos puntuales de los proyectos evaluados, la aplicación del modelo, y la validación por panel de expertos.

1.2.6 Limitaciones de la investigación

Esta investigación tiene varias limitaciones que necesitan ser identificadas claramente, con el fin de minimizar el riesgo de extensión del alcance. Entre otras, debe considerarse:

1. El acceso a información de fuente primaria que permitió validar la realidad en la planeación, ejecución y desempeño de proyectos. Aquí el desafío fue normalizar la información entre las diferentes compañías, y establecer un significado común para las diferentes variables.
2. La voluntad de las empresas y los expertos para participar en las entrevistas y encuestas. Aquí el reto fue garantizar la confidencialidad de la información obtenida, anonimizar los datos recolectados, tanto como la información corporativa y personal de los participantes.
3. Esta investigación acopio información de 7 compañías de la industria del petróleo en Colombia. Sin embargo, es claro decir que una de ellas representa un gran porcentaje de la producción del país, y por ende su volumen de inversiones y proyectos. En consecuencia, para el análisis de algunos elementos del modelo fue requerido agrupar las empresas en dos, una que contenía los proyectos de la más grande, y el otro grupo conformado por las otras 6 empresas.

No obstante, la evaluación por juicio de expertos aseguró que al menos un experto por cada una de las 7 compañías conformara el panel de 12 evaluadores.

4. Debido a la naturaleza de este tipo de investigación y a los enfoques, alcances y metodologías utilizadas, pueden haber ocurrido interpretaciones erróneas, sesgo o sub-representación. El investigador intentó minimizar dichos riesgos, aplicando métodos analíticos probados y, validando y analizando rigurosamente los resultados.
5. Esta investigación, pretendió mantener foco en el incremento de valor en la selección del portafolio de proyectos de TI. Por lo tanto, es posible que el constructo propuesto del ALoTI, así como los elementos y características del modelo P3S-VB no necesariamente sean representativos en la selección de proyectos siguiendo otro enfoque o perspectiva.
6. Otra de las limitaciones fue la identificación y valoración del nivel de riesgo asociado a cada escenario del portafolio. Así como la evaluación de los impactos que puedan surgir durante la

ejecución de los proyectos y como consecuencia de aplicar el modelo P3S-VB en la selección del portafolio.

1.3 Contribución de la investigación

La contribución del presente trabajo de tesis doctoral fue validada en la selección del portafolio de proyectos de TI en una empresa de la industria de petróleo en Colombia, no obstante, su conceptualización y diseño se realizó de manera genérica. El modelo fue desarrollado siguiendo lineamientos de la metodología DSR-IS, con fundamento en información recopilada e interpretada de tipo teórica y empírica, soportado principalmente con datos cuantitativos, y evaluado en cuanto a su validez y fiabilidad con datos cualitativos. La investigación de alcance descriptiva y explicativa permitió establecer los requerimientos prácticos para el diseño del modelo *P3S-VB para el incremento de valor en la selección del portafolio de proyectos de TI. Aplicado en la industria de petróleo de Colombia.*

La expectativa del investigador es que al extender los constructos aquí propuestos y el modelo P3S-VB a otros sectores, estos productos de investigación sean de utilidad para directores de portafolio y proyectos. Así como para profesionales en TI, responsables por la planeación de tecnologías y análisis de alternativas de inversión e implementación.

Los resultados de esta tesis de investigación, con alcance la disciplina de gerencia de proyectos, son procedentes y contribuyen en:

1. Ampliar el conocimiento en la aplicación de la orientación al valor, en la selección de portafolio de proyectos de TI.
2. Ampliar el conocimiento para el incremento del potencial de valor a crear por el portafolio de TI, en sus tres fases de selección.
3. Ampliar el conocimiento al definir el nivel apropiado de incorporación de las capacidades tecnológicas ALoCI, ALoTI y ALoVI. Así como, del rango de creación de valor de las TI.
4. Aportar una herramienta para el análisis e identificación de beneficios y creación de valor en la gestión de los grupos de interés, aplicado tanto en dirección de proyectos como de portafolio.
5. Aportar evidencia del incremento en la captura de valor para la organización, a nivel de proyectos y portafolio, como consecuencia de incluir en el caso de negocios, los indicadores claves de valor KVIs y las capacidades organizacionales que son impactadas por los proyectos.

6. Aportar un modelo de selección del portafolio de TI a la disciplina de gerencia de proyectos. Con foco en la creación de valor y la alineación de las capacidades tecnológicas con los objetivos organizacionales.

1.4 Futuras líneas de investigación

Durante el desarrollo del modelo P3S-VB, la fundamentación del constructo del ALoTI, y la validación de los productos de investigación, el investigador identificó las siguientes cuatro líneas de investigación. Las cuáles contribuirían en la disciplina de gestión de proyectos, optimización del portafolio, y TI orientada al valor.

1. La primera línea de investigación puede orientarse a la aplicación del constructo ALoTI en la frontera de eficiencia del portafolio de Markowitz (1952). La idea central detrás de esta propuesta es determinar los efectos del ALoTI, en el nivel de riesgo de los proyectos y del portafolio. La validación del modelo P3S-VB y el constructo ALoTI se realizaron dando énfasis en la maximización del valor. Es decir, una de las limitaciones fue la identificación y valoración del nivel de riesgo asociado a cada escenario del portafolio, así como la evaluación de los impactos que surgieron durante la ejecución de los proyectos y como consecuencia de esta estrategia de selección del portafolio.
2. La segunda línea de investigación puede encaminarse en la aplicación y validación del diamante de maximización del potencial de valor a crear en el portafolio de proyectos no TI. Aquí debe indicarse que este concepto de maximización del valor indica que en la selección y gestión del portafolio debe lograrse un fuerte balance entre la viabilidad de logro de los objetivos estratégicos y organizacionales, la gestión de la perspectiva de las partes interesadas, el uso óptimo de los diversos recursos de la organización, y la factibilidad técnica de la tecnología en la organización.
3. La tercera línea de investigación puede enfocarse en la extensión de los mecanismos de priorización del modelo P3S-VB aplicando técnicas de programación dinámica, redes neuronales, y tantas otras variaciones del modelamiento matemático. Aunque en esta investigación se plantean ecuaciones para el tratamiento del valor a nivel de proyectos y portafolio; se planteó una función objetivo de maximización del potencial de valor a crear en el portafolio; y, se validó mediante juicio de experto, a nivel cualitativo, la pertinencia y aporte de esta propuesta de maximización. Debe indicarse que una de las conclusiones de la

validación por juicio de expertos fue la debilidad en validez, utilidad y aplicabilidad del algoritmo de priorización propuesto.

4. Una cuarta línea de investigación puede encauzarse en la aplicación del modelo P3S-VB en otros sectores diferentes al de TI, en otras industrias diferentes a la de petróleo y en otros países. Debe observarse que el modelo P3S-VB fue diseñado a nivel general para la selección de los componentes del portafolio orientado a la creación y captura de valor para el inversionista. No obstante, su validación se realizó únicamente con datos de proyectos, portafolios y expertos de TI y su aplicación fue únicamente en la industria del petróleo.

Finalmente, debe afirmarse que la presente investigación amplía la oportunidad para realizar estudios adicionales en la aplicación de la perspectiva de orientación al valor en la dirección de proyectos, dirección y selección del portafolio, diseño de procesos, y gestión de la tecnología.

1.5 Estructura de la tesis

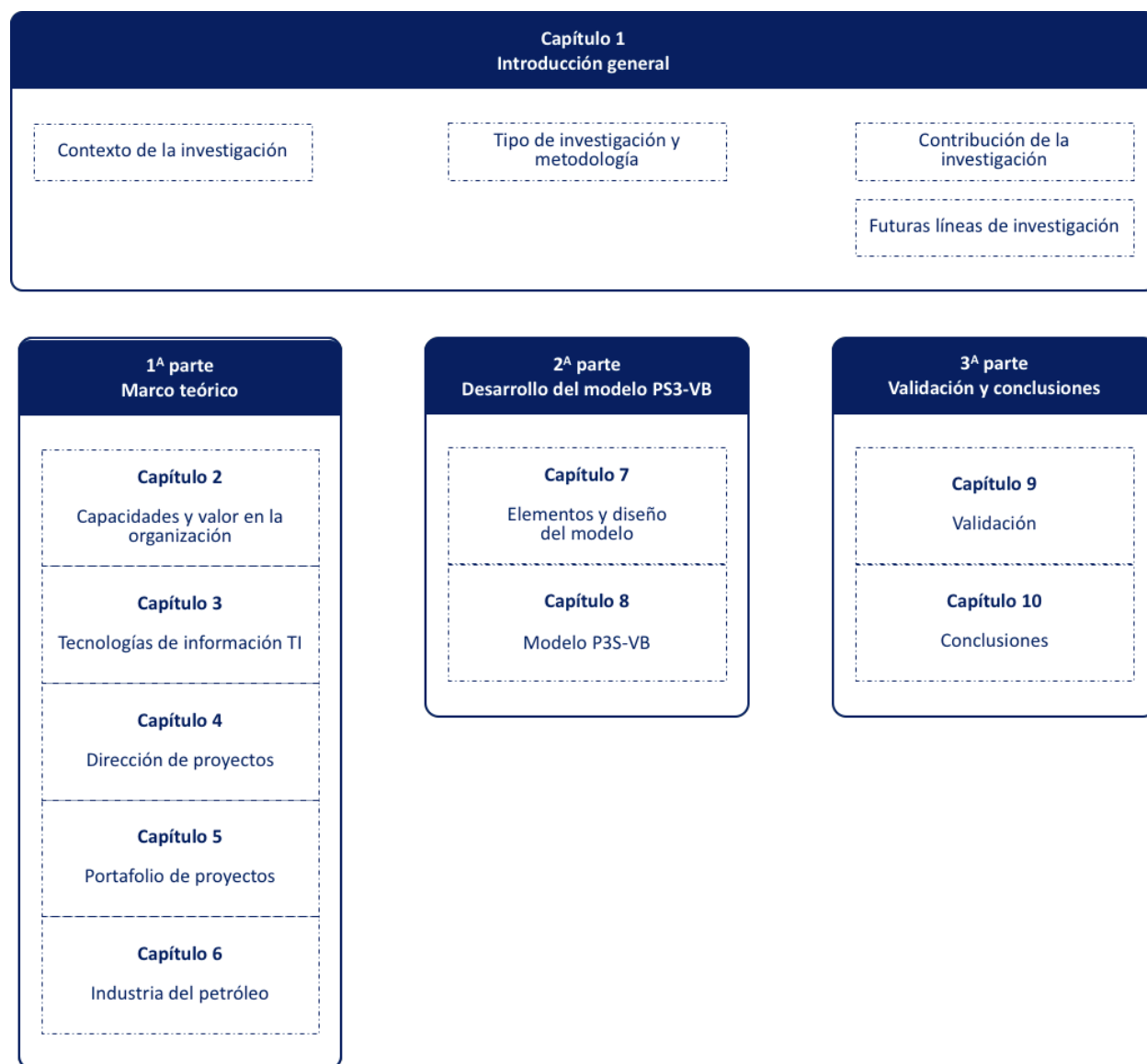
Este documento está compuesto por un amplio prólogo que incluye el resumen de la investigación en español e inglés, seguido de dedicatoria, agradecimientos, tablas de contenido, lista de figuras, tablas y ecuaciones, y un glosario con los abreviaturas y términos ampliamente usados, así como aquellos introducidos por el autor en esta investigación. El prólogo es seguido por diez (10) capítulos, tal y como se representan en la Figura 1-8. El primero o de introducción general y los otros (9) agrupados en las tres (3) partes, correspondientes a cada una de las etapas de investigación.

El capítulo 1, introducción general, documenta el contexto, tipo y metodología de investigación. Seguido por la contribución de este estudio a la disciplina de proyectos y la propuesta de futuras líneas de investigación.

La primera parte de este documento tiene como propósito registrar la revisión de la literatura existente y relacionada con la fundamentación que el autor realizó como base teórica de esta tesis. Las disciplinas y conocimientos desarrollados en cada caso corresponden al alcance descubierto por el investigador para sustentar y asentar los elementos y características que soportan el diseño del modelo P3S-VB; todas ellas consignadas en los capítulos 2 al 6. El capítulo 2 desarrolla lo relativo a capacidades y valor en la organización. El capítulo 3 se refiere a las tecnologías de información con enfoque en la generación de beneficios, a partir de los impactos en las capacidades

tecnológicas y organizacionales. El capítulo 4 incluye lo pertinente a la dirección de proyectos desde la perspectiva de valor. El capítulo 5 establece lo concerniente a la dirección del portafolio de TI, dando especial énfasis a las fases en la selección de los proyectos y a los factores que impactan el incremento de valor de las TI. Por último, en el capítulo 6, se hace referencia a la industria del petróleo, estipulando lo esencial y asociado a la rentabilidad y sostenibilidad, y como desde las TI se aporta a dichos propósitos.

Figura 1-8. Estructura de la tesis.



Fuente: Elaboración propia.

La segunda parte tiene como fin el desarrollo del modelo P3S-VB. El capítulo 7 centra la información relacionada con los elementos y diseño del modelo. El capítulo 8 el modelo P3S-VB, constructos, principios, procesos y herramientas. En este capítulo 8 se incluyen los conceptos y fundamentación de los constructos definidos como del nivel apropiado en la incorporación de las capacidades, el valor y la tecnología, ALoCI, ALoVI, y ALoTI.

La tercera parte del documento detalla en el capítulo 9 lo realizado en las fases de aplicación y validación del modelo P3S-VB, así como la evaluación de las hipótesis, los resultados de las preguntas de investigación y la verificación del cumplimiento de los objetivos de este trabajo doctoral. Por último, el capítulo 10 registra todas las conclusiones y hallazgos del investigador, en el desarrollo del trabajo doctoral y en el diseño del modelo P3S-VB. Así mismo, se consignan los aprendizajes en esta experiencia conectando, en la disciplina de dirección de proyectos y a través de la orientación al valor, la investigación científica basada en DSR-IS, el entorno empresarial e industrial y la experiencia práctica del autor.

PARTE I

MARCO TEÓRICO

En esta primera parte se presenta la revisión de la literatura realizada para la fundamentación de la base teórica de esta tesis. Las áreas de conocimiento, y alcance desarrollado en cada caso, corresponden a lo requerido por el investigador para el diseño del modelo *P3S-VB*, los constructos, procesos, principios fundamentales y herramientas propuestos. Adicionalmente, este marco teórico tiene como propósito atender el alcance del objetivo específico O1:

O1. Establecer la base que fundamentará el marco teórico sobre el cual se validarán las hipótesis y probarán los conceptos que esta investigación propone, a través de la revisión del conocimiento científico en torno a las siguientes disciplinas y enmarcado en la industria de producción de petróleo: a) capacidades técnicas; b) dirección de portafolio de proyectos; c) proyectos de tecnologías de información; d) valor en proyectos y; e) industria de hidrocarburos.

El marco teórico se fundamentó en un estudio bibliográfico e interpretativo de literatura científica. Esta investigación con alcance descriptivo y exploratorio se desarrolló alrededor de la creación y captura de valor, en el contexto de las disciplinas registradas en los capítulos 2 al 6. Capítulo 2, capacidades organizacionales y técnicas, al igual que los beneficios y valor en la organización. Capítulo 3, tecnologías de información. Capítulo 4, dirección de proyectos. Capítulo 5, portafolio de proyectos. Capítulo 6, industria del petróleo.

El capítulo 2, se subdivide en dos secciones principales. La primera sección tiene el propósito de exponer lo pertinente a los conceptos esenciales de las capacidades en la organización. Se exponen las definiciones aplicables desde la teoría de los recursos y capacidades, RBV¹³, la teoría de las capacidades dinámicas, DC¹⁴, y se definen, tanto las capacidades organizacionales como las tecnológicas. Adicionalmente, se expone el aporte estratégico de la incorporación de las capacidades en la materialización de la estrategia y su vínculo con el portafolio. La segunda sección tiene como propósito definir los beneficios y el valor en la organización. Se da énfasis en la creación y captura de valor; en la optimización del uso de los recursos de la empresa, bajo la

¹³ RBV: Resource Base View, es la denominación en la literatura en inglés para la teoría basada en los recursos o teoría de los recursos y capacidades (como se conoce en la literatura en español), propuesta por Wernerfelt (1984) e impulsada entre muchos otros por Grant (1991).

¹⁴ DC: Dynamic capabilities, es el acrónimo utilizado en la literatura en inglés para la teoría de las capacidades dinámicas, la cual es una de las principales corrientes evolucionadas desde la RBV.

perspectiva de la ingeniería de valor; y en la importancia de los indicadores claves de desempeño KPI's, para medir (directa o indirectamente) el impacto de los cambios en las capacidades. La contribución de este capítulo está en la asociación entre capacidades, valor y KPI's.

El capítulo 3 tiene como propósito precisar la relevancia de las tecnologías de información TI, no solo en la gestión operativa, sino como pilar del modelo de negocio en la empresa. Se exponen las características de las TI como capacidades tecnológicas y la clasificación de los diferentes tipos de beneficios como aporte en el desarrollo de las capacidades organizacionales. En ese capítulo se identifican tres importantes conclusiones: (a) en la incorporación de las TI lo importante no es el conjunto de recursos tecnológicos involucrados, sino como esos recursos son aprovechados por los clientes, usuarios y en general por la empresa para crear y capturar valor; (b) existe un conjunto mínimo de características o funcionalidades tecnológicas, a partir de las cuáles, la empresa logra extraer valor de una TI; y (c) no necesariamente incorporar una TI con todas las funcionalidades o en el más alto nivel de desarrollo, crea el máximo valor para la organización.

El capítulo 4 tiene como objetivo los elementos de gestionar en los proyectos, dando énfasis en el incremento de valor para la empresa. El modelo ITO¹⁵ o de entrada – transformación – resultado, contribuye en validar la gestión de los grupos de interés como esencial en la perspectiva de la dirección moderna de proyectos (Kerzner, 2015; Morris, 2013a; Zwikaël & Smyrk, 2011). Adicionalmente, en este capítulo se identifica que existe una diferencia relevante entre los productos o entregables del proyecto de TI y los resultados o propósitos que se esperan o que se pueden obtener del mismo. Los resultados son los efectos deseados y propósitos subyacentes que se requieren materializar, como consecuencia de las capacidades de TI incorporadas por el proyecto (Zwikaël & Smyrk, 2011). De este capítulo se concluye que una perspectiva moderna en la dirección de proyectos de TI debe centrarse en la identificación, formulación, planeación, ejecución y aseguramiento de los resultados que habilitan la generación de los beneficios que crean valor.

El capítulo 5 enfatiza en la creación de valor en la selección del portafolio de proyectos de TI. Se precisa en él que la dirección del portafolio está compuesta por dos etapas con objetivos de valor diferentes, pero interrelacionadas a través de la gestión de los recursos de la empresa. Dichas

¹⁵ ITO. Input Transformation Output, o modelo de entrada – transformación – resultado.

etapas son la selección del portafolio de proyectos y la ejecución del portafolio. Se conceptualiza la selección del portafolio como un proceso iterativo y complejo. El cual se puede gestionar a través las siguientes tres fases: (a) alineación organizacional, (b) alineación del desarrollo tecnológico, y (c) selección de los proyectos y balanceo del portafolio.

El capítulo 6 tiene como alcance presentar la industria del petróleo, su relevancia como fuente energética, estratégica y económica. Se exponen los factores a través de los cuáles se crea valor económico en los diferentes segmentos de su cadena productiva y sus principales capacidades organizacionales. Se documentan las características y composición de este sector económico en Colombia, indicando la relevancia económica, tanto como los retos que tienen las empresas para lograr rentabilidad y sostenibilidad. También se explican las razones por las cuáles las TI son herramientas esenciales en la exploración, desarrollo y producción de petróleo, al igual que en la gestión de las operaciones técnicas y financieras del negocio.

Finalmente, después del capítulo 6, se registra en un último componente del marco teórico, las conclusiones. En esa sección el investigador documenta los aspectos relevantes del trabajo adelantado en la investigación exploratoria y de marco teórico. Asimismo, identifica las siguientes cuatro hipótesis complementarias.

2

CAPACIDADES Y VALOR EN LA ORGANIZACIÓN

Este capítulo tiene como propósito definir la interacción entre las capacidades tecnológicas, la creación de ventajas competitivas, la materialización de la estrategia en las organizaciones, la generación de beneficios y la creación de valor en la empresa. De tal forma que, para lograr mayor claridad de estos conceptos y evitar complejidad en su entendimiento, se desarrollarán dos subcapítulos. El primero con foco en las capacidades organizacionales. Y el segundo se dedicará a los beneficios y valor en la organización. Al final del capítulo, se presenta resumen y aplicabilidad de estos conceptos en el alcance de esta investigación

2.1 Capacidades organizacionales

Las capacidades organizacionales se entienden en un preliminar alcance como aquellas habilidades que tiene la empresa para explotar y combinar los recursos que le permiten cumplir sus objetivos. A su vez, los recursos pueden comprenderse como aquellos activos que la empresa posee y controla (Amit & Schoemaker, 1993; Nelson & Winter, 1982; Prahalad & Hamel, 1990).

El presente subcapítulo se desarrollará en cuatro secciones como sigue. En la primera sección, el marco de referencia desde la óptica de las teorías de recursos y capacidades RBV¹⁶, dando énfasis a las características de los recursos, rutinas organizacionales y capacidades. La segunda sección tendrá como propósito el impacto de las capacidades en la organización; y, se describirán las características que deben reunir las capacidades para ser fuentes potenciales de creación ventajas competitivas y generación de valor. En la tercera sección se definirán las capacidades tecnológicas, su interrelación con las demás capacidades organizacionales, y la relevancia de la teoría de las capacidades dinámicas DC¹⁷. La cuarta sección tratará de la incorporación de capacidades en el marco del cierre de brechas entre las capacidades existentes y las requeridas por la empresa para atender las necesidades del mercado y su situación de futuro.

¹⁶ RBV: Resource Base View, es la denominación en la literatura en inglés para la teoría basada en los recursos o teoría de los recursos y capacidades (como se conoce en la literatura en español), propuesta por Wernerfelt (1984) e impulsada entre muchos otros por Grant (1991).

¹⁷ DC: Dynamic capabilities, es el acrónimo utilizado en la literatura en inglés para la teoría de las capacidades dinámicas, la cual es una de las principales corrientes evolucionadas desde la RBV.

2.1.1 Recursos y capacidades en la organización

Los recursos, en el contexto de la empresa, son definidos por la empresa la Real Academia Española RAE como aquellos elementos de los que se dispone o se accede y se utilizan para “...resolver una necesidad...” o “para conseguir lo que se pretende...”. En otros términos, la función de la compañía se fundamenta en la disponibilidad o acceso a recursos, y el uso que le da a los mismos. Los recursos en esta perspectiva pueden ser naturales, económicos, humanos, técnicos o de conocimiento.

La palabra capacidad viene del latín *capacitas*, *capacitatis*, que significa la cualidad de lo capaz de algo, que en latín es *capax*, *capacis* (adjetivo derivado del verbo *capere*, tomar, recoger). Por lo tanto, capacidad se entiende como aquello que tiene fuerte tendencia a recoger o asumir tareas o funciones considerables, debido a su predisposición o habilidad para lo que contiene. Por ejemplo, la capacidad de la organización sobre un recurso representa la habilidad que tiene la empresa para identificar, transformar y desarrollar productos a partir de ese recurso o en la combinación con otros recursos o con otras capacidades.

A finales de la década de los ochenta e inicios de los noventa, el análisis estratégico de las organizaciones se focalizó en los aspectos internos de la empresa. Esa perspectiva se consideró como eje de una ventaja competitiva dependiente, en menor medida, de su posición en el mercado y más del aprovechamiento de sus recursos y capacidades. El análisis de la empresa, desde este punto de vista, surgió de la teoría de la firma desarrollada por Penrose (1959). Esta teoría fue complementada posteriormente, entre otros, por Wernerfelt (1984), Prahalad & Hamel (1990), Grant (1991) y Teece, Pisano & Shuen (1997). Ello se transformó en las teorías de recursos y capacidades RBV, y de capacidades dinámicas DC.

La RBV indica que un requisito para que la organización alcance retornos superiores, de manera sostenible, es controlando recursos que no estén disponibles para las demás empresas y logrando una combinación de estos en términos de capacidades (Barney, 1991). Es decir, los recursos de la organización deben transformarse en capacidades. De acuerdo con lo anterior, el uso de los recursos debe permitirle a la empresa llevar a cabo las acciones y objetivos específicos alineados con su estrategia.

La estrategia, desde la perspectiva de la RBV, es el acople que la empresa realiza entre sus recursos internos y capacidades, y la respuesta a las oportunidades y riesgos del entorno externo

de la compañía (Grant, 1991). En otras palabras y en línea con Rivard, Raymond & Verreault (2006) y Spanos & Lioukas (2001), la estrategia en la empresa se sustenta en:

1. Los recursos propios y en los que controla.
2. El desarrollo de capacidades para lograr el máximo potencial de dichos recursos
3. La creación de ventajas que le den mayor competitividad y le permitan aventajar a sus competidores y ser diferenciable en el mercado.
4. La gestión del entorno externo, aprovechando las oportunidades, y mitigando o evitando los riesgos de los sectores económicos y sociales de los cual se abastece, produce y comercializa.

Con arreglo a la teoría RBV, las capacidades permitirán retornos superiores y sostenibles siempre y cuando sean:

1. Específicas a la compañía.
2. Valoradas por los clientes.
3. No sustituibles.
4. Dificiles de imitar o exclusivas de la empresa.

Por otra parte, la teoría evolutiva del cambio económico de Nelson & Winter (1982) describen el concepto de capacidad organizacional distintiva. Esa teoría define esa clase de capacidad como aquella que está basada en rutinas, es propia de la compañía, y dependiente de su experiencia o trayectoria. Adicionalmente, explican que las rutinas que soportan las capacidades distintivas deben ser:

1. Únicas.
2. Dificiles de obtener en el mercado o copiar.
3. Desarrolladas en la empresa a través del aprendizaje continuo.

En síntesis, las organizaciones son diferentes entre sí, en función de los recursos y capacidades que poseen y el uso que le dan en un momento determinado. Asimismo, porque dichos recursos y capacidades no están disponibles para todas las empresas en las mismas condiciones (Penrose, 1959).

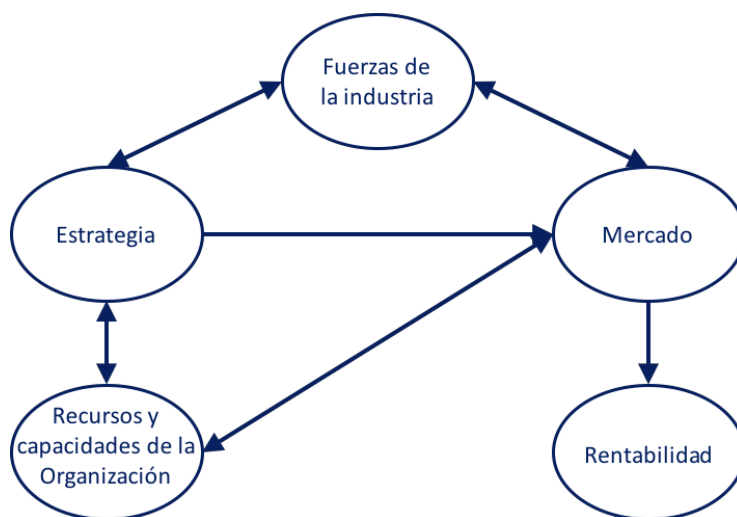
Las teorías de recursos y capacidades de Wernerfelt (1984) y de capacidades dinámicas de Teece *et al.* (1997) explican las diferencias de rentabilidad entre organizaciones. Además, esas teorías permiten comprender como las empresas pueden lograr, a través de una estrategia basada

en el desarrollo de capacidades, las ventajas competitivas para ser rentables, exitosas y sostenibles a lo largo del tiempo (Barney, 1991).

De acuerdo con el anterior contexto y en armonía con la visión de la empresa de Rivard *et al.* (2006) y Spanos & Lioukas (2001), se pueden observar en la Figura 2-1 las interrelaciones entre recursos, capacidades, estrategia y empresa. De esa ilustración, se concluye lo siguiente:

1. Los recursos y capacidades de la organización fundamentan las oportunidades. Por lo tanto, establecen los pilares de la estrategia definida por la empresa.
2. Las fuerzas de la industria o entorno externo (que incluyen las barreras de entrada, poder sobre proveedores, compradores, intensidad de la competencia, sustitutos, etc.) afectan la posición de la empresa y la estrategia. De tal forma que estimulan el desarrollo de capacidades sobre los recursos existentes o sobre nuevos a los que se accedan. Con ello apalancan el desarrollo de productos y servicios que respondan a las necesidades actuales o potenciales del mercado.

Figura 2-1. Interrelación entre los recursos y capacidades, estrategia y empresa.



Fuente: Adaptado de Spanos & Lioukas (2001, p. 913).

3. Las capacidades de la organización, el aprovechamiento de sus recursos y la ejecución de la estrategia, impactan el mercado con productos y servicios. Lo cuales, al estar soportados en factores competitivos, con relación a sus competidores, y diferenciados para los consumidores, proveen rentabilidad y sostenibilidad para la compañía en el tiempo.

Recursos

Una empresa puede verse como una agrupación de recursos productivos dispuestos entre los diversos actores, en un cierto periodo de tiempo y armonizados a través de decisiones administrativas, con el propósito de crear valor para el mercado, sus grupos de interés y necesariamente rentabilidad para los accionistas (Penrose, 1959).

Penrose (1959) y Wernerfelt (1984), por citar algunos autores en el estudio de las ciencias económicas, la administración y la estrategia, han delimitado como recursos básicos a los factores productivos, tierra, capital y trabajo. Sin embargo, como se representa en la Figura 2-2 la clasificación de los recursos es más amplia. Por cuanto, cada uno de esos factores básicos pueden subdividirse en un sinnúmero de recursos adicionales, incluyendo en esta heterogeneidad el espectro asociado a los intangibles.

De acuerdo con la Figura 2-2, los recursos pueden clasificarse en (Barney, 1991; Nelson & Winter, 1982):

Figura 2-2. Tipo y clasificación de los recursos en la empresa.



Fuente: Elaboración propia.

- **Físicos:** Tecnología física, planta y equipo, localización geográfica, acceso a materia prima, infraestructura, construcciones y otros factores que afectan el costo de producción.
- **Financieros:** Fuentes para financiar las inversiones, creados internamente por la compañía o adquiridos de externos; tales como el patrimonio aportado como capital por los propietarios y los obtenidos de terceros en forma de créditos.

- Capital humano: Las personas que ejecutan las actividades para la compañía, sus competencias y conocimientos, entre otros.
- Capital organizacional: Incluye la estructura organizacional, líneas de autoridad, planeación formal e informal, control, estilos de dirección y de toma de decisiones.

De acuerdo con Nonaka & Takeuchi (1995) y en línea con la Figura 2-2, los activos en la empresa se clasifican también entre tangibles e intangibles. Los activos intangibles son los de mayor impacto al integrarse en las capacidades organizacionales.

Debe anotarse que no todas las empresas identifican y valoran completamente los activos intangibles en la contabilidad. En algunas organizaciones, las inversiones en intangibles tradicionalmente se registran como gastos, aunque las mismas generen alto impacto en los resultados de la empresa en el largo plazo. Por ejemplo, las erogaciones en investigación y desarrollo “I+D”, desarrollo del recurso humano, desarrollo e incorporación de TI y software, entre otros.

La empresa o firma, en palabras de Penrose (1959), es más que una unidad administrativa. Esto en razón a que las actividades que realiza son distinguidas por su relación con el uso de los recursos, como factores productivos, para lograr la producción y venta de bienes y servicios. En este punto adquiere relevancia el impacto de los intangibles en la organización, dado que, aunque los recursos se pueden comprar, arrendar o producir para su propio uso, son las personas que, al darles un fin y aplicabilidad, hacen más efectiva una parte o el todo de los objetivos de la compañía en la creación de valor económico.

Es importante resaltar que los recursos, para contribuir con el desarrollo de ventajas competitivas a la empresa (Barney, 1991; Grant, 1991; Reichert & Zawislak, 2014; Teece *et al.*, 1997), deben tener ser:

1. Valiosos: en el entendimiento que explotan las oportunidades y neutralizan las amenazas del entorno.
2. Raros: poco comunes en el sector e industria en la que produce y comercializa la empresa.
3. Insustituibles: es decir que las posibilidades de lograr todo su potencial deben estar asociadas a la compañía específica en la cual se encuentra.
4. Inimitables: deben ser difíciles de replicar, de acuerdo con características únicas que estos posean.

Lo anterior necesariamente implica que:

1. Todos los recursos, al interior de la organización, no necesariamente tienen el mismo potencial para crear ventajas competitivas.
2. La diferenciación con relación a los competidores y para los clientes, deberá establecerse a partir de los recursos que reúnan las características antes enunciadas.

Rutinas

Las organizaciones se consideran entidades heterogéneas, caracterizadas por ser únicas y estar basadas en el conocimiento para ser sostenibles. Las organizaciones pueden comprenderse como una jerarquía de rutinas que se ejecutan. Esta perspectiva, basada en la teoría o modelo evolutivo del cambio económico de Nelson & Winter (1982), adicionalmente enfatiza en:

1. Las rutinas como habilidades organizacionales básicas o de orden inferior.
2. La forma como estas habilidades se coordinan.
3. Los procedimientos de decisión de alto nivel, que en últimas son lo que toman decisión sobre lo que debe hacerse en los niveles inferiores.

Una rutina hace referencia, en palabras de Winter (2008, p. 45), a “...un comportamiento aprendido, repetitivo o cuasi repetitivo, fundado en parte en el conocimiento tácito...”. Donde las rutinas de bajo nivel, en la jerarquía, caracterizan el rendimiento de elementos particulares de las rutinas de nivel superior (Nelson, 1991). De acuerdo con esto, las rutinas organizacionales se caracterizan por:

1. Ser estructuras jerárquicas y anidadas.
2. Estar compuestas por acciones secuenciales, estrechamente coordinadas sin necesidad de una dirección especial o comunicación verbal.
3. Tener relación con la innovación.

De acuerdo con Nelson & Winter (1982) las rutinas “...juegan el mismo papel que los genes en la teoría evolutiva biológica...” (p. 14). Estas incluyen características de las organizaciones que van desde rutinas técnicas, dedicadas a la producción, procesos de gestión del capital humano; hasta definiciones asociadas a la inversión, investigación y desarrollo, o estrategias de negocios y diversificación de las inversiones en otras compañías.

En consecuencia, algunas de las capacidades de la organización se desarrollan y sostienen a partir de rutinas internas, mediante el aprendizaje como factor determinante (Hodgson, 1998). Esto, para que la empresa ejecute sus actividades productivas y logre sus objetivos. Por ello, en el proceso de desarrollo de capacidades, la interacción entre rutina e innovación es esencial.

Capacidades

Las capacidades, también denominadas competencias por autores como Prahalad & Hamel (1990), son el conjunto de conocimientos, habilidades e incluso tecnologías que resultan del aprendizaje en equipo al interior de la organización. Las competencias apalancadas en rutinas, tienen como propósito explotar y combinar los recursos para el cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Una capacidad difiere de un activo o recurso. Esto en razón a que la capacidad no puede ser adquirida directamente en el mercado, debe ser desarrollada. Las capacidades son el resultado de un conjunto específico de actividades que, como advierte Prahalad & Hamel (1990), son exclusivos de la empresa (Dierickx & Cool, 1989; Winter, 2000).

Las capacidades organizacionales pueden describirse como aquellas entidades que representan una forma colectiva de solucionar problemas y, porque (Helfat & Peteraf, 2003; Helfat & Winter, 2011; Hodgson, 1998; Schreyögg & Kliesch-Eberl, 2007):

- Crecen en el tiempo mediante procesos de aprendizaje.
- Contienen componentes dinámicos e intrínsecos.
- Representan una forma superior y distintiva de combinar y asignar recursos.

En otras palabras, una capacidad organizacional es una rutina de alto nivel. La cual, en conjunto con el proceso de asignación y combinación de los recursos ofrece, a la estrategia de la organización, alternativas de decisión para lograr objetivos y propósitos de un determinado tipo (Winter, 2000).

Las capacidades pueden diferenciarse entre aquellas que son esenciales para el resultado de la organización y de su estrategia, de aquellas otras competencias que pueden ser auxiliares en la operación de la empresa (Prahalad & Hamel, 1990). Son capacidades esenciales "...aquellas que surgen del aprendizaje colectivo de la organización, especialmente las relativas a la coordinación de diversas técnicas de producción e integración de las diversas tecnologías" (Prahalad & Hamel, 1990, p. 82).

2.1.2 Impacto de las capacidades en la organización

La Figura 2-3 enseña que la interrelación entre recursos y capacidades, a través de rutinas, hacen posible la incorporación y desarrollo de las capacidades esenciales. Con lo cual, se apalanca la materialización de las ventajas competitivas.

En contraposición, si llegase a dificultarse el acceso a los recursos, o si no se desarrollan las capacidades esenciales requeridas, no será viable el establecimiento de una ventaja competitiva. Es decir, la posición de la empresa en el mercado, su rentabilidad y sostenibilidad estarían comprometidas.

Figura 2-3. Impacto de los recursos y capacidades en la creación de valor.



Fuente: Elaboración propia.

Las capacidades esenciales, de acuerdo con Amit & Schoemaker (1993), Helfat & Winter (2011), Prahalad & Hamel (1990), Schreyögg & Kliesch-Eberl (2007) y Winter (2008), deben:

1. Crear y entregar valor.
2. Crear diferenciación.
3. Crear sostenibilidad.

Las capacidades en la entrega de valor

Las capacidades que contribuyen en el desarrollo de ventajas sostenibles son las que resuelven problemas complejos de manera efectiva. Es decir, las empresas capaces son aquellas que resuelven situaciones desafiantes y extraordinarias eficientemente, logrando sobrevivir. Con ello, generan valor para los accionistas, clientes y demás grupos de interés (Levinthal, 2000).

La percepción de complejidad tiene que ver con las características de los problemas que enfrenta la empresa, así como con el tipo de decisiones que debe tomar bajo situaciones de incertidumbre (Dosi, Hobday, & Marengo, 2000). Es así como, la empresa en la solución de problemas complejos, para la creación y entrega de valor, requiere de:

1. La incorporación y desarrollo de habilidades “sofisticadas”, con un amplio rango de capacidad de absorción (Levinthal, 2000).
2. La generación de complejas combinaciones de raciocinio y acciones habituales que permitan ubicar los recursos necesarios y combinarlos de una manera efectiva (Dosi et al., 2000).

Las capacidades como fuentes de diferenciación

Las capacidades están vinculadas a la acción y el desempeño. En otras palabras, cuando en comparación con otras empresas menos capaces, la capacidad le permita a la organización obtener soluciones efectivas y reconocidas de manera exitosa, se afirmará que la capacidad se ha desarrollado y es fuente de diferenciación (Schreyögg & Kliesch-Eberl, 2007).

Dominar con éxito una sola situación problemática no implica que la organización posea ya una capacidad para solucionar dicho problema. Se requiere la existencia de patrones permanentes y recurrentes de acción, es decir, rutinas (Nelson & Winter, 1982; Winter, 2000).

Las capacidades en la sostenibilidad de la organización

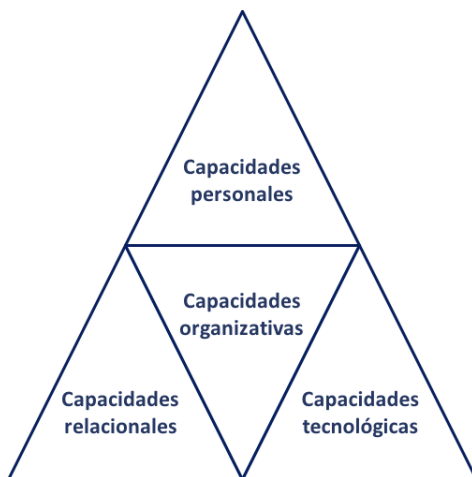
Una capacidad será sostenible en la medida que funcione de manera confiable frente a diversas situaciones problemáticas y sea reproducible en diferentes momentos del tiempo (Helfat & Peteraf, 2009; Helfat & Peteraf, 2003). Es así como, las capacidades formadas a través de exitosas respuestas a retos históricos y específicos, crearán particulares tipos de configuración, fundamentales para la solución de problemas (Schreyögg & Kliesch-Eberl, 2007).

2.1.3 Capacidades tecnológicas

Las capacidades pueden identificarse con cada una de las áreas funcionales de la empresa, tanto como con los procesos y elementos trasversales de la cadena de valor del negocio. Asimismo, las capacidades esenciales pueden observarse a nivel de la empresa y aún para un área funcional en particular (Prahalad & Hamel, 1990). Todo ello, dependiendo de los recursos que sean afectados.

La Figura 2-4 ilustra que una capacidad esencial de negocio está compuesta por la interacción entre las capacidades tecnológicas, las personales, las relacionales y las organizativas (Morcillo & Bueno, 1993).

Figura 2-4. Composición de las capacidades esenciales.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen las capacidades esenciales:

- Capacidades tecnológicas: incluyen el componente tecnológico, tanto como los elementos del conocimiento y la experiencia de la organización.
- Capacidades personales: están relacionadas con las actitudes, aptitudes y competencias de las personas en la empresa.
- Capacidades organizativas: son propias de los procesos de la organización.
- Capacidades relacionales: representan el modo como la organización se relaciona con el entorno.

Por otra parte, Bell & Pavitt (1995) indican las capacidades relevantes para el crecimiento y desempeño de las compañías, son las tecnológicas. Estas ayudan a elevar la productividad y rentabilidad de las organizaciones. También influyen en el modo como operan los mercados y las empresas. En consecuencia, las capacidades técnicas crean nuevos retos y oportunidades, y se constituyen en impulsoras del crecimiento organizacional.

Las capacidades tecnológicas emergieron del trabajo desarrollado por Westphal, Dahlman & Kim (1985). Ellos las definieron como "...la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento

tecnológico...” (p. 5). De acuerdo con esta definición, la capacidad tecnológica se basa en el uso que se da al conocimiento y no exclusivamente al hecho de poseerlo. Es decir, en la habilidad que tiene la organización para utilizar el conocimiento en la producción, inversión e innovación.

El desarrollo de las capacidades técnicas está ligado a procesos de aprendizaje tecnológico. En los cuáles, los individuos adquieren conocimientos y habilidades técnicas para el aprovechamiento en la organización (Bell, 1984). El estudio de las capacidades tecnológicas, como componente de las capacidades esenciales, se enmarca en la teoría de las capacidades dinámicas DC, tanto como en el análisis de las capacidades de absorción AC, y de las capacidades de innovación IC.

Capacidades dinámicas

Las capacidades dinámicas, DC, pueden entenderse como la habilidad de la empresa para integrar, construir y reconfigurar competencias internas y externas que le permitan abordar rápidamente los cambios del entorno. Es así que, las capacidades dinámicas reflejan la habilidad de la compañía para lograr nuevas e innovadoras formas de ventaja competitiva dada la posición en el mercado y necesidades que plantea el futuro (Leonard-Barton, 1995).

Es importante resaltar que el término "dinámico" tiene que ver con la habilidad para renovar las competencias, a fin de lograr congruencia con los cambios que exigen las fuerzas del mercado y el entorno externo. Asimismo, cuando el tiempo y la oportunidad de salida al mercado sean críticos; cuando la tasa de cambio tecnológico sea acelerada; o cuando la naturaleza de la competencia futura o el comportamiento del mercado sean difíciles de determinar.

Por su parte, el término "capacidades" hace referencia al papel clave de la gestión estratégica en la adaptación apropiada, integración y reconfiguración interna y externa de las habilidades organizacionales, los recursos y las competencias funcionales. Todo lo anterior, para satisfacer las necesidades de un entorno cambiante (Killen *et al.*, 2012; Petit, 2012; Teece, 2007, 2009).

Las DC son las fuentes y métodos de creación y captura de valor de las empresas que operan en entornos de rápido cambio. Ante cambios exigentes del entorno, esas organizaciones están forzadas a ajustar su estrategia, y en esa medida la incorporación y optimización de sus capacidades tecnológicas.

Las fuerzas de la industria, en los sectores que dependen de alta tecnología, exigen de las empresas la demostración de capacidades de respuesta oportunas, rápidas y flexibles. Al igual que,

habilidades de gestión efectivas en la coordinación y re-distribución de las competencias tecnológicas internas y externas (Teece, 2007, 2009). Ejemplo de esto es la industria de producción de petróleo. En la cual, las capacidades tecnológicas impactan directamente la probabilidad de éxito en el hallazgo de yacimientos de hidrocarburos, tanto como en los costos de perforación y producción del crudo.

Capacidades de absorción

Las capacidades de absorción, AC, propuestas por Cohen & Levinthal (1990) son definidas como las habilidades de la organización para reconocer e identificar nueva información externa. Así como, para asimilar, aplicar y explotar el conocimiento disponible en el entorno para crear valor. El desarrollo de estas capacidades depende del conocimiento previo de la compañía, y de las competencias para reconocer el conocimiento útil y generar uno nuevo.

Las AC son componentes críticos de las capacidades de innovación, y son elementos claves de las capacidades tecnológicas (Cohen & Levinthal, 1990). En línea con esto y de acuerdo con Kim (1997), las AC son aquellas competencias para aprender y habilidades para resolver problemas.

Las AC tienen tres dimensiones. Las cuáles están asociadas con: (a) la identificación; (b) la asimilación; y (c) la explotación del nuevo conocimiento. Estas dimensiones son dependientes del conocimiento previo adquirido por la organización, así como del proceso de acumulación y gestión del mismo. Es por ello que, Easterby-Smith *et al.* (2008) afirman que las AC están situadas entre las DC, el aprendizaje organizacional, y la gestión del conocimiento.

Capacidades de innovación

Las capacidades de innovación, IC, son el resultado de la combinación de ideas existentes, capacidades, habilidades, y recursos, entre otros factores, para el desarrollo de un nuevo conocimiento, y su puesta en el mercado. Por ello, se identifican como IC a las habilidades que los diferentes actores en la organización, desarrollan para alcanzar nuevas relaciones entre los recursos y capacidades existentes, internos a la empresa y de su entorno (Fagerberg, 2004).

En línea con lo anterior, Fagerberg (2004) indica que en cuanto mayor sea la variedad de competencias, ideas y recursos dentro de una organización, mayor será el alcance para nuevas combinaciones entre ellas. Esto es, nuevas innovaciones, más complejas y sofisticadas. Por lo

tanto, un espectro más amplio para el desarrollo, incorporación y optimización de las capacidades tecnológicas requeridas por la empresa para ser competitiva.

2.1.4 Incorporación de capacidades

En la RBV la estrategia tiene que ver con el diseño de maniobras para explotar las fortalezas y extraer valor de los recursos. Así mismo, la estrategia tiene como objetivo identificar las inversiones requeridas para mantener, desarrollar, incorporar y extender los recursos y capacidades requeridos por la empresa para alcanzar sostenibilidad en el largo plazo (Chung *et al.*, 2016; Helfat & Winter, 2011; López-Cabarcos, Göttling-Oliveira-Monteiro, & Vázquez-Rodríguez, 2015; Maniak *et al.*, 2014; Teece *et al.*, 1997; Winter, 2008).

De acuerdo con las teorías RBV y DC se requiere que el desarrollo de nuevas capacidades este enmarcado en la gestión estratégica de la compañía (Teece *et al.*, 1997; Wernerfelt, 1984). En línea con esto, si la gestión sobre los recursos escasos es la raíz de los ingresos y utilidades económicas de la organización, se puede decir que son fundamentales estratégicos lo relacionado con:

1. La incorporación de capacidades.
2. La gestión del conocimiento y experiencia.
3. El aprendizaje organizacional.

Estas consideraciones estratégicas son la base de análisis sobre la cual se estructura el estado futuro al que debe llegar la organización, para lograr sus ventajas competitivas y materializar su estrategia. Es así como, la determinación de las capacidades de la organización debe ser menos desde la perspectiva del presente de la compañía, y más desde una declaración de las capacidades requeridas incorporar para el futuro de la empresa.

Es fundamental desde la gestión estratégica de la compañía, que se armonice la explotación de las capacidades actuales, con el desarrollo de nuevas, o la optimización y modificación de capacidades existentes, para lograr la ventaja futura (Grant, 2010; Teece *et al.*, 1997). La estrategia, de acuerdo con lo anterior, es lograr que lo ejecutado por la organización se dirija hacia los límites de las capacidades de la compañía. Pretendiendo con ello, no sólo alcanzar eficiencia de las capacidades requeridas en el presente, sino el desarrollo de las capacidades requeridas para enfrentar los retos del futuro.

Por otra parte, debe observarse que el proceso de incorporación de una capacidad puede ser iniciado por un hecho específico, pero esta no se constituirá hasta que un conjunto de prácticas confiables haya tomado forma a lo largo del tiempo. De acuerdo con ello, una capacidad es un concepto propio y particular de la historia de la organización, e implica la integración de la experiencia del pasado para la solución de los problemas del presente y orientar las decisiones de los problemas futuros.

La incorporación de una capacidad requiere tiempo e interacciones sociales de diversa naturaleza, frecuencia, intensidad y duración (Winter, 2008). La naturaleza histórica de una capacidad organizacional indica que, el tiempo es la dimensión básica en su construcción.

2.2 Beneficios y valor en la organización

Aristóteles indica que el término valor puede observarse desde siete diferentes perspectivas: Económica, Moral, Estética, Social, Política, Religiosa y Judicial (Cha & O'Connor, 2005). Lo anterior lleva a concluir que la definición de valor no es única, sino que depende del punto de vista y contexto desde donde se observa, tanto como de quien la observa.

El valor puede interpretarse como una fuerza que gobierna nuestro comportamiento o como una propiedad permanente de los bienes y servicios (Iyer, 2009; Parkin & Esquivel, 2010; Stewart, 2010). Con estas primeras nociones se puede decir que, el valor se centra en la gente, las partes interesadas o grupos de interés, y en los bienes o servicios que ellos desean. En consecuencia, puede afirmarse que el valor de los bienes y servicios está sujeto tanto a las necesidades, como a la percepción que realizan las personas.

Las partes interesadas, involucrados, o grupos de interés son "...las personas y organizaciones tales como clientes, patrocinadores, la organización ejecutante y el público que está involucrado activamente en el proyecto, o cuyos intereses pueden verse afectados positiva o negativamente por la ejecución o terminación del proyecto..." (PMI, 2017a, p. 30), o las "...personas o grupos, quienes están interesados en el rendimiento y/o el éxito del proyecto, o quienes se ven limitados por el proyecto..." (IPMA, 2006, p. 42), o "...cualquier individuo, grupo u organización que puede afectar, ser afectado por, o se percibe a sí mismo afectados por una iniciativa de programa, proyecto, actividad, riesgo..." (OGC, 2009, p. 313).

La Real Academia de la Lengua Española RAE presenta al menos trece (13) definiciones para valor, entre ellas “...grado de utilidad o aptitud de las cosas para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite...”, “...cualidad de las cosas, en virtud de la cual se da por poseerlas cierta suma de dinero o equivalente...”, “...fuerza, actividad, eficacia o virtud de las cosas para producir sus efectos...”, “...cualidad que poseen algunas realidades, consideradas bienes, por lo cual son estimables...”.

De acuerdo con esas definiciones puede decirse que, el valor en la organización corresponde con el grado de utilidad y retribución que se obtiene del conjunto de elementos, capacidades, competencias, recursos tangibles, intangibles y humanos que integran o constituyen la empresa.

El grado de utilidad y retribución que permite la generación de valor, está constituido por los beneficios. Según la RAE, se definen los beneficios como “...utilidad...” y como “...bien que se hace o se recibe...”, es decir el beneficio es la utilidad que agrega un elemento, cosa, capacidad, bien o servicio al utilizarse. En otras palabras, el beneficio de una capacidad tecnológica lo constituye el grado en el cual es atendida la expectativa o necesidad que le dio origen.

A continuación, en las siguientes cuatro secciones se desarrollan con mayor profundidad los conceptos de valor y beneficios en la organización. En la primera se realiza la definición de valor desde la óptica de la teoría económica, la ingeniería de valor y, el estándar europeo para gestión de valor. La segunda sección centra su propósito en definir los beneficios y su relación con la estrategia, metas y objetivos. La tercera sección se enfoca en la generación de beneficios desde el uso de los cambios incorporados en las capacidades técnicas y organizacionales. Y, la cuarta sección presenta las características relevantes e inherentes a la generación y captura de valor.

2.2.1 Valor

El término valor tiene diversos significados según la relación entre quienes intervienen, tanto como de otras alternativas que puedan tener dichos actores económicos respecto de un bien o servicio objeto de valoración. Bowman & Ambrosini (2010), Cha & O'Connor (2005) y Stewart (2010), indican que el valor económico puede ser de cuatro tipos:

1. Valor de uso. Son las propiedades de un elemento. Es aquello que permite realizar el bien o servicio para el cual fue creado. Dichas propiedades proveen utilidad y representan la relación entre costo y función (SAVE, 2007). Este tipo de valor puede interpretarse como la calidad

específica percibida por los usuarios. Se puede advertir que el valor de uso es subjetivo y relativo al individuo que utiliza dichos bienes o servicios.

2. Valor estimado. Es el valor subjetivo que un cliente atribuye a la satisfacción por el uso o posesión de un bien o servicio (Cha & O'Connor, 2005).
3. Valor de cambio. Es la cantidad de recursos transados (monetarios y no monetarios) cuando tiene lugar el intercambio de un bien o servicio, entre un agente económico “vendedor” y otro u otros agentes económicos “compradores”. Es decir, en el entorno comercial de la empresa, el valor de cambio corresponde con el precio por el cual un bien o servicio se comercializará en un mercado determinado (Lepak, Smith, & Taylor, 2007).
4. Valor de mercado. Es una estimación racional e imparcial del precio potencial de un bien o servicio, teniendo en cuenta factores como (Stewart, 2010): costo monetario de adquisición o producción; costo monetario del proyecto; relación entre oferta y demanda; incertidumbre asociada a su adquisición, producción, utilización y compra; y utilidad real.

Lo anterior, permite concluir que el valor de mercado incluye las otras tres clasificaciones. Adicionalmente, en el valor de mercado se consideran los efectos desde la macro y microeconomía (Parkin & Esquivel, 2010; Stewart, 2010). Por consiguiente, puede decirse que al mejorar el valor de mercado de un bien o servicio, se estará mejorando desde las diferentes perspectivas de su valor económico.

Al respecto conviene decir que, según el agente económico presente en el intercambio se hablará de uno u otro tipo de valor. Por ejemplo, si el agente económico es el comprador, éste evaluará según el valor estimado y de uso del bien o servicio; y, de acuerdo con ello, definirá el valor de cambio por el cual estará dispuesto a adquirirlo. A su vez, el vendedor fijará el valor de cambio del bien y servicio, según su estimación y casi siempre de acuerdo con el valor del mercado. Si la transacción se llega a realizar, se intercambiarán los recursos (monetarios y no monetarios) del comprador por los bienes y servicios del vendedor. Todo ello de conformidad con el valor de cambio que acuerden los dos agentes de manera directa o indirecta¹⁸ (Lepak *et al.*, 2007).

¹⁸ Se refiere a un acuerdo indirecto cuando el valor de cambio es producto de las fuerzas del mercado, entre otros de la oferta y la demanda.

Características del valor en un bien y servicio

La utilidad de un bien y servicio es importante al considerar el valor de uso, y al definir el valor de cambio para acceder a ellos. La utilidad puede considerarse como una medida del grado de satisfacción al hacer uso del bien o del servicio, y está estrechamente relacionada con el grado de mejora obtenido. Por lo tanto, con los beneficios.

Los recursos que el comprador puede asignar para adquirir o acceder a la funcionalidad y utilidad de los bienes o servicios, tienen un costo o valor económico (Stewart, 2010). Es así como, dichos recursos tendrán un valor estimado, un valor de mercado y un valor de uso asociados a los propósitos en los cuáles su dueño los emplea. En el mismo tenor, debe decirse que el propietario de dichos recursos (inversionista, comprador o cliente) fijará un valor de cambio por los mismos, según las alternativas actuales o futuras que tenga para maximizar la utilidad o uso que con ellos pueda lograr. Esto indica que los beneficios que se agregan con el uso de los bienes y servicios producidos o adquiridos, representan un incremento del valor económico (monetario o no monetario) de los recursos que se asignan para tal propósito.

Las características, según Fallen (1971), citado por Iyer (2009), a través de las cuáles se percibe y reconoce valor en la utilidad de un bien o servicio son:

1. La utilidad, aplicación o servicios que presta.
2. La conveniencia del bien o servicio.
3. La capacidad para atender el uso o aplicación requerida.
4. La oportunidad y pertinencia para satisfacer una necesidad.
5. La idoneidad para el fin requerido.
6. La adaptación a la necesidad.

El valor que una parte interesada está dispuesta a reconocer o pagar por un bien o servicio, está relacionado con su importancia, calidad y utilidad (Iyer, 2009). De acuerdo con esa perspectiva puede afirmarse que el valor implica que la parte interesada intercambia un recurso (valor de cambio) para acceder a la utilidad que encuentra y le otorga un bien o servicio. Lo anterior, siempre y cuando dicha utilidad satisfaga sus expectativas y necesidades, es decir le genere un beneficio.

En consecuencia, en la incorporación de bienes y servicios se creará valor en la medida que la utilidad asociada al uso, sea mayor al costo de los recursos utilizados en su desarrollo.

Ingeniería de valor

El termino valor de acuerdo con la metodología de “ingeniería de valor”, establecida por Lawrence Miles en 1947 (Elias, 1998; Stewart, 2010), representa la relación entre función - resultado (utilidad) y costo (recursos asignados), tal y como se puede observar en la Ecuación 2-1. El propósito de esta metodología es maximizar el valor. Ello, a través del análisis de las funciones y resultados generados (Stewart, 2010), y con la optimización del costo de los recursos empleados o asignados (SAVE, 2007).

Ecuación 2-1. Definición de la ingeniería de valor, según Lawrence Miles.

$$Valor \propto \frac{Función\ o\ utilidad}{Costo\ de\ los\ recursos}$$

Fuente: Adaptado de Stewart (2010, p. 30).

La Ecuación 2-1 permite concluir que:

1. El valor siempre incrementará en la medida que se disminuyan los costos requeridos para entregar las mismas funcionalidades, resultados y utilidad.
2. El valor incrementará mediante la entrega de funcionalidades o utilidades adicionales, con el mismo costo de los recursos. Este aspecto está directamente asociado con la disponibilidad para pagar o reconocer el mayor valor creado, por parte de los grupos de interés que lo usan. Lo anterior expone tres condiciones:
 - i. Las nuevas funcionalidades deben proveer utilidad para al menos un grupo de interés.
 - ii. Las nuevas funcionalidades incorporadas deben ser usadas por uno o más grupos de interés.
 - iii. Los grupos de interés que usen las funcionalidades adicionales deben estar en la disposición de entregar un valor de cambio adicional por el acceso a las mismas.
3. El valor se logra con la maximización de la utilidad que se pueda extraer al usar un bien o servicio, con el mínimo consumo de recursos o al mínimo costo.

Estándar para la gestión de valor EN-1325-1

El estándar europeo para la gestión de valor EN-1325-1, ilustrado en la Ecuación 2-2, define éste como: la relación entre la atención de las diferentes necesidades, a nivel de capacidades, cambios y resultados que requiere la organización; y, el uso de los recursos necesarios para satisfacer dichos

requerimientos (CEN, 2000; OGC, 2010, 2011a). De ahí que, cuanto menor sea la cantidad de recursos utilizados, o mayor sea la satisfacción, mayor será el valor creado (SAVE, 2007).

Ecuación 2-2. Definición de valor, según estándar EN-1325-1.

$$Valor \propto \frac{Satisfacción\ de\ necesidades\ (beneficios)_{(monetarios\ y\ no\ monetarios)}}{Uso\ de\ Recursos\ (inversión)_{(tangibles\ y\ no\ tangibles)}}$$

Fuente: Adaptado de CEN (2000, p. 12) y OGC (2010, p. 5).

En síntesis, el término valor implica buscar el equilibrio entre una serie de variables, percepciones y valoraciones en conflicto (Venkataraman & Pinto, 2008). Tomar decisiones para que la organización logre optimizar el uso de sus recursos (Kodukula, 2014; OGC, 2010). Y, maximizar los resultados positivos, medibles, para contribuir en la materialización de las metas que apalancan el logro de los objetivos organizacionales y estratégicos (Bradley, 2012; Ward & Daniel, 2012; Zwikaël & Smyrk, 2011).

2.2.2 Beneficios

El logro de los objetivos y metas por parte de la organización normalmente ocurre a través de cambios positivos impulsados desde la estrategia (Johnson, Scholes, & Whittington, 2002; Mintzberg, 1978; Porter, 1991). Estos cambios o mejoras en la empresa, como se ha mencionado, son los beneficios (Bradley, 2012).

Los beneficios están directamente relacionados con aumentos en el valor de la compañía (Jenner, 2014). Este incremento de valor, no solo debe evaluarse desde la perspectiva de los accionistas, sino también, desde los clientes, proveedores, e incluso desde la sociedad como otra parte interesada (OGC, 2010; Zwikaël & Smyrk, 2011). En otras palabras, el resultado de un cambio es generador de beneficios, en la medida que el mismo entregue utilidad para una o alguna de las partes impactadas (Bradley, 2012).

El beneficio debe proveer algún tipo de ventaja, la cual no se obtendría si no se incorpora el cambio que le da origen (Letavec, 2014). En consecuencia, la evaluación de los beneficios implica el conocimiento y gestión, tanto de las características de la ventaja entregada, del cambio incorporado, como de quien lo valora.

Al afirmar que las partes interesadas, en los impactos de un cambio incorporado, sean quienes identifiquen y evalúen los beneficios de los mismos, involucra: conocer su percepción; necesidades; intereses; y, expectativas actuales y futuras sobre los cambios que se pretenden incorporar. Del mismo modo, es requerido identificar el conjunto de escenarios en los cuáles, los resultados de un cambio pueden corresponder con utilidad para algunos de los interesados, pero en paralelo pueden implicar perjuicio para otros (Letavec, 2014).

Por otra parte, el *Standard for Program Management* define beneficio como “...un resultado de acciones, comportamientos, productos o servicios que proporcionan utilidad a la organización patrocinadora, así como a los beneficiarios previstos del programa...” (PMI, 2017c, p. 165). En *Management of Portfolios* se dice que un beneficio es “...la mejora medible, consecuencia de un resultado percibido como una ventaja por uno o más grupos de interés...” (OGC, 2011a, p. 129). A su vez, en *Managing benefits - Optimizing the return from investments* se afirma que el beneficio es “...la mejora medible proveniente de un cambio, que es percibida como positiva por una o más partes interesadas, y que contribuye a los objetivos organizacionales (incluyendo los estratégicos)...” (Jenner, 2014, p. 243).

De las anteriores definiciones, debe decirse que en los beneficios:

1. Debe distinguirse entre los productos, resultados e impactos generados (Zwikaël & Smyrk, 2011).
2. Existen resultados percibidos como negativos, catalogados como perjuicios o *disbenefits*¹⁹ (Letavec, 2014; OGC, 2009).
3. Desde el punto de vista de los interesados, un resultado puede percibirse como beneficio para unos, y perjuicio para otros (Bradley, 2012; Jenner, 2014).
4. Los beneficios pueden ser tangibles e intangibles (Jenner, 2014; Serra, 2016).
5. Algunos beneficios pueden definirse en términos monetarios y otros no (Jenner, 2014; Serra, 2016).
6. Si las iniciativas de cambio y resultados no son eficaces, o si se entregan tarde, existe el riesgo que sean rechazadas. En cuyo caso se afecta la generación de beneficios y la entrega de valor (Ward & Daniel, 2012).

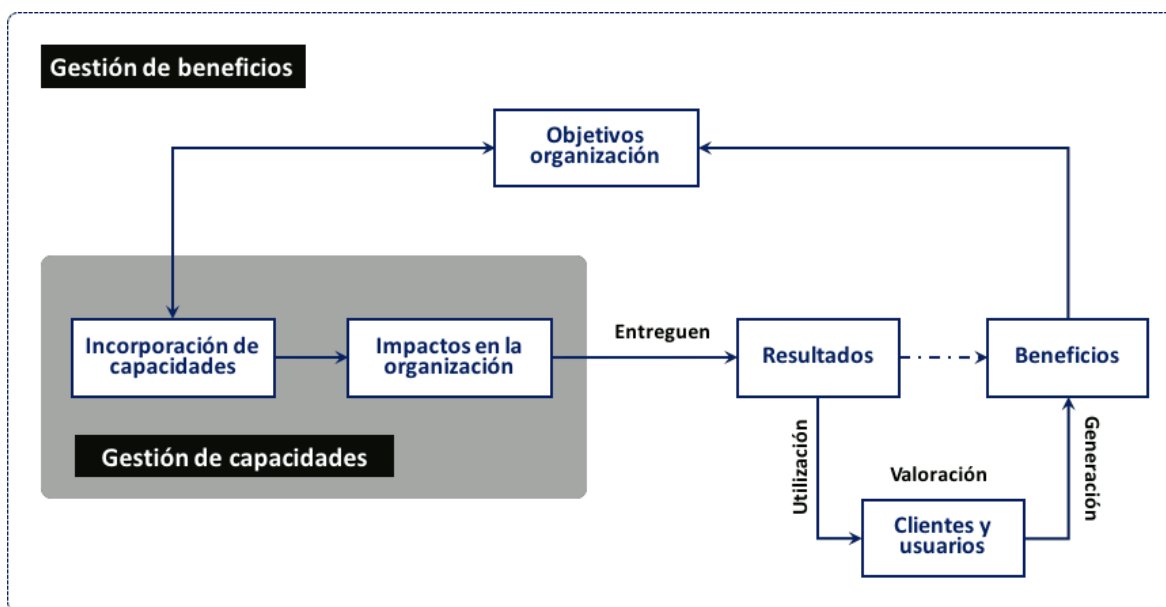
¹⁹ *Disbenefits*, denominación en lengua inglesa de los beneficios negativos.

2.2.3 Beneficios y capacidades organizacionales

El desarrollo o modificación de productos o servicios provee acciones, comportamientos, efectos o resultados para la empresa y sus partes interesadas. La introducción o transformación de dichos productos, corresponde con la incorporación o ajuste de capacidades organizacionales (Munns & Bjeirmi, 1996; Teece, 2016).

La Figura 2-5 exhibe que la incorporación de capacidades debe proveer impactos y resultados para la empresa. Dichos resultados al ser utilizados por clientes, usuarios y otras partes interesadas, generan los beneficios (Ashurst, Doherty, & Peppard, 2008; Bradley, 2012; Malagón-Barinas, 2014; Soh & Markus, 1995; Ward & Daniel, 2012; Zwikael & Smyrk, 2011). En consecuencia, los beneficios no surgen autónomamente (Ashurst *et al.*, 2008).

Figura 2-5. Generación de beneficios.



Fuente: Elaboración propia.

Se ilustra en la Figura 2-5 que:

1. La incorporación o modificación de capacidades debe ser responsable por el desarrollo de productos capaces de generar cambios (PMI, 2017a).
2. La gestión de beneficios, en armonía con Ashurst (2011), Peppard, Ward & Daniel (2007) y Ward & Daniel (2006), aporta:
 - i. En la identificación de los impactos requeridos por las capacidades a desarrollar.

- ii. En la alineación de los impactos a incorporar con los objetivos organizacionales.
- iii. Al controlar que los productos incorporados, entreguen resultados.
- iv. En el aseguramiento de los resultados, para que generen beneficios a través de la utilización que le dan clientes, usuarios y otros interesados.

Adicionalmente, y con arreglo a lo expuesto por Bradley (2012), Serra (2016) y Ward & Daniel (2012), debe indicarse que será posible la materialización de los beneficios hasta que:

1. Los procesos de negocio estén apropiadamente ajustados para interactuar con las capacidades incorporadas, y en conjunto entreguen los resultados (Johansen, Eik-Andresen, & Ekambaram, 2014; Lin, 2007; Morcillo, 1997).
2. Los clientes y usuarios estén debidamente entrenados. Es decir, cuando las capacidades personales, que sean requeridas, estén aseguradas y sean sostenibles (Peppard *et al.*, 2007; Ward & Daniel, 2012).
3. Los productos desarrollados se encuentren estabilizados. En otras palabras, cuando los cambios incorporados estén satisfactoriamente embebidos y operando en la empresa, como nuevas o modificadas capacidades organizacionales (Letavec, 2014; Zwikael & Smyrk, 2011).

2.2.4 Características relevantes de los beneficios

Con alcance a la presente investigación, es necesario realizar una breve descripción de las características relevantes y propias de los beneficios. A continuación, se presentan las principales.

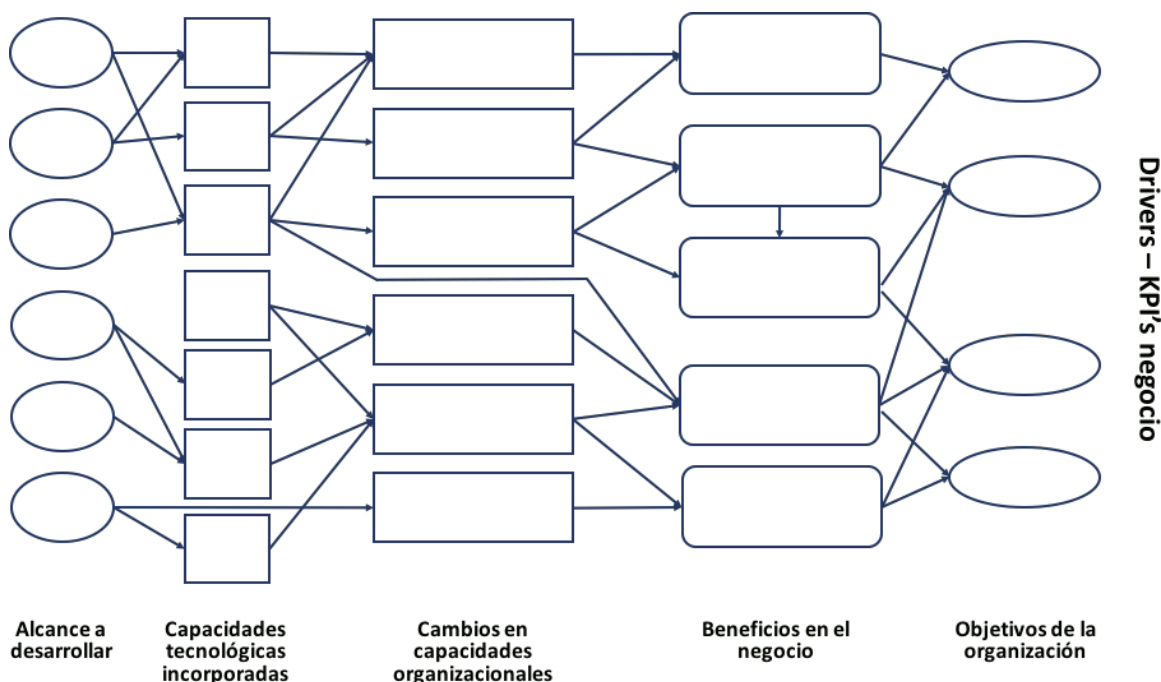
Beneficios intermedios y finales

El beneficio final de un impacto incorporado, depende del logro de uno o más beneficios intermedios (Letavec, 2014). Es decir, y de acuerdo con lo expuesto en la Figura 2-6, existe una cadena de beneficios intermedios que permiten llegar a uno mayor.

Por ejemplo, en el proceso de producción de petróleo, un proyecto de TI puede entregar como resultado la disminución del tiempo de indisponibilidad del pozo productor (un beneficio intermedio). Lo cual, da como resultado que la cantidad de barriles de petróleo que se extraigan sean mayores (el beneficio final). Consecuencia del beneficio final, será la contribución de esta capacidad en el logro de los objetivos de la empresa al incrementar los ingresos (objetivo organizacional).

Es importante notar en la Figura 2-6 que existe una red de dependencias entre los beneficios intermedios y finales. Esta técnica de análisis y mapeo se conoce como “*Benefits Dependency Network – BDN*²⁰” y fue desarrollada por la Universidad de *Cranfield* (Ward & Daniel, 2012). Existen algunas variantes de la *BDN*, tales como “*Benefits Dependency Map - BDM*” de Bradley (2006) y “*The Benefits Logic Map*” citada por Jenner (2014).

Figura 2-6. Red de dependencias de los beneficios.



Fuente: Adaptado de Ward & Daniel (2012).

La interrelación entre beneficios intermedios y finales permite comprender que:

1. Existe una cadena de eventos, con origen en los cambios incorporados por las capacidades organizacionales (tecnológicas en el caso expuesto en la Figura 2-6), y hasta la generación de impactos positivos sobre los indicadores de valor del negocio.
2. Los cambios introducidos por las capacidades tecnológicas se integran a las capacidades organizacionales.
3. Existe un conjunto de beneficios intermedios en diferentes niveles. Los cuáles se integran para contribuir en la generación de los beneficios finales, y, en el logro de los objetivos de la empresa.

²⁰ BDN, Business Dependency Network.

4. En algunos casos estos beneficios intermedios no conducen automáticamente a los beneficios finales. Por lo tanto, para lograr conectarlos es requerido que otros cambios sean incorporados, que se ajusten procesos en la organización, o que se desarrollen competencias en las personas.

Desventajas o perjuicios

En complemento a los impactos positivos que proveen los resultados asociados a los cambios, es también cierto que se tienen resultados con impacto negativo para uno o más de los grupos de interés (Ward & Daniel, 2012). Los perjuicios o desventajas se definen como “...la mejora medible proveniente de un cambio, que es percibida como negativa por una o más partes interesadas...” (Jenner, 2014, p. 245).

Un mismo resultado puede ser percibido como positivo (beneficio) para uno o más de los grupos de interés, y, simultáneamente percibirse negativo para otro o más de los grupos de interés. En consecuencia, debe observarse que asociado a cualquier cambio es probable que se tengan perjuicios, como parte de la propia naturaleza de lo que se incorpora (Bradley, 2012).

Por ejemplo, en el caso expuesto anteriormente puede suceder que como consecuencia de disminuir la indisponibilidad del pozo de petróleo, dicho impacto sea percibido como positivo por el área financiera, en razón a los mayores barriles producidos (beneficio). Pero simultáneamente se conciba como un efecto negativo por parte de trabajadores o proveedores encargados de realizar las labores de mantenimiento asociadas a la indisponibilidad. Impactos negativos asociados a la disminución en la prestación de sus servicios, con efecto en sus empleos e ingresos (perjuicio).

Por supuesto, como parte de la gestión de beneficios, debe buscarse minimizar los impactos negativos de estas desventajas propias y naturales de los cambios, al mismo tiempo proporcionar los mecanismos para preparar y/o desarrollar nuevas competencias en los grupos de interés impactados por estos efectos negativos (Letavec, 2014).

Beneficios emergentes

Los beneficios normalmente no logran ser identificados y planeados desde el principio, así que muchos serán emergentes (Ashurst, 2011). Es así como, en la medida que se desarrolla la iniciativa de incorporación de cambios, cuando se generan los resultados, o se hace uso de ellos, otros beneficios no identificados ni planeados surgen.

Los beneficios emergentes cuando se presentan en la implementación, constituyen oportunidades para que la organización mejore, en conjunto, todos los resultados (Letavec, 2014; Ward & Daniel, 2012). Estas oportunidades no deben ser ignoradas, por el contrario, deben valorarse para decidir, si el beneficio a capitalizar de la oportunidad emergente, supera los costos y riesgos relevantes de cambiar los planes en progreso (Ward & Daniel, 2012).

El análisis de beneficios emergentes implica que durante la incorporación de capacidades, debe evaluarse en cada requerimiento de modificación del alcance, los impactos de dicha decisión sobre los beneficios intermedios y finales (OGC, 2009). Así mismo, es requerido valorar la pertinencia de capitalizar las oportunidades que surgen, asociadas a estos beneficios emergentes.

Beneficios tangibles e intangibles

Los beneficios tangibles en el modo más simple representan aquellos impactos que pueden medirse, con lo cual los intangibles son aquellos que tienen alta dificultad para medirse. Ahora bien y de acuerdo con la definición de beneficio de Jenner (2014), que es la de mayor aceptación entre investigadores y académicos, los beneficios deben ser medibles.

La cuantificación de los beneficios intangibles, no es una tarea fácil, sin embargo no es imposible (Hubbard, 2014; Letavec, 2014). Esta labor exige la identificación de mecanismos que permitan evaluar los impactos de los intangibles. Lo anterior, con el fin de establecer mediciones indirectas y así cuantificarlos.

En algunos casos, ciertos beneficios pueden ser en gran medida intangibles y, por consiguiente, difíciles de cuantificar. Empero tales beneficios existen y por ello no deben ser ignorados (Jenner, 2014; Letavec, 2014). Así que, deben desarrollarse los mecanismos para realizar una cuantificación directa o indirecta de estos impactos.

Beneficios medibles, observables y cuantificables

Los beneficios también pueden clasificarse como observables, medibles, cuantificables o financieros (Caldeira *et al.*, 2012; Jenner, 2014).

- Beneficios observables, cuando expertos o grupos de expertos, con base en su experiencia o en lecciones aprendidas y, aplicando criterios para la toma de decisiones, conceptúan sobre en qué medida pueden ser materializados dichos beneficios.

- Beneficios medibles, son aquellos de los que se conocen, o, de los que se pueden implementar mecanismos para realizar su medición e impacto con cierto grado de rigor.
- Beneficios cuantificables, son aquellos de los que es posible identificar y recolectar suficiente información que permita valorar el nivel de mejora que resulta de los impactos implementados.
- Beneficios financieros, son aquellos que se pueden convertir en razones monetarias.

Beneficios Limitados por Tiempo

Algunos beneficios, por su naturaleza, están relativamente relacionados con un periodo específico de tiempo. En estos casos, puede ser necesario que la organización evalúe los plazos de entrega específicos, para no perder la oportunidad de aprovechar un beneficio concreto (Letavec, 2014).

Otro concepto importante notar aquí es que, en algunos casos, la valoración de los beneficios para la organización puede cambiar con el tiempo. Un beneficio catalogado como importante o crítico para la empresa hace seis meses, puede ser relativamente intrascendente un año después (Letavec, 2014).

Por ejemplo, un proyecto de TI puede tener como alcance la incorporación de una tecnología para evaluar un yacimiento petrolero y así tomar la decisión de compra en un proceso licitatorio ante el gobierno de un país. Así que, si la tecnología está disponible y acompaña la toma de decisión, proveerá un beneficio para la empresa. Pero si se incorpora después de la fecha de la toma de decisión, esa TI tendrá un beneficio diferente, probablemente menor y en algunos casos hasta negativo.

2.3 Resumen del capítulo

La teoría de recursos y capacidades en el análisis del entorno competitivo de las organizaciones ha generado una vista diferente en contraposición al análisis de estrategia y competitividad de la escuela de Michael Porter. Esta alternativa de estructuración de la competitividad está sustentada sobre el análisis interno de la empresa y en particular de sus recursos y capacidades. Esto implica que las firmas deban focalizarse en identificar, desarrollar, proteger y desplegar los recursos y capacidades que les permita generar una ventaja competitiva sostenible. Por tanto, ingresos y utilidades superiores en el largo plazo, preocupándose por el comportamiento organizativo y los procesos dinámicos.

Esta perspectiva se focaliza en la heterogeneidad de los recursos, como punto de partida en las diferencias entre las empresas y en la imperfecta movilidad de los recursos. Lo que implica identificar y desarrollar los recursos y capacidades que conducidos por la estrategia sean fuentes de utilidades e ingresos sostenidos.

El análisis de la organización desde este punto de vista involucra cambios en el mercado donde se compite. Por cuanto, la empresa se posicionará en mercados donde el despliegue de sus recursos y capacidades le permitirá lograr competitividad. En vez de dirigirlos a mercados estructuralmente atractivos, pero en el cual sus recursos y capacidades no habiliten la competitividad.

Es relevante diferenciar entre poseer un recurso y utilizar eficaz y eficientemente los servicios o capacidades que este recurso puede prestar, teniendo en cuenta la interdependencia existente con otros recursos y capacidades en la organización. Esto significa que la disponibilidad, el acceso a los recursos, o el desarrollo de la capacidad no sean suficiente, sino que es requerida la gestión adecuada de los mismos, porque en caso contrario sufren erosión.

Un elemento importante para tener en cuenta está dado por los cambios que pueda tener la organización ante el entorno externo. Es así como las capacidades del presente tendrán una brecha con relación a las capacidades requeridas en el futuro. Así que el éxito y sostenibilidad dependerá de la habilidad de la organización para, a través de sus capacidades dinámicas, capitalizar las experiencias y capacidades desarrolladas en el pasado y lograr interconectar el presente con el futuro.

Debe indicarse que, en el alcance de esta investigación, las capacidades tecnológicas son tratadas desde la perspectiva de las DC. Esto es en razón a:

- La naturaleza de los proyectos de tecnología.
- La alta dependencia que la industria del petróleo y gas tiene de la tecnología, para disminuir la incertidumbre de sus inversiones e incrementar la tasa de éxito de los procesos de exploración, perforación y producción de crudos.
- La variabilidad del entorno de este sector de la economía.

Por otra parte, las diferentes perspectivas asociadas a la percepción, evaluación y valoración que los diferentes actores o partes interesadas pueden tener con relación a un hecho, evento, concepto, precepto bien y/o servicio, indican que el termino valor tiene más de un significado, y en consecuencia no puede asociarse exclusivamente a lo económico. Es decir, y de conformidad

con Aristóteles, la definición de valor depende de la perspectiva (económica, moral, estética, social, política, religiosa o judicial) desde donde se observa, tanto como de quien la observa.

El valor de un bien o servicio, desde la perspectiva económica, puede evaluarse según:

- Las propiedades y calidad de los elementos (valor de uso).
- La percepción o grado de satisfacción que se tiene al poseerlos (valor estimado).
- La cantidad de recursos (tangibles o intangibles) transados entre vendedor y comprador (valor de cambio).
- La estimación racional que entre el conjunto de actores (compradores y vendedores) le asignan al bien o servicio (valor de mercado).

Los cambios, mejoras, e impactos positivos que se obtienen del uso de un bien o servicio, representan los beneficios. En otras palabras, las partes interesadas encontraran utilidad, asociada al uso de los cambios incorporados, cuando los mismos les brinden un grado de satisfacción mayor, al que obtienen u obtendrían a partir de los recursos que entregan para acceder dichos impactos.

El valor está presente en todas las evaluaciones (conscientes o inconscientes) realizadas por los grupos de interés. Cuando la parte interesada usa los cambios y encuentra utilidad en ellos, se generan los beneficios y se identifica el valor de uso. Cuando la parte interesada reconoce o entrega recursos para acceder al uso de esos cambios, se identifica el valor de cambio. Y, cuando ese valor de cambio es superior al valor de mercado, se dice que se ha generado y creado valor para quien invirtió en el desarrollo de los mismos.

Es importante reafirmar que los beneficios no surgen autónoma ni espontáneamente. Por lo tanto, la identificación, conocimiento, evaluación y gestión de las partes interesadas, es factor clave en la generación de beneficios y creación de valor. Al igual que la alineación de los cambios y capacidades organizacionales a los objetivos estratégicos y empresariales.

Por último, es relevante tener en consideración que, por lo general, el beneficio final de un cambio depende del logro de uno o más beneficios intermedios. En algunos casos, tanto los beneficios intermedios, como los finales, requerirán de la incorporación de impactos adicionales para alcanzar el uso y aprovechamiento pretendido. Estos últimos cambios incluyen, el ajuste en procesos de la organización, y el desarrollo de competencias y habilidades en las partes interesadas.

3

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN TI

Las tecnologías de información TI son el conjunto de recursos físicos, lógicos y virtuales que se utilizan para capturar, almacenar, comunicar, intercambiar, procesar, analizar, visualizar y usar la información (Bakopoulos, 1985; Reynolds, 2016). Las TI se utilizan, no solo para la captura, tratamiento y uso de la información al interior de la empresa, sino para la interacción de la empresa con otras empresas, y demás grupos de interés.

Es importante precisar que el alcance de las TI, no está sujeto exclusivamente a las capacidades intrínsecas de sus componentes. Sino a lo que la interacción y uso que los mismos pueden hacer para las partes interesadas, empresa y modelo de negocio de la organización.

El alcance de la capacidades, incorporadas a través de las TI, en casos como Amazon, AirBnb, Claro, Google, Netflix, Telefónica, UBER, entre miles o millones de empresas, son el núcleo de su modelo de negocios.

Las TI se integran con las personas y los procesos de la organización para apalancar las capacidades esenciales de negocio. Estas capacidades tecnológicas habilitan a la empresa, no solo en la gestión operativa del negocio, sino que, en muchos casos, representan los pilares del modelo de negocio (Reynolds, 2016). Por ejemplo, en la industria de exploración y producción de hidrocarburos, las TI son fundamentales para modelar, entender y disminuir la incertidumbre asociada a lo que realmente existe y ocurre en el subsuelo (Albrechtsen & Besnard, 2013).

El presente capítulo se desarrollará como sigue. En la primera sección se presenta la clasificación y principales componentes que constituyen una TI. La segunda sección se focaliza en describir por que las TI son capacidades tecnológicas esenciales en la organización. La tercera sección trata de la relevancia de las TI en la empresa, profundizando en las inversiones corporativas en TI, el portafolio y la planeación de TI como herramientas estratégicas, el mapa de ruta para el desarrollo tecnológico de las TI, y, el desempeño y factores críticos de éxito en la incorporación de TI. En la cuarta sección se analizan las TI como fuentes de generación de beneficios y creación de valor. La quinta sección presenta la clasificación de los diferentes tipos de beneficios que se pueden generar con las TI. Por último, en la sexta sección de este capítulo se realiza resumen de los aspectos más relevantes y aplicabilidad de los mismos en esta investigación.

3.1 Clasificación y componentes de las TI

El estudio técnico de las TI se enfoca en el análisis, diseño y uso de las tecnologías utilizadas para el manejo y tratamiento de la información (Reynolds, 2016). Las TI, de acuerdo con Bakopoulos (1985) son:

El conjunto de recursos materiales que se utilizan para el almacenamiento, procesamiento y comunicación de la información, y la manera en la cual estos recursos son organizados, dentro de un sistema, para desarrollar eficientemente el conjunto de tareas asignadas. (Bakopoulos, 1985, p. 20).

En línea con Reynolds (2016), las TI se pueden estar conformadas por alguno o varios de los elementos pertenecientes a los siguientes tres niveles:

1. Físico

- Hardware²¹ de los equipos de cómputo, tanto a nivel de usuario final, puesto de trabajo, teléfonos, computador de escritorio o *desktop* o *laptop*, así como, supercomputadores dedicados en centros especializados de cómputo.
- Redes de comunicaciones, las cuáles conectan dispositivos y personas, tanto a nivel de una misma ubicación física, como con cualquier lugar del planeta o del universo. Se utilizan tecnologías alambradas por medios físicos como fibra óptica, o inalámbricas como sistemas celulares, LTE²², satélite, señales de radio, etc.

2. Lógico

- Software²³, tales como sistemas operativos y aplicaciones. Con estos se procesa, analiza y habilita la información para uso de personas y dispositivos.
- Bases de datos.

3. Virtual

- Las TI permiten a través de soluciones de software virtualizar el hardware, y por lo tanto amplían el espectro de capacidades tecnológicas a desarrollar.

²¹ Hardware, de acuerdo con el diccionario Oxford en español, es el “...conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático” (Diccionario Oxford en Español, 2017).

²² LTE, acrónimo de Long Term Evolution. Es un estándar para comunicaciones inalámbricas de transmisión de datos de alta velocidad para teléfonos móviles y terminales de datos.

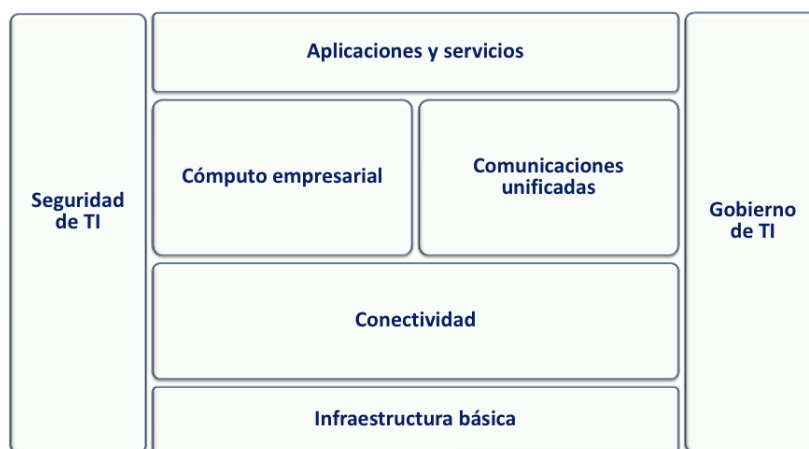
²³ Software, de acuerdo con el diccionario de la RAE, es “conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora” (RAE, 2017).

- Sistemas cognitivos que aprenden del comportamiento de los datos, flujos de información, y se hacen capaces de tomar decisiones autónomamente.

La Figura 3-1 ilustra los componentes típicos de las TI en el marco de la denominada arquitectura tecnológica. Se puede observar que las TI que soportan las capacidades organizacionales, procesos y personas en la empresa, se encuentran estructuradas en tecnologías pertenecientes a las siguientes agrupaciones:

1. Infraestructura básica. En esta agrupación se agregan los sistemas eléctricos que proveen la energía con la cual operan las tecnologías. Igualmente se incluyen centros de cómputo y demás elementos auxiliares para asegurar las condiciones físicas operativas de las TI.

Figura 3-1. Arquitectura tecnologías de información.



Fuente: Elaboración propia.

2. Conectividad. Se incluyen las telecomunicaciones y sus elementos relacionados. Esta agrupación se encarga de transportar la información entre diferentes ubicaciones físicas, y conectar personas, dispositivos y soluciones tecnológicas. Es importante indicar que aquí están incluidos todos los medios y tecnologías de conexión alámbricas e inalámbricas.
3. Comunicaciones unificadas o servicios de colaboración y comunicación. Se agrupan aquí todas las TI asociadas con las comunicaciones de voz, video, mensajería y demás herramientas de colaboración entre personas.
4. Cómputo empresarial. Está conformado por los equipos de computación, como son servidores, equipos de escritorio, portátiles, tabletas, y teléfonos inteligentes; almacenamiento; visualización, incluyendo pantallas, y equipos de proyección en 2D y 3D.

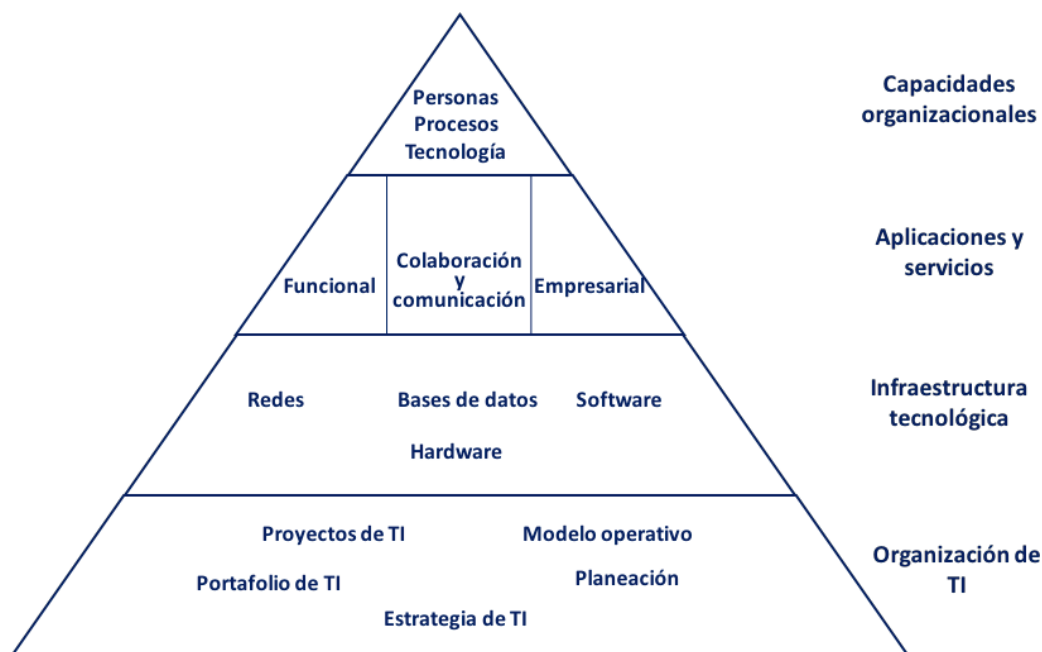
5. Aplicaciones y servicios. Corresponde con el software, tanto corporativo, como especializado. Así mismo, los servicios tecnológicos habilitados sobre las aplicaciones.
6. Seguridad de TI. Integrado por los medios físicos, lógicos y virtuales para asegurar la integridad, confidencialidad y no-repudio de la información y las tecnologías. Se observan en este grupo los programas de antivirus, firewalls, e inspección de datos.
7. Gobierno de TI. Incluye las herramientas de monitoreo y gestión de las TI, así como las políticas y controles para asegurar la continuidad, disponibilidad, entrega de valor y costo de las TI que se planean, incorporan y operan en la empresa.

La Figura 3-2, en complemento a lo arriba explicado, enseña que las TI se clasifican en cuatro niveles, dependiendo del uso, componentes, o de quienes intervienen (Reynolds, 2016).

1. Capacidades organizacionales, habilitadas por la interacción entre las TI, las personas y los procesos.
2. Aplicaciones y servicios, que corresponden con los medios físicos, lógicos y virtuales a través de los cuáles la información es capturada y usada por dispositivos y personas. Este nivel, según el uso o los elementos tecnológicos involucrados, pueden sub-clasificarse en:
 - Empresarial, sistemas informáticos para la captura, administración y gestión de la información asociada al flujo normal de la compañía. En este se incluyen, el tratamiento contable y financiero de la empresa, la relación con proveedores, empleados y clientes, tanto como la gestión de asuntos de ley, inventarios, y demás procesos organizacionales.
 - Funcional, son las aplicaciones o paquetes de software con propósitos específicos. Estas apoyan la operación de los procesos de negocio, incrementan la productividad de las diferentes disciplinas técnicas en la cadena de valor, o habilitan entornos para modelar y resolver problemas técnicos, administrativos o financieros.
 - Servicios de colaboración y comunicación, corresponden con las plataformas técnicas para que las personas se comuniquen, socialicen e intercambien información con otros, a nivel interno y externo a la empresa.
3. Infraestructura tecnológica, corresponde con el hardware, software, bases de datos y redes, en donde se implementan las diferentes aplicaciones y servicios que soportan las capacidades tecnológicas entregadas por las TI.
4. Organización de TI, responsable por la planeación, incorporación, gestión y soporte de la infraestructura tecnológica, aplicaciones y servicios para la empresa. Esta área en la función

organizacional tiene como parte de su responsabilidad traducir las expectativas, necesidades, requerimientos y objetivos estratégicos y organizacionales de la empresa, en capacidades tecnológicas, aplicaciones, servicios, infraestructura y necesariamente esquemas y modelos operativos. Todo esto con el fin de, materializar impactos positivos, que, al ser usados por las personas o dispositivos asociados al modelo de negocio de la empresa, generen y capturen valor.

Figura 3-2. Clasificación de las TI en la empresa.



Fuente: Adaptado de Reynolds (2016, p. 5).

3.2 Las TI como capacidades tecnológicas

Las tecnologías de información como capacidades organizacionales han sido estudiadas desde la teoría de los recursos y capacidades RBV (Barney, 1991; Daniel, Ward, & Franken, 2014; Oh & Pinsonneault, 2007; Ward & Daniel, 2006, 2012). Resultado de estos estudios, se ha encontrado que, desde la RBV se adquiere una mayor capacidad para el análisis de la contribución de las TI a los resultados empresariales y materialización de la estrategia. Asimismo, se ha concluido que las capacidades de las TI como fuentes de creación de valor para la empresa, requieren de la integración e interacción con otras capacidades esenciales de negocio, desarrollo de competencias a nivel de las personas y ajustes u optimización en los procesos organizacionales (Cao & Hoffman, 2011; Grant, 1991; Wang *et al.*, 2012).

Una capacidad tecnológica desarrollada por las TI es reconocida por la organización, cuando moviliza y despliega los recursos asignados para incrementar la agilidad competitiva (Bharadwaj, 2000); cuando desarrolla una fuerza de trabajo altamente calificada; y cuando contribuye en la materialización de los propósitos estratégicos y organizacionales (Clark *et al.*, 1997). Estas capacidades organizacionales apalancadas en las TI, también puede ayudar a difundir una amplia variedad de información, aplicaciones, habilidades y competencias, compromisos y valores, a nivel de todas las partes interesadas de la organización, tanto en su perspectiva interna como en la externa (Byrd & Turner, 2000).

Bharadwaj (2000) definió las capacidades tecnológicas de las TI como “...la capacidad de toda la empresa para aprovechar la tecnología para diferenciarse de la competencia...” (p. 186). Es decir, lo relevante no es el conjunto de recursos tecnológicos involucrados, sino como esos recursos son aprovechados por la empresa para crear valor. De manera que, pierde importancia la evaluación y priorización de los proyectos de TI exclusivamente desde la perspectiva asociada al poder intrínseco de las tecnologías.

Las investigaciones realizadas por Tallon, Kraemer & Gurbaxani (2000) y Tallon (2007) concluyeron que, las empresas en las cuáles las inversiones en capacidades tecnológicas se encontraban más enfocadas en propósitos estratégicos y organizacionales, alcanzaron mayores beneficios de las TI en toda la cadena de valor. O sea que, las inversiones en TI, como capacidades tecnológicas de la organización, deben estructurarse desde el aporte y contribución a los propósitos empresariales, incorporación o apalancamiento de capacidades esenciales de negocio, y, fuentes de creación y captura de valor (Lentz *et al.*, 2002).

Con fundamento en lo anterior, se puede decir que las TI son capacidades tecnológicas que deben identificarse, seleccionarse, planearse, ejecutarse y gestionarse como herramientas estratégicas, palancas de las ventajas competitivas de la empresa, y fuentes de generación de valor y contribución al desempeño organizacional (Aral & Weill, 2007; Kearns & Lederer, 2004; Kearns & Sabherwal, 2006).

3.3 Tecnologías de información en la organización

Las TI permiten a las organizaciones alcanzar mayores niveles de eficiencia y control de las operaciones de negocio (Bharadwaj, 2000; Saraf, Langdon, & Gosain, 2007). Las TI proveen

velocidad en la identificación y respuesta a cambios en el entorno y mercado. Y las TI habilitan las herramientas para el desarrollo e innovación de nuevos productos y servicios que apalancan el propósito de cualquier negocio (Bratvold, Bickel, & Lohne, 2009; Chen *et al.*, 2015; Lin, 2007; Mesrar & Marghoubi, 2016).

3.3.1 Inversiones en TI

Las empresas invierten en TI, no solo para asegurar la operación de la organización, sino que al combinarla con procesos y modelos de negocio innovadores habilitan capacidades distintivas en la empresa (Chen *et al.*, 2015), lo que llega a constituirse en ventajas competitivas (Kaplan, 2005; McAfee & Brynjolfsson, 2008). Así mismo, las inversiones en TI tienen un impacto significativo en la calidad de los servicios, soluciones y desempeño de las organizaciones (tanto a nivel interno como externo), incrementan la productividad de los procesos de negocio y de los recursos involucrados, y son una fuente de optimización de costos (Maizlish & Handler, 2005).

Los gastos en TI, OPEX²⁴ y CAPEX²⁵, en muchas empresas representan una parte importante de sus inversiones anuales. La Figura 3-3 ilustra que el gasto mundial en tecnologías de información, a marzo de 2017, se estimó en 3.460 billones de dólares (Lovelock *et al.*, 2017).

Las empresas, como lo refiere el informe *Worldwide IT Spending Forecast* desarrollado por la consultora *Gartner* (Lovelock *et al.*, 2017), gastan entre el 1% y 7% del total de sus ingresos para la incorporación y/o modificación de las TI. Este gasto, es generalmente alto (entre el 5% y 7%) para empresas altamente soportadas en TI, tales como los servicios financieros, profesionales y telecomunicaciones (Lovelock *et al.*, 2017). Adicionalmente se observa que estas inversiones como porcentaje de los ingresos, es igualmente más alto en empresas pequeñas (promedio del 6.9%) que en grandes corporaciones (3.2%) (Lovelock *et al.*, 2017; Reynolds, 2016).

En el caso de la industria de energía, a la cual pertenecen las empresas de hidrocarburos, el informe *IT Key Metrics Data 2016* (Hall *et al.*, 2015), indica que en el año 2015:

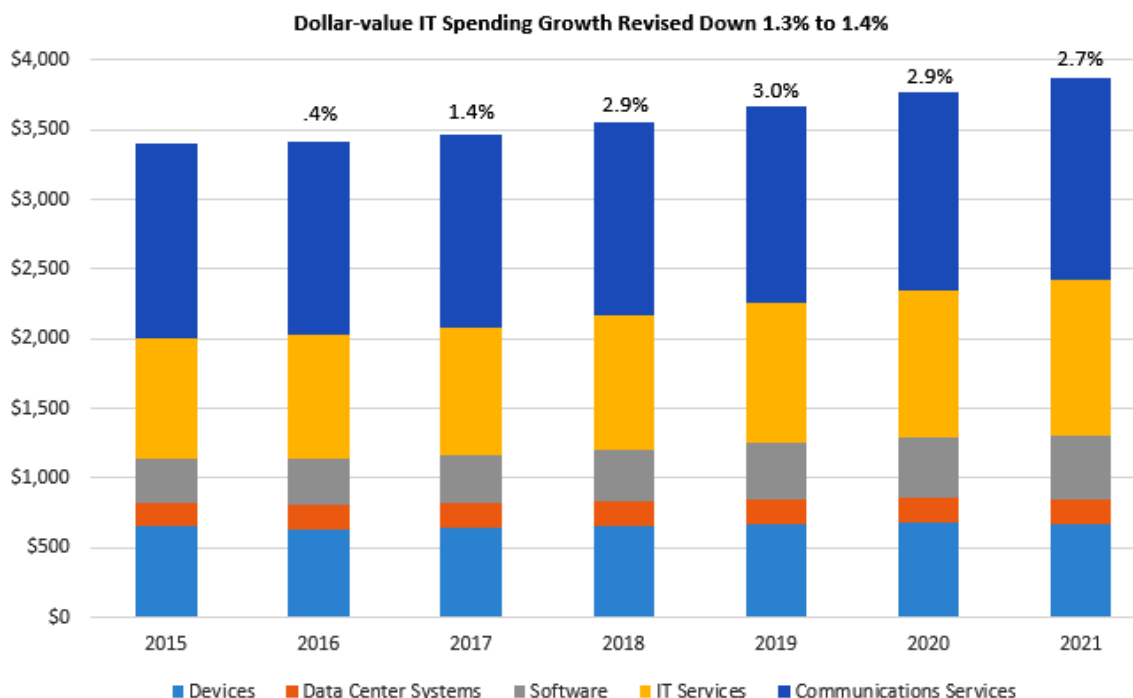
1. El gasto en TI como porcentaje de los ingresos fue en promedio 1.1%. Es decir, las empresas del sector energía, invirtieron entre 13 y 130 millones de dólares en TI en el año 2015.

²⁴ OPEX: Operating Expense, son los gastos de funcionamiento operativos, u operacionales requeridos para el funcionamiento de las TI.

²⁵ CAPEX: Capital Expense, son las inversiones en bienes de capital.

2. El gasto en TI como porcentaje del total de los gastos operacionales fue en promedio 1.5%.
3. El gasto en TI por empleado fue de 19.704 dólares. Es decir, un 19,15% mayor al año 2.014 (16.537 dólares por empleado).

Figura 3-3. Gasto mundial en tecnologías de información.



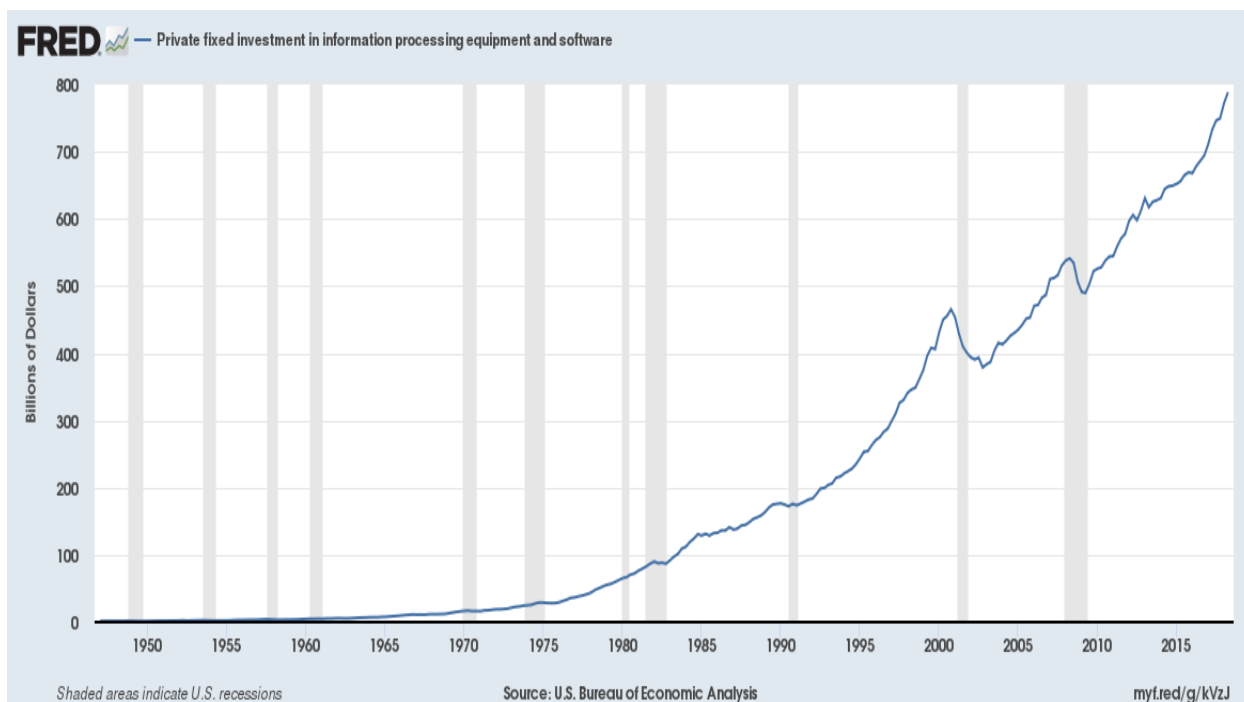
Fuente: Tomado de *Gartner Worldwide IT Spending Forecast* (Lovelock et al., 2017).

En la Figura 3-4 se presenta el comportamiento de las inversiones corporativas (Estados Unidos) en TI, entre los años 1.950 a 2017. Se observa que las inversiones en estas capacidades crecieron entre el 4.1 % y el 10,6% promedio anual. En la década de los años 1.990 – 2.000, las inversiones ascendieron de 181 a 496 billones de dólares, un 10,6% de crecimiento promedio anual. Del año 2.002, después de la crisis financiera de inicio de siglo, y hasta el año 2.008 cuando inicio de la crisis financiera de los *subprime* en Estados Unidos, se elevaron las inversiones de 411 a 565 billones de dólares, una tasa promedio de crecimiento anual del 5,6%. Y del año 2.009 a diciembre del 2.016, estas inversiones han aumentado de 502 a 667 billones de dólares, un 4.1% promedio anual.

Tallon *et al.* (2000) indican que la importancia de estas inversiones en TI a nivel de las empresas, están asociadas a los siguientes dos objetivos:

1. Incrementar y optimizar la eficacia operativa. La cual se asocia con la perspectiva interna de la empresa. Los beneficios que estas mejoras generan pueden ser capturados por el incremento en el desempeño de la empresa.

Figura 3-4. Inversiones en TI en Estados Unidos.



Fuente: Recuperado de <https://fred.stlouisfed.org/series/A679RC1Q027SBEA>, agosto 20, 2018.

2. Fortalecer la posición estratégica de la empresa. Se asocia con la perspectiva externa. Estas influencias pueden definirse como oportunidades de crecimiento a nivel de empresa en el mercado en el que compite. Asimismo, en el desarrollo de nuevos mercados a través del apalancamiento de los modelos de negocio en las capacidades de TI.

Estas inversiones en TI, sus decisiones y criterios de priorización, la materialización de las capacidades y ventajas distintivas, así como la alineación con los objetivos estratégicos, requieren de un proceso de gestión en la organización que permita la capitalización y retorno de los recursos invertidos. A dicho proceso se le denomina “Portafolio de TI” (Kaplan, 2005).

3.3.2 Portafolio de TI

En el portafolio de TI se identifican recursos de inversión y gastos, tanto para incorporar nuevas tecnologías, como para mantener el *statu quo* en la organización (compuesto por la operación,

mantenimiento, cambio y soporte de las tecnologías en uso). El portafolio de TI toma como insumo y direccionador:

1. El plan estratégico de la compañía.
2. Los requerimientos y requisitos tanto internos y externos del entorno, operación y mercado.
3. Las necesidades de actualización, mejora o mantenimiento de las tecnologías en uso (Maizlish & Handler, 2005; PMI & IEEE, 2013).

En línea con lo anterior, y de conformidad con los estudios de varios autores, entre ellos Glass (2001), Hunt, Turner & McRitchie (2008) y Kaplan (2005), en el portafolio de TI se tiene típicamente que:

1. Menos del 30% de las inversiones corresponden con nuevas tecnologías.
2. El mantenimiento de las TI en uso, normalmente consumen entre el 40% y 80% del valor económico del portafolio. Un promedio del 60% del gasto de TI anual.
3. De las inversiones en mantenimiento de la TI, se identifica la siguiente distribución:
 - Perfeccionar a través de mejoras o actualizaciones: 50%
 - Adaptar la TI para atender nuevas funcionalidades o ajuste en procesos: 25%
 - Corrección de fallas: 20%
 - Prevención de fallas o deterioro de la TI: 5%

Adicionalmente, se puede decir del portafolio de TI lo siguiente (ISO & IEC, 2006; Kaplan, 2005; Maizlish & Handler, 2005; PMI & IEEE, 2013):

1. La incorporación de nuevas tecnologías, se ejecutan como proyectos.
2. Las aplicaciones de TI o software al menos en un 40% son retiradas o reemplazadas de alguna manera y otro 40% son sometidas a reingeniería o reestructuración.
3. Las mejoras a tecnologías de información en uso, clasificadas²⁶ como mantenimientos de software adaptativos²⁷ y perfectivos²⁸, son ejecutados como proyectos²⁹.

En este punto y en armonía con los resultados de las investigaciones de Tallon *et al.* (2000), Mitra, Sambamurthy & Westerman (2011) y Oh & Pinsonneault (2007), es relevante mencionar

²⁶ Clasificadas de acuerdo con *ISO/IEC 14764 Software Engineering* (ISO & IEC, 2006).

²⁷ Adaptativo: Perteneciente o relativo a la adaptación o a la capacidad de adaptación. RAE

²⁸ Perfectivo: Que da o puede dar perfección. RAE.

²⁹ De acuerdo con IEEE (2014); Kaplan (2005); Marchewka (2009); PMI & IEEE (2013).

que la estrategia de TI, los criterios de selección del portafolio de TI, y la dirección de los proyectos de TI, deben conducirse desde la perspectiva de creación de valor, en términos y lenguaje de negocio.

Mithas & Rust (2016), Oh & Pinsonneault (2007) y Tallon *et al.* (2000) coinciden al identificar que en la incorporación y gestión de las TI, es factor clave la contribución de las mismas en la materialización de las oportunidades de negocio. Al igual que necesaria es la valoración de las diferentes inversiones en TI, no solo desde la perspectiva técnica, sino a través de métricas en términos de negocio, con foco en el aporte directo o indirecto en el incremento de los ingresos o la reducción de los costos de la empresa.

3.3.3 Planeación estratégica de las TI

La planificación estratégica de las TI es un proceso de alineación de la estrategia de TI con las metas y objetivos del negocio, con el fin de lograr la creación de valor para la empresa desde las inversiones en TI. Diferentes investigaciones han demostrado que la planificación estratégica de las TI, y la alineación entre las áreas negocio y los objetivos de las TI, son dos elementos importantes que contribuyen al uso estratégico y ventaja competitiva de las TI (Armstrong & Sambamurthy, 1999; Chen *et al.*, 2014; Peppard *et al.*, 2007; Tian *et al.*, 2010).

La planeación estratégica de las TI requiere entender como las inversiones y gestión, impactan las áreas de negocio, los procesos, las capacidades organizacionales, y, la empresa como un todo (Abdi Mussa *et al.*, 2013; Peppard & Ward, 2004). Así mismo, implica, identificar nuevas oportunidades estratégicas; evaluar las innovaciones tecnológicas; derivar nuevos modelos operativos y de negocio habilitados por nuevas tecnologías; y, la selección e implementación apropiada de las TI (Kearns & Lederer, 2004; Kearns & Sabherwal, 2006; Oh & Pinsonneault, 2007; Tallon & Pinsonneault, 2011).

De acuerdo con Badewi (2014), Marnewick (2015), Peppard & Ward (2004), Serra (2016) y Ward & Daniel (2012), la planeación de las TI debe:

1. Aprovechar, optimizar y maximizar las inversiones en TI.
2. Asegurar el uso apropiado de las tecnologías, como el de los impactos y cambios asociados a sus productos y servicios.
3. Lograr que los beneficios generados, y el valor creado sea capturado por la organización.

La literatura revela que a partir de una adecuada planeación estratégica, las TI se constituyen en fuentes de beneficios estratégicos, informativos y transaccionales para las compañías (Mirani & Lederer, 1998). Asimismo, conducen al desarrollo de activos intangibles que se convierten en fuentes de ventaja competitiva (Mathur, Jugdev, & Shing Fung, 2007).

La conexión entre la alineación y selección estratégica del portafolio de proyectos de TI, con la estrategia empresarial de la organización, ha sido identificada como el factor de mayor influencia en el éxito de los proyectos de TI (Levinson, 2009; Malagón-Barinas, 2014; Roberts & Watson, 2014; Snyder, 2017).

Por otra parte, debe advertirse que la des-alineación entre las TI y los objetivos de negocio puede resultar en pérdidas en el desempeño empresarial, tanto como en destrucción de valor económico (Aversano, Grasso, & Tortorella, 2012). Igualmente, las deficiencias en la incorporación de las capacidades tecnológicas asociadas a bajo desempeño en la gestión de los proyectos y portafolio de TI, se han identificado como razones por las cuáles el potencial de creación de valor de estas inversiones, no generan beneficios para las partes interesadas, se transforman en fuentes de desventaja competitiva y de erosión de valor para la empresa (Neirotti & Paolucci, 2007).

3.3.4 Mapa de ruta de TI

El mapa de ruta de TI es un plan que describe los pasos que una organización requiere seguir para alcanzar las funcionalidades y características propuestas en la visión de futuro de las capacidades técnicas y de modelo de negocio a desarrollar (Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2004). El mapa de ruta describe las interrelaciones entre tareas y prioridades a seguir en el corto, mediano y largo plazo. El mapa de ruta incluye las métricas e hitos que permiten gestionar y controlar el cumplimiento del progreso y materialización de los propósitos trazados (IEA, 2010).

El desarrollo del mapa de ruta o *roadmapping*³⁰, de acuerdo con *Industry Canadá (2006)*, citado por Ilevbare *et al.* (2011), puede ser descrito como un proceso de planeación. A su vez, el mapa de ruta es útil para apoyar la identificación, evaluación, y toma de decisiones de alternativas

³⁰ *Roadmapping* es el término dado en la literatura en lengua inglesa al proceso de generación del mapa de ruta o *roadmap*.

estratégicas de inversión, asociadas al desarrollo e incorporación de las capacidades tecnológicas y organizacionales a lo largo del tiempo (Cooper *et al.*, 2004).

El proceso de elaboración del mapa de ruta, a menudo, es tan importante como el resultado final en la creación del mapa de ruta. Puesto que, éste integra y alinea a los diferentes involucrados en una acción o propósito común, de impacto en el futuro.

Un factor clave de éxito en el proceso de desarrollo del mapa de ruta, implica maximizar el involucramiento, integración e intervención activa de todos los grupos de interés por la creación y ejecución del mismo, y de sus productos (Cooper *et al.*, 2004). Aquí se observa la importancia de construir consenso y realizar gestión de las partes interesadas, a fin de elevar la probabilidad de que las personas involucradas implementarán las prioridades en él definidas.

El mapa de ruta no es una herramienta estática en la gestión. Por el contrario, éste evoluciona a medida que se avanza en su ejecución. Cuando los factores internos y externos cambian o cuando se dispone de mejor información asociada a las decisiones sobre las cuales fue construido, se debe revisar el mapa de ruta. Y, según la valoración de los impactos de estos factores y su alineación con los propósitos de la empresa deberá actualizarse (Ilevbare *et al.*, 2011; Kajikawa *et al.*, 2008).

El mapa de ruta de TI describe las interrelaciones entre tareas y prioridades a seguir en el corto, mediano y largo plazo. Todo esto, como parte del plan para alcanzar las funcionalidades y características propuestas en la visión de futuro de las capacidades técnicas y requeridas materializar. El mapa de ruta debe incluir las métricas e hitos que permiten gestionar y controlar el cumplimiento del progreso y materialización de los propósitos trazados (IEA, 2010).

3.3.5 Desempeño en la incorporación de las TI

Las organizaciones, en promedio, solo alcanzan el 63% del rendimiento financiero prometido por sus estrategias (Mankins & Steele, 2005). Los estudios de Mankins & Steele (2005) revelaron que, el 33% de los ejecutivos entrevistados afirmaron que ese índice de cumplimiento máximo alcanza el 50%.

Johnson (2004), quien cita estudios realizados por la consultora *Ernst & Young*, manifiesta que “...un 66% de la estrategia corporativa nunca se ejecuta...” (p. 4). A su vez, las conclusiones de los estudios realizados, con información de más de veinte años, por Kaplan & Norton (2008),

demuestran que entre el 60% y 80% de todas las organizaciones fallan en la ejecución de sus estrategias, al no lograr entregar y satisfacer los resultados esperados de sus procesos de cambio.

Resultado del análisis del *Independent Project Analysis* IPA³¹, a 318 megaproyectos³² industriales³³ a nivel global (de los cuales un 41% corresponden con proyectos del sector petrolero), Merrow (2012) concluye que la tasa de éxito de los proyectos en el sector de hidrocarburos es de aproximadamente un 22%. El restante 78%, corresponde un 33% a proyectos ejecutados con sobrecostos y un 30% a culminados en un tiempo superior al planeado. Un 64% de esos proyectos experimentaron en los primeros 2 años de operación niveles de producción inferiores a los planeados, lo cual de manera directa afectó la tasa de retorno sobre la inversión de los mismos.

Los proyectos de TI alcanzan un desempeño exitoso en máximo el 39% de los casos (The Standish Group, 2013). La Tabla 3-1 ilustra las conclusiones del análisis de proyectos de TI, realizado por The Standish Group (2013)³⁴ entre los años 1994 a 2012. Se aprecia que, en dicho periodo, solo entre el 16% y 39% de los proyectos, cumplieron en tiempo, costo y alcance (triple restricción). La tasa de falla o proyectos cancelados disminuyó de un máximo del 40% al 18%. Y en la última década, entre el 42% y 53% de los proyectos que no cumplían en tiempo, costo y/o alcance, continuaron su ejecución y culminaron, aunque esto no necesariamente indica que aportaron o fueron valiosos para las empresas.

Bloch, Blumberg & Laartz (2012) afirman que, de una investigación realizada en el año 2010 entre la consultora *Mckinsey* y la Universidad de *Oxford*, donde se analizaron más de 5400 proyectos de TI con inversiones iniciales superiores a los 15 millones de dólares cada uno, se halló que el 45% sufrieron de sobrecostos, 7% fueron culminados por fuera del cronograma planeado y el 56% incumplieron en la entrega de los beneficios identificados.

³¹ Información recopilada y análisis desarrollado por el *Independent Project Analysis* IPA. Esta es una compañía fundada por Edward Merrow en 1987 la cual se especializa en consultoría, benchmarking y evaluación de proyectos industriales en petroquímica, farmacéutica, minerales, minería e hidrocarburos. En el año 2013, IPA contaba con una base de datos de más de 16.700 proyectos, con tamaños entre 20.000 USD a 25 Billones USD. Más información en: <http://www.ipaglobal.com/>.

³² Megaproyectos corresponde a proyectos con inversiones superiores a 1 billón de dólares.

³³ Debe interpretarse como industrial aquel proyecto que construye un producto para la venta.

³⁴ El reporte de *The Standish Group* en *CHAOS Manifesto*, proporciona una vista global, recopilada de las estadísticas de éxito en proyectos de Tecnología de Información desde 1985.

Tabla 3-1. Éxito en Proyectos de TI, entre 1994 a 2012.

Año	Exitoso (%)	Culminado con esfuerzo adicional (%)	Fallido (%)
1994	16	53	31
1996	27	33	40
1998	26	46	28
2000	28	49	23
2002	34	51	15
2004	29	53	18
2006	35	46	19
2008	32	46	24
2009	32	44	24
2010	37	42	21
2012	39	43	18

Fuente: Elaboración a partir de The Standish Group (1994 – 2012).

De acuerdo con lo anterior, debe afirmarse que estas altas tasas de falla en la incorporación de la tecnología en las empresas están directamente relacionadas, entre otras, por la ausencia de las siguientes competencias de gestión de las TI como capacidad organizacional (Ashrafi & Mueller, 2015; Chakravarty, Grewal, & Sambamurthy, 2013; Lin, 2007; Ong & Chen, 2016; Serra, 2016).

1. Planeación estratégica de las TI.
2. Desarrollo táctico de proyectos de TI.
3. Gestión de valor en la incorporación de las TI.

No obstante, es preciso anotar que, en las investigaciones relacionadas con el aporte de las TI a las empresas, se encuentra evidencia que afirma que la tecnología asegurada como capacidad organizacional se constituye en pilar para el desarrollo y competitividad (Grant, 2010; Melville, Kraemer, & Gurbaxani, 2004; Teece, 2009, 2016; Ward & Daniel, 2012). Obviamente la captura de valor de las TI, como se indicó anteriormente y como lo afirma la teoría RBV, no es exclusivo de la posesión de dichos activos, sino depende del desarrollo de capacidades en la organización (Barney, 1991; Bell & Pavitt, 1995; Bhatt & Grover, 2005; Daniel *et al.*, 2014; Grant, 1991).

3.4 Beneficios y valor de las TI

La motivación por identificar la contribución de las inversiones en TI en la empresa tiene su origen en los años 1980s, cuando académicos, consultores e investigadores relacionaron esta asignación de recursos en las compañías como la “paradoja de la productividad” (Brynjolfsson & Hitt, 1996; Kauffman & Weill, 1989; Soh & Markus, 1995; Stratopoulos & Dehning, 2000).

De acuerdo con Hajli *et al.* (2015) y Stratopoulos & Dehning (2000) no existe una evidencia lo suficientemente importante para afirmar que a mayor inversión en tecnología se obtenga mayor productividad y por ende mayor valor económico. Sin embargo, las múltiples investigaciones desde Kauffman & Weill (1989) hasta Mithas & Rust (2016) han identificado que el potencial de creación de valor de las TI, no solo depende del aporte directo de la tecnología a las empresas sino de otros factores tales como (Brynjolfsson, 1993; Hajli *et al.*, 2015; Ong & Chen, 2016):

1. Adaptación y aprendizaje de la organización para el aprovechamiento de las TI incorporadas (Ashrafi & Mueller, 2015). Esto hace necesario que los procesos se transformen acorde a las capacidades que permite habilitar las TI. Así mismo, se requiere que las personas desarrollen competencias para la apropiación y utilización adecuada de las TI (Lin, 2007).
2. Gestión de la información y tecnología, como capacidad organizacional (Ashurst, 2011). Este factor para la materialización de valor de las TI, requiere que la empresa tenga las competencias organizacionales que le permitan incorporar las TI como capacidades tecnológicas (Morcillo & Bueno, 1993). Del mismo modo, la empresa debe desarrollar las capacidades personales, organizativas y relacionales que sean necesarias para la explotación y uso de las TI.
3. Identificación de los potenciales beneficios, tanto como de los mecanismos para medirlos (Zwikaël & Smyrk, 2011). Se debe observar que las TI contienen un porcentaje importante de impactos con alcance intangible. Para lo cual, se hace necesario identificar los medios a través de los cuales medir su impacto en el negocio (Bradley, 2012; Ward & Daniel, 2012).

El aseguramiento y utilización de las capacidades tecnológicas aportadas por las TI habilitan la generación de valor y ventaja competitiva (Chung *et al.*, 2016; Srivastava, Gnyawali, & Hatfield, 2015; Teece, 2016). A su vez Ong & Chen (2016) afirman que aquellas compañías maduras en la incorporación de las TI como capacidad organizacional (Chen *et al.*, 2015; Lin, 2007), han incrementado su valor económico (Marnewick, 2015; Mithas & Rust, 2016). Lo anterior y en

armonía con lo expuesto por Porter & Millar (1985), la competitividad de las empresas se ve favorecida por los siguientes efectos de las TI:

1. Las TI cambian la estructura de la industria.
2. Las TI crean ventajas competitivas.
3. Las TI proveen mecanismos para el desarrollo de nuevos e innovadores modelos de negocios.

Adicionalmente, debe indicarse que el desarrollo e incorporación de las TI en la empresa, contribuye en el incremento de la efectividad operacional, y el fortalecimiento de la posición estratégica de la empresa (Mithas & Rust, 2016; Porter, 1996; Tallon, 2007). La efectividad operacional está relacionada con los procesos, personas y capacidades organizacionales en la perspectiva interna. A su vez, la posición estratégica tiene que ver con la perspectiva externa de la empresa, la cual puede encontrar en las TI una palanca para el aprovechamiento de las oportunidades de crecimiento y la transformación (Gregor *et al.*, 2006; Porter & Millar, 1985). En síntesis, en el análisis del potencial de las TI deben observarse en conjunto ambas contribuciones. Para lo cual es de utilidad identificar los factores claves de negocio KPI's que son impactados.

3.5 Clasificación de los beneficios de las TI

Una de las primeras investigaciones que se han realizado para identificar la clasificación de los beneficios de las TI en la empresa, es el trabajo desarrollado por King & Schrems (1978a). En esa investigación se clasificaron los beneficios de las TI, según consideraciones de eficiencia a nivel de la organización como un todo. En ese estudio, se logra identificar que es predominante la categorización de las TI según sus impactos transaccionales (Mirani & Lederer, 1998).

Posteriormente, Weill (1992) encuentra que las fuentes de beneficios de las TI se clasifican en un espectro más amplio; es decir, según los objetivos organizacionales que son apalancados a nivel: estratégico, informático y transaccional. Luego, Gregor *et al.* (2006) demuestra que adicional a las tres fuentes identificadas por Weill (1992), las TI contribuyen con los objetivos de transformación de las firmas.

En conclusión, existe suficiente evidencia y validación (Gregor *et al.*, 2006; Maçada *et al.*, 2012; Mirani & Lederer, 1998; Weill, 1992; Weill & Aral, 2006), para afirmar que las inversiones en TI y sus fuentes de beneficios (tangibles o intangibles), pueden agruparse según los objetivos organizacionales, así:

1. Estratégico.
2. Informático u operacional.
3. Transaccional.
4. Transformacional.

3.5.1 Beneficios estratégicos

Las inversiones de TI con alcance estratégico tienen como propósito modificar la forma como la organización compite o la naturaleza de sus productos (Gregor et al., 2006). Esta agrupación considera los beneficios que las TI pueden aportar a la organización a nivel estratégico (Gregor *et al.*, 2006; Maçada *et al.*, 2012; Mirani & Lederer, 1998):

1. Crear ventaja competitiva.
2. Establecer vínculos útiles con otras organizaciones.
3. Mejorar la información para la planificación estratégica.
4. Mejorar las relaciones con los clientes.
5. Proporcionar mejores productos o servicios a los clientes.

3.5.2 Beneficios informáticos

Los cambios de TI con propósito informático, tienen como fin incorporar la infraestructura, aplicaciones e información requeridas por la empresa (Mirani & Lederer, 1998). Los principales beneficios en esta categoría son (Gregor *et al.*, 2006; Maçada *et al.*, 2012):

1. Facilitar el acceso a la información.
2. Mejorar la precisión de la información.
3. Permitir un acceso más rápido a la información.

3.5.3 Beneficios transaccionales

Estas inversiones en TI, buscan apoyar la gestión operativa y la optimización de costos (Maçada et al., 2012). En esta categoría se identifican los beneficios que las TI proporcionan a la organización en transacciones operativas, actividades repetitivas y cualquier actividad que no requiera esfuerzo intelectual (Gregor *et al.*, 2006; Maçada *et al.*, 2012).

1. Aumentar el rendimiento de los activos financieros.
2. Evitar la necesidad de incremento en la mano de obra.

3. Mejorar la productividad de los empleados o la eficiencia del negocio.
4. Reducir el costo de incorporación y uso de las TI.
5. Reducir los costes de colaboración y comunicación entre personas y organización.
6. Reducir los costes operativos.

3.5.4 Beneficios transformacionales

Estos beneficios son el resultado de los cambios en la estructura y capacidad de la empresa, que ocurren al realizar una inversión en TI (Brynjolfsson & Hitt, 2000; Gregor *et al.*, 2006; Maçada *et al.*, 2012). Los resultados del uso de las TI incluyen la transformación empresarial, con nuevas formas de hacer negocios y gestionar el aprendizaje organizacional.

Este tipo de beneficios se basan en el supuesto que las inversiones en TI y su uso, innovan y transforman los procesos de negocio de la organización (Gregor *et al.*, 2006; Maçada *et al.*, 2012). Por consiguiente, pueden ser la base de cambios estructurales de la industria en la que opera.

1. Desarrollar nuevos planes de negocio.
2. Desarrollar o mejorar las competencias de los empleados.
3. Desarrollar o mejorar los modelos de negocio.
4. Optimizar la flexibilidad empresarial.

3.6 Resumen del capítulo

Las TI se utilizan, tanto para la captura, tratamiento y uso de la información al interior de la empresa, al igual que para la interacción de la empresa con otras empresas, proveedores, clientes y demás grupos de interés. Las TI, no están asociadas exclusivamente a sus capacidades intrínsecas, sino a lo que la interacción y uso de sus componentes pueden hacer para las partes interesadas, empresa y modelo de negocio de la organización. Asimismo, las TI se integran con las personas y los procesos para apalancar las capacidades esenciales de negocio.

Las TI de conformidad con Daniel *et al.* (2014) son capacidades tecnológicas esenciales para la gran mayoría de empresas. Estas capacidades habilitan a la empresa, no solo en la gestión operativa del negocio, sino que, en muchos casos, representan los pilares del modelo de negocio (Reynolds, 2016).

Las TI permiten a las organizaciones construir, desarrollar, automatizar, controlar, entender, gestionar, innovar, operar, y producir e intercambiar los bienes y servicios de sus modelos de negocio. Para la obtención de esas capacidades, las compañías invierten una porción importante de sus recursos.

Una capacidad tecnológica desarrollada por las TI, es reconocida por la organización, cuando moviliza y despliega los recursos asignados a las TI para incrementar la agilidad competitiva (Bharadwaj, 2000); desarrolla una fuerza de trabajo altamente calificada; y, contribuye en la materialización de los propósitos estratégicos y organizacionales (Clark *et al.*, 1997). Lo relevante no es el conjunto de recursos tecnológicos involucrados, sino como esos recursos son aprovechados por la empresa para crear y capturar valor.

La planificación estratégica de las TI tiene como fin, la alineación de la estrategia de las TI con las metas y objetivos del negocio. La planeación estratégica de las TI requiere entender como las inversiones y gestión, impactan las áreas de negocio, los procesos, las capacidades organizacionales, y, la empresa como un todo (Abdi Mussa *et al.*, 2013; Peppard & Ward, 2004). Así mismo, implica, identificar nuevas oportunidades estratégicas; evaluar las innovaciones tecnológicas; derivar nuevos modelos operativos y de negocio habilitados por nuevas tecnologías; y, la selección e implementación apropiada de las TI (Kearns & Lederer, 2004; Kearns & Sabherwal, 2006; Oh & Pinsonneault, 2007; Tallon & Pinsonneault, 2011).

Es requerido advertir que la des-alineación entre las TI y los objetivos de negocio, pueden resultar en pérdidas en el desempeño empresarial, tanto como en destrucción de valor económico (Aversano *et al.*, 2012). De igual manera, las deficiencias en la incorporación de las capacidades tecnológicas, son en parte la razón por la cual, los proyectos de TI no generan beneficios para las partes interesadas, y erosionan el valor para la empresa (Neirotti & Paolucci, 2007).

El mapa de ruta de TI es un plan que describe los pasos que una organización requiere seguir para alcanzar las funcionalidades y características propuestas en la visión de futuro de las capacidades tecnológicas a desarrollar (Cooper *et al.*, 2004). El mapa de ruta es útil para apoyar la identificación, evaluación, y toma de decisiones de alternativas estratégicas de inversión, asociadas a la incorporación de las TI a lo largo del tiempo (Cooper *et al.*, 2004). El mapa de ruta no es una herramienta estática en la gestión; por el contrario, éste evoluciona a medida que se avanza en su ejecución (Ilevbare *et al.*, 2011; Kajikawa *et al.*, 2008).

El potencial de valor a crear por las TI en la empresa, depende de factores como (Brynjolfsson, 1993; Hajli *et al.*, 2015; Ong & Chen, 2016):

1. Adaptación y aprendizaje para el aprovechamiento de las TI (Ashrafi & Mueller, 2015).
2. Gestión de la información y tecnología, como capacidad organizacional (Ashurst, 2011).
3. Identificación de beneficios, y de los mecanismos de medición (Zwikael & Smyrk, 2011).

Las fuentes de beneficios de las TI se clasifican según los objetivos apalancados a nivel: estratégico, informático, transaccional y transformacional (Gregor *et al.*, 2006; Maçada *et al.*, 2012; Mirani & Lederer, 1998; Weill, 1992; Weill & Aral, 2006). Las inversiones de TI con alcance estratégico tienen como propósito modificar la forma como la organización compete o la naturaleza de sus productos (Gregor *et al.*, 2006). Los cambios de TI con propósito informático, tienen como fin incorporar las tecnologías requeridas por la empresa para la toma de decisiones (Mirani & Lederer, 1998). Las inversiones con alcance transaccional, buscan apoyar la gestión operativa y la optimización de costos (Maçada *et al.*, 2012). Y, las inversiones con foco transformacional tienen como propósito, cambios en la estructura y capacidad de la empresa (Brynjolfsson & Hitt, 2000; Gregor *et al.*, 2006; Maçada *et al.*, 2012).

4

DIRECCIÓN DE PROYECTOS

En la estrategia se define la forma cómo las compañías, deciden competir en el mercado. Se relacionan con sus clientes y proveedores. Cumplen las normas y leyes que le afectan. Y, crean valor y retorno para accionistas y demás grupos de interés (Johnson *et al.*, 2002; Kerzner, 2014b; Meskendahl, 2010; Porter, 1980; Turner, 2008; Venkatraman, 1989).

De acuerdo con Meskendahl (2010), Morris & Jamieson (2005) y Müller, Martinsuo & Blomquist (2008), las organizaciones materializan su estrategia por medio de la incorporación de cambios en sus capacidades organizacionales. Las cuáles son implementadas, principalmente, por intermedio de las denominadas “...poderosas armas estratégicas...” (p. 1) de Shenhar *et al.* (2001), mejor conocidas como proyectos, programas y portafolios.

La palabra proyecto se deriva del latín *proicere*, *pro* (hacia delante) y *iacere* (lanzar). Lo que puede entenderse como lanzar algo hacia delante, o hacia el futuro. Esta primera aproximación, a partir de la raíz latina, sugiere movimiento, una trayectoria, es decir relación con un propósito y con el tiempo. Así mismo, deja entrever que el uso de la palabra proyecto tiene relación con un punto de partida y con un objetivo que se quiere alcanzar en el futuro a través de una trayectoria.

El Project Management Institute - PMI (2017a) define el proyecto como un “...esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único...” (p. 3). La *Office of Government Commerce* - OGC (2009), complementa estas definiciones y las alinea con los objetivos de la empresa, indicando que un proyecto es “...una organización temporal que se crea con el propósito de entregar uno o más productos de acuerdo con un caso de negocio acordado...” (p. 3). Y, puede interpretarse de las definiciones de la *Project Management Association of Japan* - PMAJ (2005), que un proyecto está basado en un propósito específico de creación de valor.

Con fundamento en la revisión de la literatura, y en particular a partir de los trabajos de APM (2006), Kodukula (2014), PMAJ (2005), PMI (2017a) y Turner (2008), se define proyecto como:

Proyecto

Es una organización temporal a la cual se le entrega un conjunto de recursos, para que durante un periodo de tiempo determinado, desarrolle capacidades, logre transformación, genere beneficios y, cree y capture valor para diferentes grupos de interés.

El presente capítulo se desarrolla como sigue. En la primera sección se enfoca en el alcance, características, propósitos y dirección de los proyectos, esto incluye: el caso de negocios de los

proyectos; la gestión de los grupos de interés, como eje fundamental de la dirección de proyectos en sus propósitos de creación de valor; el modelo *ITO* o, de entrada – transformación – resultado, teniendo en cuenta su relevancia para el análisis de los proyectos de TI; y los factores de desempeño de los proyectos. En la segunda sección, se analizan los beneficios de los proyectos de TI. La tercera sección analiza el nivel en el cual deben desarrollarse las capacidades en los proyectos de TI, para crear valor. En la cuarta sección se presenta el ciclo de gestión de beneficios desarrollado por la Universidad de *Cranfield*. Y, por último, la quinta sección resume la aplicabilidad de estos conceptos en el alcance de esta investigación.

4.1 Dirección de proyectos

Los proyectos son piezas fundamentales en la materialización de la estrategia corporativa, y alineados al desarrollo de capacidades organizacionales, contribuyen a las ventajas competitivas (Kerzner, 2010). Las empresas utilizan la gestión de proyectos para incorporar capacidades de manera eficaz y eficiente, y así alcanzar sus objetivos de negocio y estratégicos (Pinto, 2014).

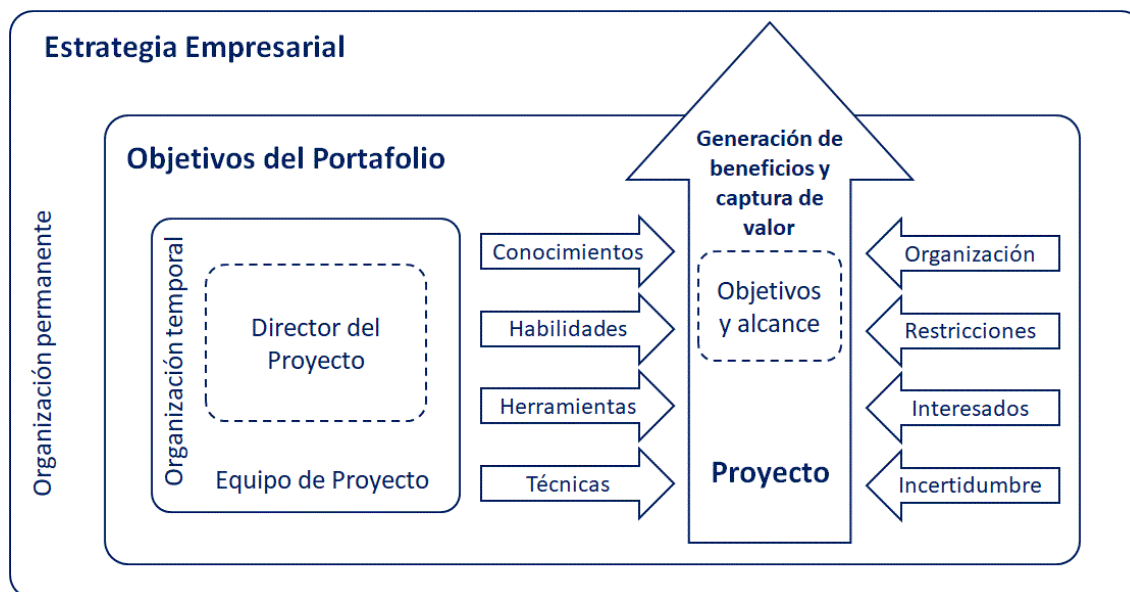
Los proyectos “...se utilizan a menudo como medio para alcanzar directa o indirectamente los objetivos recogidos en el plan estratégico de una organización...” (PMI, 2017a, p. 9). De lo anterior se entiende que, el cumplimiento en tiempo, presupuesto, alcance y calidad, más aún, la responsabilidad en la creación y entrega de valor para todas las partes interesadas corresponde con un factor de éxito en el contexto empresarial. En otras palabras, la disponibilidad, sobrecosto y diferencia en especificaciones de los productos, servicios y/o capacidades encargadas al proyecto, afectan entre otros, la oportunidad para cumplir con las necesidades de crecimiento, productividad y generación de riqueza de la organización y de la sociedad, (Kerzner, 2009; Turner, 2008).

Los proyectos se relacionan con la planeación y ejecución de tareas que proveerán beneficios para la empresa con sostenibilidad en el largo plazo, los cuales pueden ser del tipo financiero, operativo o alguna nueva capacidad de mercado o técnica, (Munns & Bjeirmi, 1996). Esto requiere, como se ilustra en la Figura 4-1, una completa alineación entre los requerimientos y alcance de los proyectos, con los objetivos y planes de la estrategia de la organización, a fin de que los productos, servicios y entregables desarrollados contribuyan a la generación de valor en la organización.

Un proyecto, como se ilustra en la Figura 4-1, es una organización temporal (PMI, 2017a) responsable por lograr la transformación de un conjunto de recursos (tangibles e intangibles), e

incorporar capacidades en un periodo de tiempo determinado (Kerzner, 2015; OGC, 2009). Asimismo, el proyecto debe generar beneficios, al igual que crear y capturar valor para los diferentes grupos de interés. Estos propósitos los lidera un director de proyecto (Turner & Müller, 2005, 2006), apoyado por un equipo de trabajo³⁵ multi-disciplinario, y en medio de la estructura empresarial existente (Malagón-Barinas, 2015; Morris, 2013b; OGC, 2009; Turner, Huemann, & Keegan, 2008).

Figura 4-1. El proyecto como palanca de creación de valor.



Fuente: Elaboración propia.

La dirección de proyectos PM³⁶ es una capacidad organizacional basada en el conocimiento, la cual ha evolucionado como constructo táctico (Jugdev & Müller, 2005). La PM involucra la aplicación de prácticas, y una variedad de conocimientos y disciplinas a los proyectos, para entregar resultados, productos o servicios, basados en activos tangibles e intangibles (Jugdev & Müller, 2005; Kerzner, 2001, 2015; Morris, 2013a; Pinto, 2016; Turner, 2014).

³⁵ Aquí se aclara que las personas que conforman el equipo de proyecto pueden ser parte de la organización dueña del proyecto (proveedor interno) o pertenecer a alguna organización prestadora de servicios (proveedor externo). Así mismo, pueden trabajar con dedicación permanente al proyecto, o ejecutar el proyecto como parte de otro conjunto de responsabilidades a cargo.

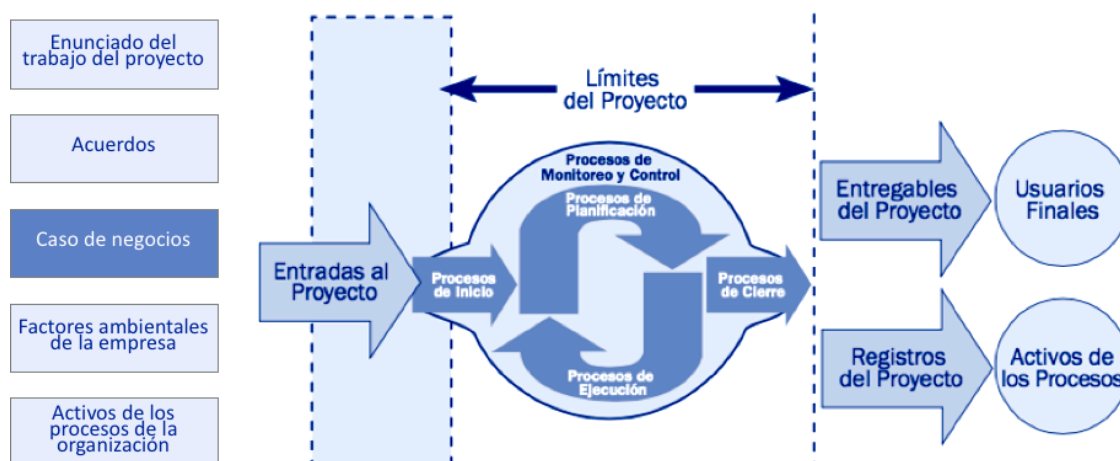
³⁶ PM Project Management o dirección de proyectos.

La PM, como se presenta en la Figura 4-1, acude, requiere y se apalanca en diferentes áreas de conocimientos (PMI, 2017a), habilidades y competencias de las personas y de las empresas (Kerzner, 2015). La PM aplica una diversidad de prácticas (Kerzner, 2014b), herramientas y técnicas, para gestionar los activos propios de la organización, los factores ambientales de la empresa (PMI, 2017a), y la incertidumbre y riesgo asociada a los productos y servicios a incorporar (Browning, 2014; Greiman, 2013), como a la dirección del proyecto como tal (Flyvbjerg, 2006; PMI, 2017a).

4.1.1 Caso de negocios de los proyectos

De acuerdo con *Office of Government Commerce* - OGC (2009) los proyectos tienen su inicio en una idea, la cual deberá crear beneficios y valor para la organización. La Figura 4-2 ilustra que uno de los propósitos del caso de negocios de los proyectos es la estructuración del como esa idea será desarrollada en una propuesta viable de inversión para la empresa. Al igual que definir el modo a través del cual la PM y la dirección del portafolio mantendrán alineación y foco entre el proyecto, idea y objetivos de la organización para generar los beneficios y capturar el valor.

Figura 4-2. El caso de negocio en la dirección de proyectos.

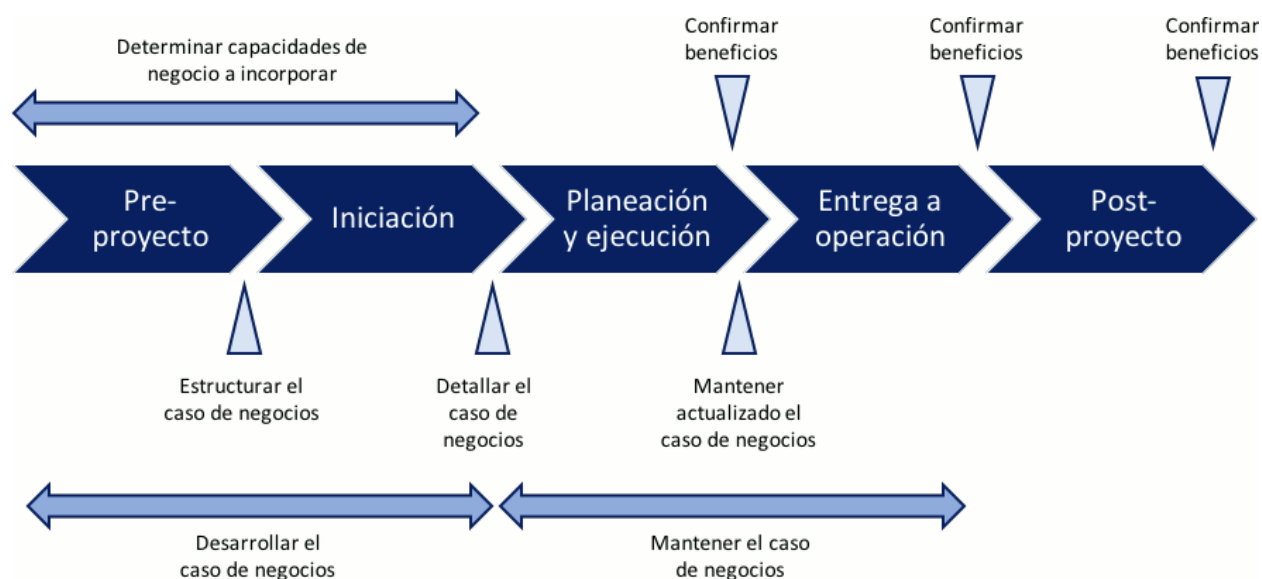


Fuente: Adaptado de PMI (2017a, p. 54).

En los diferentes marcos de dirección de proyectos, IPMA®, PMBOK® y PRINCE2®, entre otros, la justificación para dar inicio a un proyecto se encuentra en el caso de negocios. En este sentido y como se exhibe en la Figura 4-3, la interrelación entre el proyecto y la justificación de negocio, orienta la toma de decisiones durante todo su ciclo de vida, y asegura que el proyecto

permanezca alineado a los objetivos de la organización, beneficios y valor perseguidos. Por otro lado, la pobre alineación del proyecto con los objetivos estratégicos de la organización puede resultar en que el portafolio de proyectos sea inconsistente, con objetivos duplicados o destruya valor económico de la empresa (OGC, 2009; Project Management Institute - PMI, 2017a).

Figura 4-3. Ciclo de vida del caso de negocio.



Fuente: Adaptado de OGC (2009, p. 23).

El caso de negocio contiene la información requerida para juzgar si el proyecto es deseable, viable, alcanzable y si es o no recomendable invertir en él. Está basado en un modelo de relación de costos, riesgos y beneficios esperados. El caso de negocios permite predecir los resultados del flujo de caja y los impactos no financieros más importantes que se desprenden de la ejecución del proyecto.

Asimismo, cuando se identifican cambios o riesgos en el proyecto, el análisis de impacto debe focalizarse en el caso de negocios. Teniendo presente que el proyecto es solo el medio para alcanzar el propósito y objetivos esperados por la organización (OGC, 2009). De ahí que el caso de negocio no sea estático, y por consiguiente deba mantenerse y actualizarse durante el ciclo de vida del proyecto, ver Figura 4-3.

4.1.2 Gestión de los grupos de Interés

Desde el punto de vista de las teorías de gestión, el origen del concepto interesados o parte

interesada, surgió al analizar el “...comportamiento corporativo en términos de los intereses que afecta, o que son afectados por, las actividades de la corporación.” (ISO, 2006, p. 20). De ahí que, la teoría de las partes interesadas “...reconoce que algunas partes tienen intereses identificables en el éxito de corporaciones específicas y así, de una forma u otra, tienen un riesgo específico en la firma, similar a los accionistas...” y “...que otras partes interesadas pueden impedir que una corporación alcance sus objetivos.” (ISO, 2006, p. 20).

De conformidad con el estándar ISO-26000 el uso del término “parte interesada” ha evolucionado con las prácticas de responsabilidad social corporativa. En efecto, involucrar a las partes interesadas se incorporó en el proceso de gestión empresarial. Por lo tanto, los intereses de la sociedad deben ser identificados por las empresas y al interior de ellas por los proyectos.

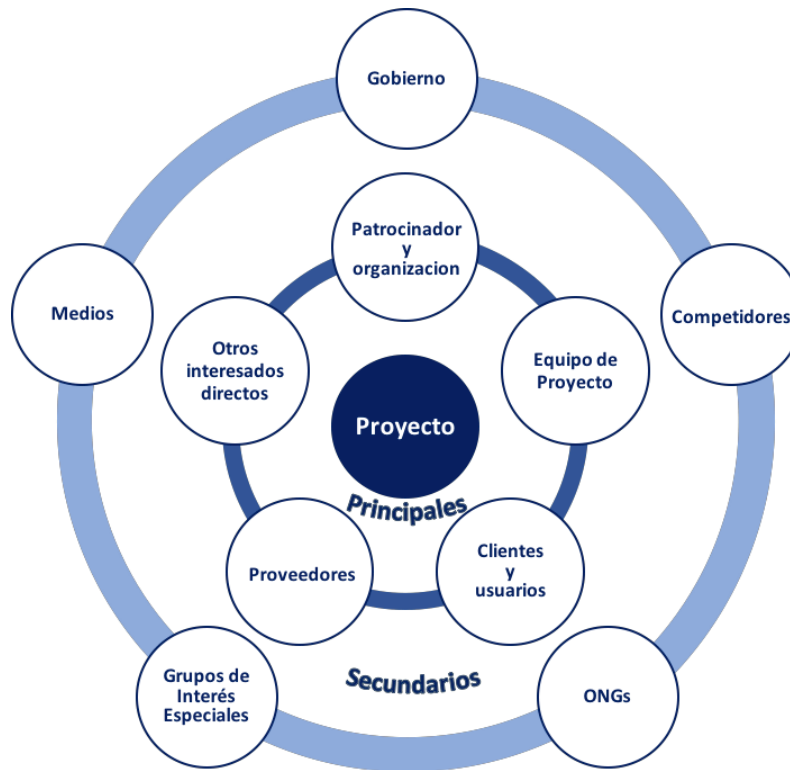
Según el anterior punto de vista, una parte que tiene una relación identificable y específica con los asuntos o alcance de un proyecto, puede hacer un requerimiento de atención de sus expectativas u oponerse a su desarrollo (Mitchell, Agle, & Wood, 1997). Así mismo, puede involucrarse en la valoración de los resultados y entregables, estimando si estos resultados le constituyen beneficios, perjuicios o le son indiferentes (Jenner, 2014).

Los interesados o involucrados de un proyecto, como se presenta en la Figura 4-4, pueden clasificarse en dos clases (Freeman, Harrison, & Wicks, 2008):

1. Interesados principales: vitales en las decisiones, asignación de recursos y ejecución, tanto en la identificación, creación y percepción de beneficios y valor por parte del proyecto. En este grupo se encuentran:
 - i. Patrocinador y organización.
 - ii. Equipo de proyecto.
 - iii. Clientes y usuarios.
 - iv. Proveedores.
 - v. Otros interesados directos.
2. Interesados secundarios: aquellos que no participan directamente en el intercambio con el proyecto o con la empresa, pero que sí pueden afectar o verse afectados por las relaciones con los involucrados principales, en este grupo pueden identificarse:
 - i. Organizaciones no gubernamentales –“ONGs”.
 - ii. Gobierno.

- iii. Competidores.
- iv. Medios de comunicación.
- v. Demás grupos de interés especiales.

Figura 4-4. Clasificación de las partes interesadas de la organización.



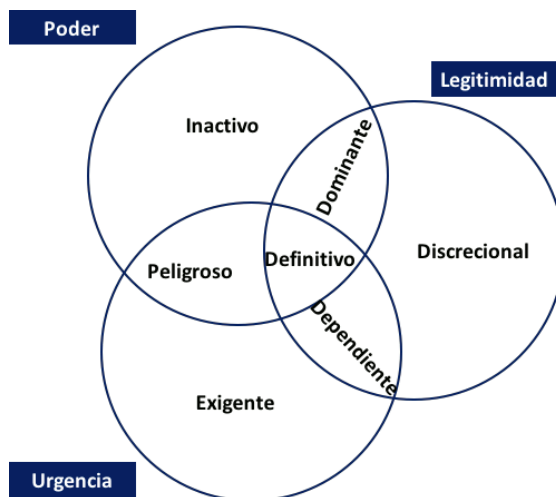
Fuente: Adaptado de Freeman *et al.* (2008, p. 51).

Por otro lado, Mitchell *et al.* (1997) proponen tipificar los interesados según las interrelaciones entre los atributos de poder, legitimidad y urgencia. En la Figura 4-5 se presenta la clasificación del tipo de involucrados según la combinación de estos atributos, así:

1. Latentes: aquellos que poseen un sólo atributo, baja atención y/o reconocimiento por parte del proyecto, y se subdividen en:
 - i. Inactivos.
 - ii. Discrecionales.
 - iii. Demandantes o exigentes.
2. Expectantes: poseen dos atributos, y un incremento en la responsabilidad del proyecto por los intereses de estos involucrados, que se subdividen en:

- i. Dominantes.
 - ii. Dependientes.
 - iii. Peligrosos.
3. Definitivos: poseen los tres atributos, es decir, legitimidad, poder y urgencia, y deben recibir atención inmediata por parte del proyecto.

Figura 4-5. Tipos de involucrados según la relación entre poder, legitimidad y urgencia.



Fuente: Adaptado de Mitchell *et al.* (1997, p. 874).

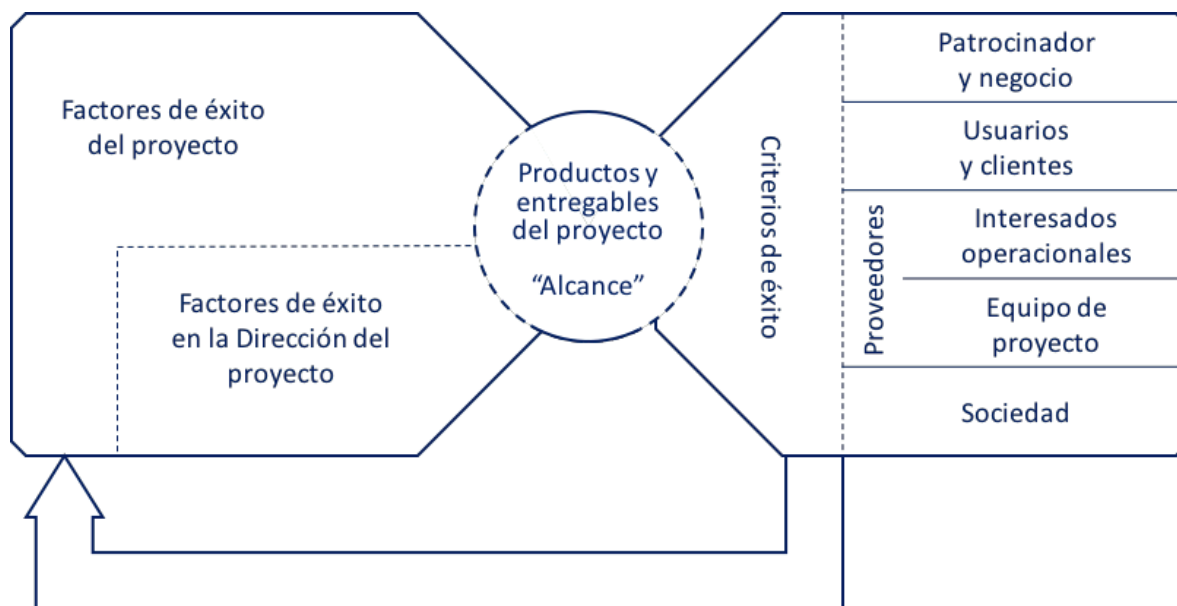
En línea con lo antes indicado, en las disciplinas de dirección de proyectos y portafolio de proyectos se definen a los grupos, partes o individuos interesados, como aquellos que no son parte del equipo de gestión del proyecto, pero quienes interactúan directa o indirectamente con el proyecto. Estos individuos de acuerdo con sus intereses, poder e influencia, pueden afectar o percibirse a sí mismos como afectados por un cambio o resultado incorporado desde el proyecto, programa o portafolio. De tal modo que pueden incidir en el desempeño y éxito del proyecto, tanto como en la percepción de valor creado (APM, 2006; IPMA, 2006; OGC, 2011a, 2009; PMAJ, 2005; PMI, 2017a, 2017b). Aquí se considera entre las partes interesadas, a todas las entidades o personas internas o externas a la organización.

En la Figura 4-6 se expone un modelo de gestión del éxito en proyectos. En este modelo la gestión de las expectativas y criterios de los diferentes grupos de interés es la protagonista de la dirección del proyecto y del proyecto como un todo.

El modelo de la Figura 4-6, contempla una adaptación de la clasificación de involucrados de *PRINCE2*[®] (OGC, 2009). Se incluyeron los “interesados operacionales” de los productos del proyecto. Esta distinción, para dicho grupo de interés, se realizó teniendo en cuenta que ellos son responsables por asegurar la sostenibilidad del valor creado, y necesariamente tienen expectativas a satisfacer relevantes para la sostenibilidad del valor creado desde el proyecto.

El modelo de la Figura 4-6, indica que, se hace fundamental desde la estructuración del proyecto, con visibilidad en el portafolio y en la gestión de riesgos, identificar las personas, instituciones y/o comunidades que conforman las partes involucradas (Johansen *et al.*, 2014). Para cada parte interesada, este modelo expone la necesidad de analizar el nivel de interés, expectativas y criterios para la identificación, valoración y percepción de beneficios, así como su legitimidad, poder y urgencia sobre los entregables y resultados del proyecto.

Figura 4-6. Gestión del éxito en proyectos. Expectativas y criterios de los interesados.



Fuente: Adaptado de Malagón-Barinas (2014, p. 370).

El modelo de la Figura 4-6, permite observar que en la planeación del proyecto y en la conformación del portafolio, es oportuno enfocar la gestión en las relaciones necesarias, tanto como en las necesidades, expectativas y alcance que permitan atender las responsabilidades derivadas del proyecto. Así como, los factores que deben asegurarse, para que la percepción de los interesados sea positiva con relación a los resultados generados desde el proyecto (Johansen *et al.*, 2014; Malagón-Barinas, 2014; Mitchell *et al.*, 1997; PMI, 2017a).

En este orden de ideas y de acuerdo con las propuestas de Díaz (2013), Freeman *et al.* (2008), Malagón-Barinas (2014) y Mitchell *et al.* (1997), se han priorizado los grupos de interés del portafolio según: el nivel de influencia sobre el proyecto; su relevancia en la estrategia de la organización; y, según el impacto en la percepción de beneficios y creación de valor.

Como resultado de aplicar estos criterios y en línea con lo expuesto en la Figura 4-6, las partes interesadas, para los propósitos y alcance de esta investigación, se clasifican así:

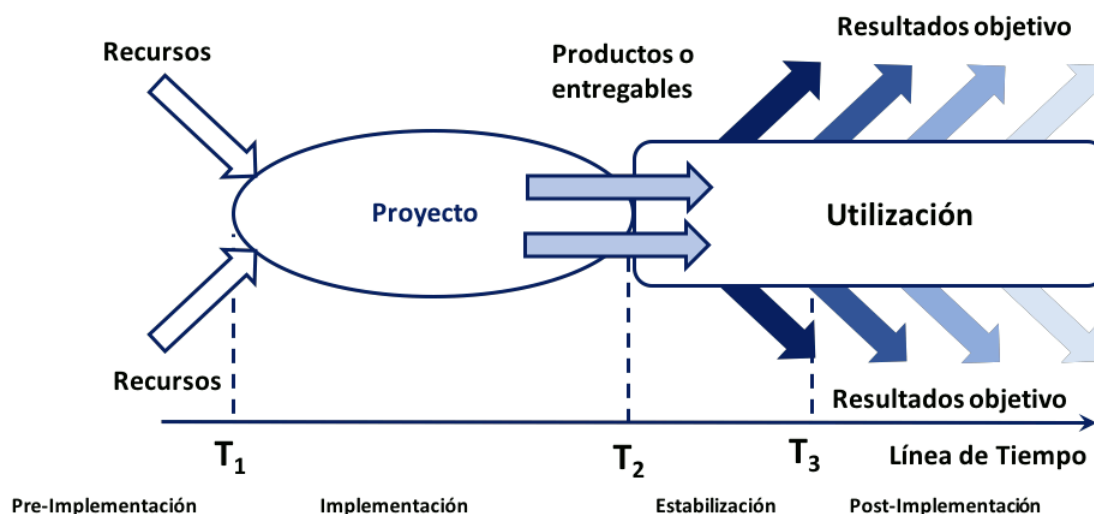
1. Patrocinadores del Negocio, quienes asignan los recursos, apoyan los objetivos y aseguran que las inversiones generen retorno y valor a la organización y a sus interesados.
2. Clientes y usuarios, quienes utilizan los productos, servicios y entregables construidos. Es el grupo de involucrados de "...mayor importancia, o por lo menos el que generalmente se toma en cuenta en la gran mayoría de las empresas..." (Díaz, 2013, p. 166). A partir del criterio de aceptación y utilidad que dan de los productos, estos involucrados reconocen los beneficios generados y retornan valor a la organización (Kerzner, 2009; Morris & Jamieson, 2005; Turner, 2008).
3. Proveedores, se constituyen en uno de los apalancadores de la creación del valor encomendado por la organización. Son responsables en conjunto con el equipo de proyecto, de construir los productos definidos en el alcance. Como lo advierte Díaz (2013), los proveedores (tanto internos como externos) generan "...valor mutuo, obteniendo beneficios y costes óptimos para cada uno de los participantes, siendo parte relevante del proceso de producción..." (p. 165). Dentro de este grupo de interés es relevante la siguiente distinción:
 - i. Interesados operacionales del proyecto, responsables de asegurar la sostenibilidad de los beneficios percibidos por clientes y usuarios. Por lo tanto, tienen la misión de que los patrocinadores del negocio capturen el valor planeado.
 - ii. Equipo de proyecto, es el grupo de interés de mayor impacto en el éxito, desarrollo y ejecución del proyecto. Las personas que conforman esta parte interesada son quienes, bajo el liderazgo del director de proyecto, materializan los objetivos, alcance y propuesta de valor encomendada. Es de tener en consideración que el equipo de proyecto está conformado por, los empleados asignados desde la estructura organizacional de la compañía, así como por las personas o empresas vinculadas a través de los proveedores de bienes y servicios adscritos a los proyectos (Kerzner, 2009; Verma, 1997).
4. Sociedad, son socios estratégicos de la organización y necesariamente del éxito en la ejecución

de su estrategia. La comunidad y en general la sociedad son de relevancia en el plan estratégico. Por consiguiente, entre muchas razones, en la estructuración y ejecución de los proyectos, es requerido tener en consideración la atención de las disposiciones que regulan la interacción con la comunidad. Así como, estar atento a que las acciones desde los proyectos no vayan en contra de sus intereses, sino que por el contrario se satisfaga las necesidades, expectativas, y sean fuente de generación de valor y beneficio para cada uno de sus integrantes (Díaz, 2013; ISO, 2006; Yepes, Peña, & Sánchez, 2007).

4.1.3 Modelo entrada - transformación – resultado ITO

Es importante precisar donde se identifica y asegura el éxito, o en donde se puede fallar en la entrega de valor por parte del proyecto. Para esto, el modelo de Entrada – Transformación – Resultado ITO³⁷ de Smyrk (1995), presentado en la Figura 4-7, es de gran utilidad para comprender el ciclo de vida de los proyectos.

Figura 4-7. Modelo entrada – transformación – resultado ITO.



Fuente: Adaptado de Zwikael & Smyrk (2011, p. 25).

El modelo ITO indica que existe una diferencia relevante entre los productos³⁸ o entregables del proyecto, y los resultados o propósitos que se esperan del mismo. Los productos son logrados

³⁷ ITO nemónico del modelo Input – Transform – Outcome propuesto por Zwikael & Smyrk (2011).

³⁸ Smyrk (1995) califica los productos, como las salidas del proceso de transformación de los recursos o entradas.

con el trabajo realizado durante la ejecución del proyecto (PMI, 2017a); alcance a través del cual se incorporan nuevas capacidades organizacionales o se modifican capacidades existentes (Chih & Zwikael, 2015). A su vez, los resultados son los efectos deseados y propósitos subyacentes que se requieren materializar, como consecuencia de las capacidades incorporadas o modificadas por el proyecto (Zwikael & Smyrk, 2011).

Aquí se entiende que, los resultados surgen con la utilización que den las diferentes partes involucradas, especialmente clientes y usuarios (Malagón-Barinas, 2015), a los productos o entregables del proyecto. Si dicha utilización o uso no ocurre, el propósito esperado del proyecto no se materializa y por tanto se considera no exitoso.

Es importante precisar que en línea con Zwikael & Smyrk (2011), los resultados y beneficios no son lo mismo, pero si están totalmente ligados. Con ello se entiende que, corresponde a los resultados el rol habilitador de los beneficios.

Pre-implementación

Es la primera etapa en el ciclo de vida del proyecto y corresponde a las actividades previas al Inicio del Proyecto (momento T_1). Durante ese periodo se:

1. Identifican los grupos de interés, expectativas, necesidades y criterios de valoración (Jenner, 2014; OGC, 2009).
2. Construye el caso de negocio del potencial proyecto, asegurando su alineación a los objetivos y metas de la organización. Así mismo se identifican los beneficios e impactos para una o más de las partes interesadas (Jenner, 2014; OGC, 2010, 2009).
3. Evalúa el caso de negocio y la planeación del potencial proyecto, y se toma la decisión de asignación de recursos (PMI, 2017b).
4. Integra el proyecto al portafolio, en caso de ser pertinente su ejecución (PMI, 2017a).
5. Definen productos, resultados y entregables a construir por parte del proyecto (PMI, 2017a).
6. Planea y define lo pertinente a las prácticas de dirección de proyectos (OGC, 2009; PMI, 2017a)
7. Asignan los recursos que serán transformados o que contribuirán en la construcción de los productos y asegurarán los resultados (PMI, 2017a; Zwikael & Smyrk, 2011).

De conformidad con Kerzner (2014b), en esta etapa surgen las fallas denominadas de pre-implementación. Así que, las deficiencias en la estructuración del caso de negocio, la pobre identificación y análisis de los grupos de interés, y la inadecuada asignación y baja calidad de los recursos asignados al proyecto, serán causa de que el proyecto nunca se complete, o que no entregue los resultados propuestos (Malagón-Barinas, 2014).

En esta fase previa al inicio del proyecto es fundamental la identificación de las expectativas y necesidades del patrocinador, de los clientes y usuarios, y de los proveedores, entre las principales partes interesadas. De mismo modo, deben precisarse los criterios de éxito, los riesgos de implementación y del proyecto, y los mecanismos de medición con los cuales se valorarán los productos y entregables a incorporar por el proyecto.

Implementación

T₁- Inicio del proyecto: Representa el momento o la fecha en la cual la ejecución del proyecto o transformación de los recursos (entradas) en productos (salidas) inicia.

Esta etapa comprende las actividades, desde el momento T₁ y hasta T₂. Durante este periodo se transforman las entradas en resultados, y se:

1. Construyen los productos encargados al proyecto (PMI, 2017a).
2. Evalúan, aprueban o rechazan las solicitudes de modificación del alcance, tiempo o presupuesto asociados a los productos, con foco en la creación y materialización de valor (OGC, 2011a, 2009).
3. Ejecutan acciones mitigantes de los riesgos que pueden afectar el proyecto, los productos o los resultados que se obtienen con dichos productos (PMI, 2017a; Zwikael & Smyrk, 2011).
4. Evalúan las modificaciones que puede tener el caso de negocio y sus factores clave, como consecuencia de la ejecución del proyecto, la materialización de riesgos, la influencia de los grupos de interés, o impactos desde el entorno interno y externo (OGC, 2009; Zwikael & Smyrk, 2011).

Durante esta etapa se debe monitorear y valorar el comportamiento de las expectativas y criterios de aceptación de las partes interesadas (Serrador & Turner, 2015; Turner & Zolin, 2012). Al mismo tiempo, deben evaluarse los impactos sobre los beneficios y la factibilidad del caso de negocios (OGC, 2009).

T₂ – Productos construidos: T₂ representa el momento o fecha en la cual concluyen los trabajos de construcción de los productos del proyecto (Zwikaël & Smyrk, 2012). Es importante observar que no necesariamente en proyectos de TI se concluye en esta fecha. Esto en razón a que es responsabilidad del equipo del proyecto asegurar la estabilización de lo construido, cuando surgen problemas e incidentes en las TI relacionados con su puesta en productivo.

Estabilización de productos y materialización de resultados

Tercera etapa en el ciclo de vida, comprendida entre los momentos T₂ y T₃. En este periodo se:

1. Realiza el aseguramiento de la calidad de los productos incorporados.
2. Entrega de los productos para uso de clientes y usuarios.
3. Transfiere el conocimiento en el uso de las capacidades incorporadas por el proyecto.
4. Realiza gestión del cambio en las personas para la adopción y aprovechamientos de las nuevas capacidades.
5. Entrega de los productos al grupo de interesados operacionales, cuando aplique. Para asegurar la administración, operación, mantenimiento y sostenibilidad de los productos o capacidades incorporadas. Esta actividad se conoce como *handover* (Zwikaël & Smyrk, 2011).
6. Evalúan los productos y resultados por parte de las partes interesadas.

Durante esta etapa surgen brechas en las expectativas de los grupos de interés, entre las reales al entrar en contacto con los productos del proyecto y las identificadas en las etapas previas de pre-implementación e implementación.

Esta fase concluye con el cierre del proyecto, lo cual implica que:

1. Los resultados y propósitos planeados fueron asegurados.
2. Se pueden medir los impactos o cambios en los factores de negocio, afectados por las nuevas o modificadas capacidades organizacionales.
3. Se valoran los beneficios.

Los resultados y propósitos planeados están garantizados si alcanzan el umbral objetivo y existe una probabilidad aceptable de que continúen en este nivel en el futuro (Zwikaël & Smyrk, 2011).

Una parte importante del éxito de los proyectos, como lo afirma Dvir (2005), sucede en la etapa de entrega de los productos a los clientes, usuarios e interesados operacionales. Por su parte,

Zwikaël & Smyrk (2011) manifiestan que a través de la gestión del cambio y demás actividades emprendidas desde el proyecto y la organización, debe soportarse la utilización de los productos y asegurarse que los resultados sean generados efectivamente.

T₃. – Finalización del proyecto: Corresponde con el momento en el cual los entregables se encuentran asegurados y en uso, por clientes y usuarios (Zwikaël & Smyrk, 2011). Y, son administrados y operados por el grupo de interesados operacionales (Malagón-Barinas, 2014).

Post-Implementación

Es la cuarta y última etapa. Comprende las actividades, desde el momento T₃ y hasta que los productos incorporados por el proyecto se desincorporan, dejan de usarse o son entregados a otro proyecto para su modificación (Zwikaël & Smyrk, 2011).

Durante esta etapa es fundamental mantener la utilización de los productos (Zwikaël & Smyrk, 2011). Así como, asegurar que los resultados y propósitos que dieron origen al proyecto se continúen generando. En ese orden de ideas, los beneficios se materializan con la utilización de los impactos positivos incorporados por los proyectos. En la medida que continúe su uso, se crea y captura valor por parte de los grupos de interés (Bradley, 2012; Jenner, 2014; OGC, 2010; Zwikaël & Smyrk, 2011).

Lo expuesto hasta este punto implica que en la PM es requerida la alineación, entre los cambios a incorporar y la estrategia (OGC, 2010, 2011a). Esto, aún en escenarios de entorno cambiante, diversidad de intereses de los diferentes involucrados, y comportamientos propios de la organización, asociados a su cultura, estilos de dirección, liderazgo y comunicación. La alineación es el pilar para alcanzar las ventajas competitivas que requiere la empresa, a través del aprovechamiento de sus recursos y capacidades (Barney, 1991; Cohen & Levinthal, 1990; Jenner, 2014; Johnson *et al.*, 2002; Leonard-Barton, 1995; OGC, 2010; Teece, 2007, 2009).

4.1.4 Desempeño de los proyectos

En la ejecución de la estrategia, proyectos y portafolio, existe un panorama amplio de oportunidades para el desarrollo de mecanismos que permitan incrementar su tasa de éxito (Serra, 2016). Tradicionalmente los proyectos se han gestionado para cumplir con la entrega de productos, en un tiempo, alcance y presupuesto específico. Estos objetivos de éxito enmarcan lo que se ha

denominado la triple restricción o *iron triangle*³⁹ (Atkinson, 1999; Caccamese & Bragantini, 2012; PMI, 2017a).

No obstante, el enfoque de la triple restricción en la PM no es suficiente, por cuanto la sola entrega del producto no necesariamente implica la creación de valor para la empresa. Es fundamental la utilización de los resultados y los productos por parte de los clientes y usuarios, para que los beneficios se generen (Malagón-Barinas, 2014, 2015; Winter & Szczepanek, 2008; Zwikael & Smyrk, 2012).

En línea con lo anterior, y de conformidad con los resultados de las investigaciones de The Standish Group (2013), Malagón-Barinas (2014) y Merrow (2012), debe indicarse que existe diferencia entre, la medición de la gestión de los proyectos desde el foco de la triple restricción (Atkinson, 1999), y el éxito del proyecto en el foco de sus productos e impactos para la organización (Chih & Zwikael, 2015).

Malagón-Barinas (2014) afirma, como resultado de una investigación sobre factores de éxito que, entre otros, los siguientes aspectos afectan la dirección del proyecto:

1. Compromiso y soporte de la alta dirección.
2. Director de proyecto competente y empoderado.
3. Alineación del proyecto con la organización,
4. Cambios en el entorno interno y externo, tanto a nivel del proyecto como de la empresa.
5. Entendimiento del patrocinador del proyecto, a nivel del alcance, resultados y beneficios esperados.
6. Nivel de definición o calidad de la planeación del proyecto.
7. Gestión de cambios de alcance e impactos en los objetivos de beneficios y valor durante la ejecución.
8. Identificación e involucramiento de los clientes y usuarios durante la planeación y ejecución del proyecto, tanto como en la gestión de cambios.

Aquí vale la pena citar a la OGC (2009), quien en la introducción de *PRINCE2*® indica que “...no es suficiente construir la casa con éxito, a tiempo, dentro del presupuesto y con las especificaciones de calidad sí, al final, no podemos venderla o alquilarla con rentabilidad o vivir

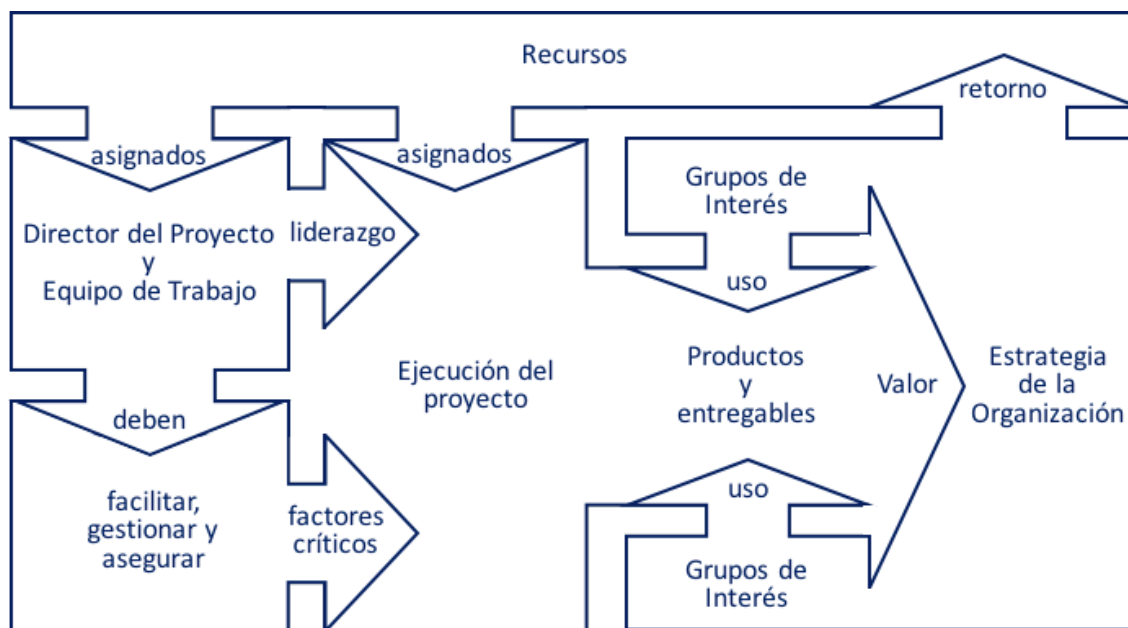
³⁹ En lengua inglesa y en el ámbito de proyectos, la triple restricción se conoce como *iron triangle*.

en ella felizmente...” (p. 5). Es decir, aunque la vista tradicional en la gestión de proyectos se ha enfocado en cumplir en tiempo, costo y alcance, ello no es suficiente. Se requiere que la dirección de proyectos se complemente con la gestión de beneficios (Badewi, 2015; Serra & Kunc, 2015).

Los bienes y servicios que se implementan deben cumplir con el propósito para el cual fueron contruidos, y los clientes y usuarios deben reconocer valor al usarlos. En complemento, Samset (2009), Shenhar *et al.* (2001) y Zwikael & Smyrk (2012), han demostrado que un proyecto puede considerarse como no exitoso o fallido aun cuando se cumpla con la triple restricción y se entreguen los productos planeados.

Por último, y en línea con el alcance de esta investigación, el éxito de la dirección de los proyectos y el portafolio se determina cuando estos crean valor para la empresa y generan beneficios para clientes y usuarios. Esto se representa en el diagrama conceptual de la Figura 4-8 (Kerzner, 2009, 2015; Martinsuo & Killen, 2014; Serra, 2016; Zwikael & Smyrk, 2012). En esa ilustración se puede observar la relación entre las diferentes partes y componentes de la dirección del proyecto.

Figura 4-8. Gestión del desempeño en la dirección de proyectos.



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, la Figura 4-8 permite comprender que:

1. El propósito de los proyectos es contribuir a los objetivos estratégicos y organizacionales de la

- empresa, a través de la creación de valor como retorno de los recursos entregados para tal fin.
2. El equipo de proyecto con el liderazgo del director proyecto, deben gestionar y asegurar los factores críticos propios del proyecto, con el fin de materializar los productos y entregables.
 3. El desempeño del proyecto está ligado al uso que las partes interesadas realicen de los productos y entregables construidos en el proyecto.
 4. El resultado de la utilidad que encuentren los grupos de interés, en los cambios incorporados por el proyecto, se traduce en generación de los beneficios y captura valor para la empresa.

4.2 Gestión de beneficios en proyectos de TI

La gestión de beneficios BM⁴⁰ en los proyectos de TI, surgió en la década de los 1980's, para racionalizar la forma como se asignaban los recursos en tecnología. Esto, teniendo en cuenta que predominaba la vista tecnocrática y, no se contemplaba un análisis de retorno de estas inversiones (Bradley, 2012; Breese, 2012).

La BM específicamente aplicado a las TI ha recibido la atención de consultores (Bloch *et al.*, 2012; Breese, 2012; Deloitte, 2009; Lewis, 2011), investigadores (Badewi, 2015; Barlish & Sullivan, 2012; Caldeira *et al.*, 2012; Coombs, 2015) y académicos (Bradley, 2012; Doherty, Ashurst, & Peppard, 2012; Jenner, 2014; Letavec, 2014; Serra, 2016). Así mismo, existen las certificaciones en gestión de valor y beneficios: *Management of Value MoV®* y *Managing Benefits®* emitidas bajo el direccionamiento de la *Office of Government Commerce* del Reino Unido.

La BM complementa la estructuración y valoración del caso de negocios de las iniciativas de inversión de las TI (Nielsen & Persson, 2017; Probert *et al.*, 2013). Mientras el análisis financiero se enfoca en evaluar y justificar las inversiones (OGC, 2009). La BM de TI contribuye en identificar y cuantificar los impactos positivos en las áreas de negocio impactadas por las inversiones (Ward & Daniel, 2012). En la evaluación de programas y proyectos de TI, así como en prácticamente todas las iniciativas de inversión en la organización, la planificación de costos, inversiones y beneficios deben integrarse y gestionarse conjuntamente (Venkataraman & Pinto, 2008).

⁴⁰ BM *Benefits Management* o gestión de beneficios.

En la ejecución e incorporación de las TI, la planeación, control y monitoreo de costos, presupuesto, grupos de interés y riesgos esta apalancado por las prácticas de gestión de proyectos (APM, 2006; OGC, 2009; PMAJ, 2005; PMI, 2017a). El aseguramiento de los beneficios para los grupos de interés y creación de valor para la empresa se asegura con la gestión de beneficios (Bradley, 2012; Jenner, 2014; OGC, 2011a).

Debe anotarse que los cuerpos de conocimiento en proyectos que integran la BM en el ámbito de la dirección de proyectos son *APM Body of Knowledge* (APM, 2006), PMI (2017a) y *PRINCE2®* (OGC, 2009). A nivel de gestión de programas tanto *Managing Successful Programmes* OGC (2011b), como *The Standard for Program Management* PMI (2017c), hacen parte de sus prácticas lo concerniente a beneficios.

En *PRINCE2®* la identificación, control y realización de beneficios la hace parte de todo el ciclo de vida del caso de negocios. Este enfoque está alineado con la practica *Management of Value*, orquestada, igualmente desde la *Office of Government Commerce* del Reino Unido (OGC, 2010). En *PRINCE2®* “...el propósito del Caso de Negocios es establecer mecanismos para evaluar si el proyecto es (y sigue siendo) deseable, viable y alcanzable como un medio para apoyar la toma de decisiones sobre su (continuidad) inversión...” (OGC, 2009, p. 21).

De acuerdo con la gran variedad de procesos identificados en la revisión de la literatura, puede decirse que la gestión de beneficios de TI está relacionada con los siguientes aspectos:

1. Análisis (Letavec, 2014; PMI, 2017c).
2. Cuantificación (Jenner, 2014; PMI, 2017c).
3. Desarrollo de otros beneficios (Ward & Daniel, 2012).
4. Ejecución (OGC, 2009; Ward & Daniel, 2012).
5. Entrega (Ashurst, 2011; Letavec, 2014; PMI, 2017c).
6. Estructuración (OGC, 2009; PMI, 2017c; Ward & Daniel, 2012).
7. Explotación (Ashurst, 2011).
8. Generación (Jenner, 2014; OGC, 2009).
9. Identificación (Jenner, 2014; Letavec, 2014; PMI, 2017c; Ward & Daniel, 2012).
10. Implementación (Jenner, 2014; OGC, 2009).
11. Planeación (Ashurst, 2011; Jenner, 2014; Letavec, 2014; OGC, 2009; PMI, 2017c; Ward & Daniel, 2012).

12. Revisión (Ashurst, 2011; Jenner, 2014; OGC, 2009; PMI, 2017c; Ward & Daniel, 2012).

13. Sostenibilidad (Letavec, 2014; PMI, 2017c).

Adicionalmente, Badewi (2014, 2015) y Serra & Kunc (2015) investigando la relación entre gestión de beneficios y dirección de proyectos, desde diferentes perspectivas, identificaron que la gestión de beneficios aplicada de manera individual e independiente de la de proyectos, no es suficiente ni efectiva. Los trabajos de estos investigadores permiten concluir que:

1. La práctica de gestión de beneficios está más correlacionada con el éxito en la creación de valor para el negocio, que con el éxito de la gestión de proyectos (Cooke-Davies, 2002; Serra & Kunc, 2015).
2. La aplicación de la práctica de gestión de beneficios de manera independiente de la de proyectos, conlleva a una baja contribución y bajo desempeño.
3. La gestión de beneficios y la gestión de proyectos están correlacionadas. Por lo tanto, al aplicarlas en conjunto, se tiene un significativo incremento en el éxito del proyecto, y en consecuencia, un impacto positivo en el desempeño del portafolio (Badewi, 2015).
4. La gestión de beneficios tiene una significativa contribución en la definición de objetivos y productos requeridos por la organización y grupos de interés (PMI, 2017a).
5. Se identificó que dicha contribución está altamente asociada a la percepción general de éxito del portafolio (Serra & Kunc, 2015).

De acuerdo con lo anterior y en línea con Melton, Yates & Iles-Smith (2007) y Thomas & Mullaly (2008, 2009), debe afirmarse que la dirección de proyectos es la piedra angular de la gestión de beneficios y de la materialización del portafolio. Así mismo, el éxito del proyecto y el desempeño del portafolio se ven afectados significativamente cuando de forma simultanea se ejercen las prácticas de gestión de beneficios (Badewi, 2015; PMI, 2017a; Serra, 2016).

Esta última afirmación indica que, en la dirección del portafolio no solo está presente el objetivo de entregar muy buenos productos, a través de programas y proyectos (Kerzner, 2014b), sino que existe la responsabilidad por asegurar la generación de beneficios por parte de los grupos de interés (Johnson *et al.*, 2002; Serra, 2016). Y con ello, maximizar el valor de la organización (Costantino, Di Gravio, & Nonino, 2015; OGC, 2011a, 2009).

Al llegar a este punto y en consonancia con Badewi (2015), debe indicarse que para aprovechar la contribución de la gestión de beneficios en el desempeño del portafolio (Kodukula, 2014; PMAJ,

2005), es requerido identificar, estimar y gestionar dichos impactos durante todo el ciclo de los proyectos, desde la fase de selección del portafolio, y durante la ejecución del mismo (Chih & Zwikael, 2015; OGC, 2009; PMI, 2017b). Adicionalmente la gestión de beneficios, en el ámbito de contribución al desempeño del portafolio, contribuye en el aumento de la efectividad en:

1. La elaboración del caso de negocios de programas y proyectos (Williams & Samset, 2010).
2. La estructuración y selección del portafolio de proyectos (Jenner, 2014; Kaiser, El Arbi, & Ahlemann, 2015).
3. La optimización de los recursos escasos a asignar, y la maximización del valor a crear (Vitolo & Cipparrone, 2014).
4. El balanceo del portafolio ante riesgos y cambios en el entorno interno y externo (Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2002b; Markowitz, 1991).
5. La generación y medición del valor creado a clientes, usuarios y demás grupos de interés (Serra, 2016).

4.3 Nivel de desarrollo de las capacidades en proyectos de TI para crear valor

La incorporación de capacidades de negocio es esencial para el desarrollo de ventajas sostenibles, que resuelvan problemas complejos de manera efectiva, y en la creación de valor para accionistas, clientes, usuarios y demás grupos de interés (Levinthal, 2000). Así mismo, cuando, en comparación con otras compañías, una capacidad le permite a la empresa obtener soluciones efectivas y reconocidas de manera exitosa, se afirma que la capacidad se ha desarrollado y es fuente de diferenciación (Schreyögg & Kliesch-Eberl, 2007).

Sin embargo, y en línea con Forstner *et al.* (2014), Linhart *et al.* (2015) y Afflerbach *et al.* (2016), a pesar de la contribución de las capacidades en el desarrollo de los objetivos estratégicos y organizacionales, las investigaciones de académicos, profesionales e industriales, permiten concluir que no necesariamente el desarrollo de una capacidad en el nivel más alto, contribuye con la maximización del potencial de valor a crear para la empresa.

La anterior situación aplicada al contexto de los proyectos de TI, conlleva el riesgo de una equivocada asignación de recursos económicos y no económicos en la incorporación de funcionalidades, características y, en algunos casos, capacidades tecnológicas que no contribuyen con incremento de valor, o que se constituyan en fuentes de destrucción del valor creado.

Las principales herramientas para el desarrollo de las capacidades organizacionales son los modelos de madurez de proceso (Pöppelbuß *et al.*, 2011; Röglinger, Pöppelbuß, & Becker, 2012). Los modelos de madurez recomiendan que capacidades una organización debería desarrollar, no obstante, muchos de ellos no contribuyen en identificar ni evaluar el nivel en el cual dichas capacidades deberían incorporarse.

La mayoría de estos modelos, adoptan la teoría del ciclo de vida de la evolución, en la cual una secuencia predefinida de etapas de desarrollo de la capacidad debe alcanzarse, de manera completa, lineal e irreversible (Van de Ven y Poole, 1995 citado por Forstner *et al.*, 2014). El foco de estas perspectivas es alcanzar el máximo nivel de madurez, sin considerar el aprovechamiento que realiza la empresa de los excedentes desarrollados no requeridos (Plattfaut *et al.*, 2011).

Otros modelos de madurez desaconsejan la búsqueda del mayor alcance, y proponen la investigación y diseño de modelos para el desarrollo de las capacidades según la contribución al valor. Esta perspectiva en la contribución al conocimiento de la dirección empresarial, se enmarca en las investigaciones de los procesos de negocio basados u orientados en valor, conocidas como *Value-oriented* o *Value-based Business Process Management* (Afflerbach *et al.*, 2016; Forstner *et al.*, 2014; Lehnert *et al.*, 2017; Linhart *et al.*, 2015; Röglinger *et al.*, 2012).

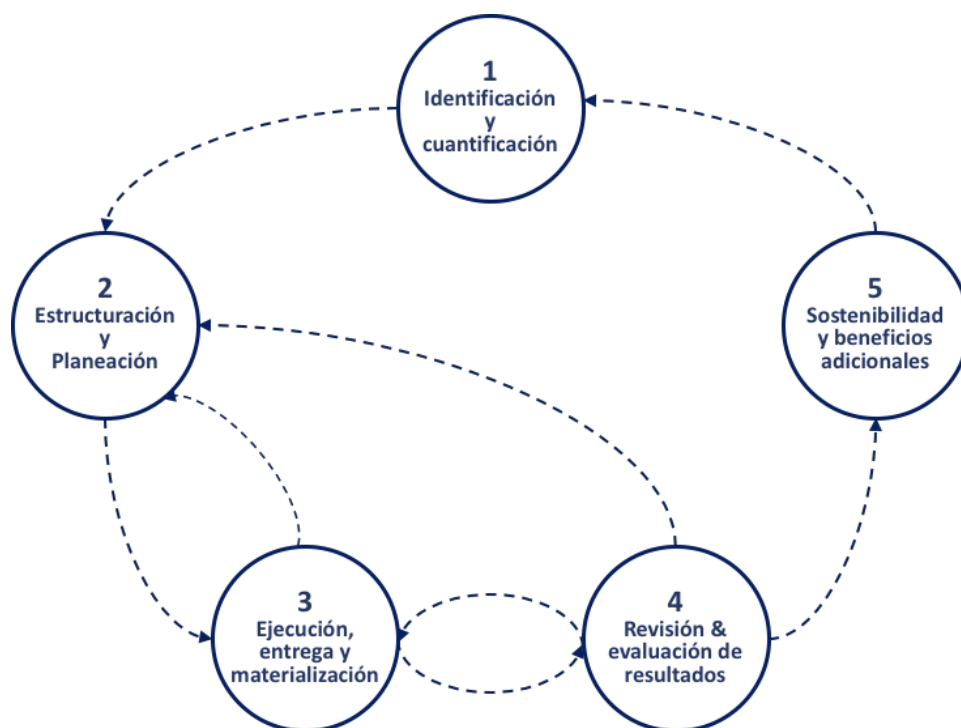
4.4 Ciclo de gestión de beneficios en proyectos de TI

El modelo de gestión de beneficios BM de la Universidad de *Cranfield* ilustrado en la Figura 4-9, a nivel de procesos y alcance, es equivalente al Ciclo de Vida de Programas sobre el que se desarrolla el *Standard for Program Management* (PMI, 2017c). De acuerdo con Ashurst *et al.* (2008), Breese *et al.* (2015) y Ward & Daniel (2012), y en línea con el modelo de la Universidad de *Cranfield*, la gestión de beneficios está compuesta por los siguientes cinco grupos de procesos:

1. Identificación y cuantificación de beneficios. En esta fase se determinan los beneficios potenciales de la iniciativa de TI. De acuerdo con su naturaleza, se alinean los potenciales beneficios con los procesos y áreas de negocio, tanto con los objetivos organizacionales (PMI, 2017c; Ward & Daniel, 2012). Así mismo se identifican los beneficios que son más relevantes y de impacto para los tomadores de decisión.
2. Estructuración y planeación de beneficios. Tiene como propósito la elaboración del plan completo para lograr la materialización de los beneficios y el caso de negocios para evaluar la

viabilidad de la inversión (Ward & Daniel, 2012). Se requiere definir un responsable del área de negocio por cada uno de beneficios dentro del plan. Aquellos beneficios a los que no sea posible asignar responsable o estructurar un plan, deberán ser descartados (Ward, Taylor, & Bond, 1996). Por otro lado, como parte del alcance en la estructuración del caso de negocios, los costos totales de la incorporación de las TI, como de los cambios en el negocio, serán valorados con el fin de tomar la decisión sobre la viabilidad de iniciativa de proyecto (Venkataraman & Pinto, 2008).

Figura 4-9. Ciclo de gestión de beneficios de proyectos de TI.



Fuente: Adaptado de Ward & Daniel (2012, p. 69)

3. Ejecución, entrega y materialización de beneficios. En esta etapa se incorporan las TI, se realizan los cambios desde la TI en los procesos, se desarrollan las nuevas competencias y cambios de comportamiento en las personas, y se generan los resultados asociados a las nuevas capacidades organizacionales de acuerdo con lo planeado (Ward *et al.*, 1996). Durante esta etapa, en el ciclo de los beneficios, se ejecutan todas las acciones necesarias para generar todos los resultados especificados en el plan de beneficios (Ashurst & Doherty, 2003; PMI, 2017c). Según lo anterior y en línea con Ashurst (2011), Serra (2016) y Zwikael & Smyrk (2011) debe afirmarse que el alcance de esta etapa, va desde el momento en que se da inicio al proyecto

desde el portafolio y hasta que los beneficios son utilizados de manera estable por parte de los grupos de interés, en armonía con lo expuesto en el modelo *ITO*.

4. Revisión y evaluación de resultados. En la medida que se van incorporando los cambios, entregando resultados y generando los beneficios, debe hacerse seguimiento, monitoreo, control y revisión para evaluar el cumplimiento del plan de materialización de beneficios (Letavec, 2014; Serra, 2016). Así mismo, una vez las nuevas TI en el negocio han entregado resultados y son utilizados por los grupos de interés, debe realizarse una evaluación, que permita determinar que realmente fue logrado por el proyecto (Ward & Daniel, 2012).
5. Sostenibilidad y beneficios adicionales. La sostenibilidad e identificación de beneficios emergentes es la etapa final del ciclo de vida de los beneficios. El propósito de la sostenibilidad de los beneficios es asegurar que la empresa y en particular las áreas de negocio impactadas por las TI incorporadas, sean capaces de mantener la generación de beneficios a través de la utilización de las nuevas capacidades tecnológicas y resultados entregados, cuando el programa o proyecto que las incorporó cierre (Letavec, 2014). En esta etapa se deben capitalizar los beneficios emergentes que surgen con las capacidades tecnológicas ya incorporadas (Serra, 2016). Lo cuáles no se habían previsto en las etapas de identificación y planeación. Por lo tanto, en esta etapa se busca maximizar y extender la entrega de valor a partir de los cambios y resultados ya incorporados (Ward & Daniel, 2012).

4.5 Resumen del capítulo

La estrategia de la empresa se materializa por medio del desarrollo de las capacidades organizacionales (Meskendahl, 2010; Morris & Jamieson, 2005; Müller *et al.*, 2008). Normalmente, los proyectos como piezas fundamentales en la materialización de la estrategia corporativa, son los encargados del desarrollo de dichas capacidades, contribuyendo así a las ventajas competitivas de la empresa (Kerzner, 2010).

La participación de los grupos de interés, durante todo el ciclo de la dirección del proyecto PM y de la gestión de beneficios BM, es fundamental, no solo para asegurar el desempeño de los proyectos, sino para lograr la creación y captura de valor. Lo anterior, en razón a que permite:

1. Comprender los factores organizacionales e intereses particulares de las personas que puedan tener algún tipo de impacto, influencia o poder sobre los objetivos del proyecto y que puedan

afectar la capacidad de la organización para implementar los cambios requeridos y lograr los beneficios esperados (Letavec, 2014; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012).

2. Obtener la asignación, aceptación y compromiso de roles y responsabilidades por parte de los grupos de interés de los cambios, resultados, beneficios y objetivos empresariales, e identificar los factores organizacionales que permitirán o frustrarán la materialización de los beneficios (Jenner, 2014; OGC, 2010; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012) .
3. Identificar otros cambios que estén o puedan ocurrir a nivel interno o externo en la empresa, y cuyos resultados y beneficios afecten los cambios o el compromiso y percepción de uno o varios de los grupos de interés sobre la iniciativa objeto de planeación (Ward & Daniel, 2012).
4. Contribuir en la apropiación, utilización y sostenibilidad de los beneficios generados con la incorporación de las TI (Bradley, 2012; Jenner, 2014; Ward & Daniel, 2012).

Existe una diferencia relevante entre los productos o entregables del proyecto y los resultados o propósitos que se esperan del mismo. Los productos son logrados con el trabajo realizado durante la ejecución del proyecto (PMI, 2017a). A su vez, los resultados son los efectos deseados y propósitos subyacentes que se requieren materializar, como consecuencia de las capacidades incorporadas o modificadas por el proyecto (Zwikael & Smyrk, 2011). Aquí se entiende que, los resultados surgen con la utilización que den a los productos o entregables construidos por el proyecto (Malagón-Barinas, 2015). Si dicha utilización o uso no ocurre, el propósito esperado del proyecto no se materializa y por tanto se considera no exitoso.

La PM y el éxito del proyecto están relacionados con: el establecimiento de mecanismos para identificar y planear proyectos; la alineación de los proyectos con las metas organizacionales a corto, mediano y largo plazo; el apoyo a la toma decisiones hacia objetivos de valor; y, en la ejecución de los proyectos, hacia la generación de beneficios y captura del valor planeado. Es así que, la PM como capacidad organizacional basada en el conocimiento (Jugdev & Müller, 2005) y encargada de construir valor para la organización, debe complementarse con la gestión de beneficios BM (Badewi & Shehab, 2016; Kerzner, 2015; Morris, 2013a; Serra & Kunc, 2015).

Ser exitoso en la PM y entregar resultados para la generación de beneficios (Kerzner, 2015; Morris, 2013b; Turner, 2014), es la principal misión del director del proyecto (Too & Weaver, 2013). En este objetivo, es requerido que el director del proyecto cuente con habilidades, destrezas y competencias que le permitan, entre otros, maniobrar entre los requisitos y recomendaciones de

las mejores prácticas, así como entre las restricciones y la incertidumbre específicas del proyecto y su entorno. Es relevante tener en consideración que la relación entre estos factores, requisitos y restricciones es tal que, si alguno de ellos cambia, es probable que al menos otro se vea afectado; y los interesados en el proyecto pueden tener opiniones diferentes sobre cuáles son los más importantes, lo que constituye un desafío mayor para la dirección de proyectos (PMI, 2017a).

El ciclo de gestión de beneficios de la universidad de *Cranfield* desarrollado por Ward *et al.* (1996), es de mayor aceptación por parte de académicos e investigadores. De acuerdo con este modelo, la gestión de beneficios está compuesta por cinco grupos de procesos (Ashurst *et al.*, 2008; Breese *et al.*, 2015; Ward & Daniel, 2012):

1. Identificación y cuantificación de beneficios
2. Estructuración y planeación de beneficios
3. Ejecución, entrega y materialización de beneficios
4. Revisión y evaluación de resultados
5. Sostenibilidad y beneficios adicionales

El enfoque en la identificación está en determinar los beneficios requeridos por la organización en las áreas de negocio, esto en línea con las capacidades de TI requeridas por la estrategia. Lo anterior como insumo para diseñar los cambios tecnológicos que deben incorporarse, desde el proyecto, para lograr dichos beneficios.

La revisión y evaluación de los beneficios cumplen tres propósitos principales. Por un lado, permiten evaluar el retorno sobre la inversión. Por el otro, proporcionan aprendizaje organizacional aplicable para futuros proyectos. Adicionalmente, permiten determinar posibles ajustes en los proyectos en ejecución, de tal modo que se puedan extraer mayores beneficios y/o corregir el rumbo, cuando no se están logrando los propósitos planeados (Ward & Daniel, 2012). En todos los casos, la revisión y evaluación de beneficios debe enfocarse, desde la perspectiva empresarial, hacia la maximización de los beneficios de la inversión asignada, y en aumentar la probabilidad de éxito en la materialización de beneficios en inversiones futuras (Ward & Daniel, 2012).

La identificación de beneficios adicionales de las TI ya incorporadas, debe ser parte del proceso de gestión del valor desde el portafolio (Ward & Daniel, 2012). Este enfoque basado en los

beneficios emergentes contribuye en la identificación y recopilación de la base de iniciativas a evaluar en la selección del portafolio de proyectos de TI.

Por último, de la exploración y revisión de la literatura que fundamenta este capítulo debe indicarse la alineación de la creación de valor de esta investigación con la perspectiva de *Value-oriented* o *Value-based Business Process Management*. En particular, debe rescatarse de los trabajos de Afflerbach *et al.* (2016), Forstner *et al.* (2014) y Linhart *et al.* (2015) que no necesariamente el desarrollo de una capacidad en el nivel más alto, contribuye con la maximización del potencial de valor a crear para la empresa.

5

PORTAFOLIO DE PROYECTOS

Los objetivos y metas estratégicas de la organización son el fundamento para identificar las brechas entre la situación presente de la empresa y la futura deseada. Estas brechas son el valor a crear, y están asociadas con las capacidades a habilitar (Kaplan & Norton, 2008). El cierre de estas brechas es el alcance encomendado por el plan estratégico de la compañía, para ser materializado por el portafolio de proyectos (Thiry, 2002).

Portafolio es una palabra que se compone del verbo en latín *portare* (llevar) y el sustantivo *folium* (hoja), y, tiene origen en el italiano *portafoglio*, y en el francés *portefeuille*. En consecuencia, adicional a conceptuarse portafolio como el porte de documentos, se entiende como el porte de una agrupación de responsabilidades. En concordancia con esto último, se acoplan las definiciones del diccionario Oxford, al decir que el portafolio es el “...conjunto de inversiones en posesión de una persona u organización...”, y, el “...conjunto de productos y servicios ofrecidos por una organización...”.

En el contexto de la presente investigación, se identifica que existen diversas definiciones para portafolio de proyectos. Aunque estas definiciones son generalmente consistentes entre sí, como se muestra a continuación, cada una enfatiza en algún aspecto diferente:

- El *Project Management Institute* - PMI (2017a) acentúa que el logro de los objetivos estratégicos se da por la coordinación entre proyectos, sin que ello implique que están relacionados de manera directa, o sean interdependientes. “Un portafolio consiste en proyectos, programas, subconjuntos de portafolio y operaciones gestionados como un grupo con objeto de alcanzar los objetivos estratégicos...” (p. 9).
- La *Office of Government Commerce* - OGC (2011a) resalta en la definición del portafolio la relación entre la inversión y los cambios requeridos por la estrategia. Así mismo, da relevancia a la perspectiva de los procesos y decisiones para la eficacia del portafolio. “Los portafolios representan la totalidad de la inversión de una organización (o una parte de esta) en los cambios requeridos para alcanzar sus objetivos estratégicos...” (OGC, 2011a, p. ix). Y, “...la gestión del portafolio es la acción coordinada de procesos estratégicos y decisiones que, conjuntamente, permiten un balance más eficaz del cambio organizacional...” (OGC, 2011a, p. 131), y del quehacer habitual de las empresas.
- La *International Project Management Association* - IPMA (2006) hace hincapié en que debe lograrse el control, coordinación y optimización de la totalidad del portafolio. “Un portafolio

es definido por la ICB⁴¹ como un conjunto de proyectos y/o programas, los cuáles no necesariamente están relacionados, pero se mantienen juntos para el control, coordinación y optimización del portafolio en su totalidad...” (IPMA, 2006, p. 17).

- La *Association for Project Management* - APM (2006) resalta que para el logro de los objetivos estratégicos, el portafolio debe ejecutarse bajo el patrocinio de la organización, e incluir actividades que no necesariamente son proyectos o programas. “Un portafolio es una agrupación de proyectos, programas y otras actividades, ejecutadas bajo el patrocinio de la organización...” (APM, 2006, p. xv).
- Kodukula (2014) enfatiza que los proyectos que conforman el portafolio deben ser generadores de valor. “Un portafolio de proyectos es una colección de proyectos estratégicamente alineados y generadores de valor que ayudan al logro de las metas organizacionales” (p. 5).

Con fundamento en la revisión de la literatura relacionada con portafolio de proyectos, y en particular a partir de los trabajos de APM (2006), IPMA (2006), Kodukula (2014), OGC (2011a), PMAJ (2005), PMI (2017a) y Turner (2008), se realiza la siguiente definición:

Portafolio de proyectos

Es una herramienta estratégica que contribuye en el desarrollo de las metas y objetivos empresariales, mediante la acción coordinada de programas, proyectos y otras actividades, y, el óptimo balance y rendimiento entre recursos, riesgos, capacidades, y valor a crear para los grupos de interés.

Este capítulo está organizado en las siguientes secciones. La primera se enfoca en la dirección del portafolio de proyectos PPM⁴², se presentan sus dos principales etapas, y los factores que influyen en el desempeño. En la segunda sección encontrará aspectos relativos a la teoría moderna del portafolio MPT⁴³ de Markowitz, los métodos y modelos usualmente aplicados en la selección de los proyectos PPS⁴⁴. La tercera sección tiene como fin describir las fases en la PPS. Por último, la cuarta sección tiene como fin resumir los aspectos relevantes de este capítulo para los objetivos propuestos en esta tesis.

⁴¹ ICB: *IPMA Competence Baseline*.

⁴² PPM: *Project Portfolio Management*, o dirección del portafolio de proyectos.

⁴³ MPT: *Modern Portfolio Theory*, o teoría moderna del portafolio de Markowitz.

⁴⁴ PPS: *Project Portfolio Selection*, o selección del portafolio de proyectos.

5.1 Dirección del portafolio de proyectos

El portafolio de proyectos es una herramienta estratégica que contribuye en el desarrollo de las metas y objetivos empresariales (Vitolo & Cipparrone, 2014), mediante la acción coordinada de programas, proyectos y otras actividades. El componente principal de este propósito es la selección del conjunto de proyectos del portafolio, maximizando el balance entre recursos, riesgos, capacidades, y valor a crear (APM, 2006; IPMA, 2006; Kodukula, 2014; PMAJ, 2005; PMI, 2017b; Turner, 2008).

El portafolio se diferencia de los programas y de los mega-proyectos, en que los proyectos que lo conforman, no requieren metas compartidas (Turner, 2014). Simplemente, los proyectos están alineados a las necesidades de la empresa, tienen diferentes requerimientos (Martinsuo & Lehtonen, 2007), y compiten por recursos limitados⁴⁵ (Kaiser *et al.*, 2015). De modo que, uno de los desafíos del portafolio sea, el balance y gestión de los diferentes recursos, entre una multitud de proyectos (Martinsuo & Lehtonen, 2007).

Los proyectos respecto a la utilización de los recursos, al igual que en la materialización de capacidades organizacionales, resultan interdependientes (Martinsuo & Killen, 2014). De manera que los múltiples proyectos del portafolio deban ser evaluados, seleccionados y gestionados para crear valor sinérgico entre ellos, a lo largo del tiempo.

El portafolio de proyectos de acuerdo con Cooper, Edgett & Kleinschmidt (1997), Jonas (2010), Killen, Hunt & Kleinschmidt (2008), Kopmann *et al.* (2015), Lechler & Byrne (2010), Martinsuo & Lehtonen (2007), Meskendahl (2010), Patanakul, Curtis & Koppel (2013), Shenhar *et al.* (2001), Teller *et al.* (2012) y Voss & Kock (2013), debe caracterizarse por:

1. Implementar con éxito la estrategia de la organización.
2. Habilitar a la compañía para el futuro.
3. Balancear la asignación de recursos y exposición a riesgos.
4. Crear valor sinérgico entre los proyectos.
5. Lograr los objetivos de los proyectos.

⁴⁵ La limitación y restricción de recursos, tratada en este punto, hace referencia al hecho que, en la organización, los recursos pueden tener diferente valoración, así como variados requerimientos de uso. Así que, lo habitual es que las necesidades de asignación de recursos superen la disponibilidad de los mismos y, por lo tanto, sean una limitación y restricción.

La dirección del portafolio de proyectos PPM⁴⁶ contempla los “...procesos y rutinas que permiten la coordinación entre los programas y proyectos de una organización para alcanzar los objetivos estratégicos del negocio, e incluye procesos y rutinas relacionados con la priorización, la efectiva dirección de proyectos y asignación de recursos...” (Daniel *et al.*, 2014, p. 96).

En la PPM se encuentra incluida: la alineación y priorización de los proyectos con los objetivos estratégicos y organizacionales; la asignación y gestión efectiva de los recursos (Archer & Ghasemzadeh, 1999); la acción coordinada de proyectos (IPMA, 2006; Turner, 2014); y, el aseguramiento y entrega de resultados (Johnson *et al.*, 2002; OGC, 2009; PMI, 2017b). Todo lo anterior para que las partes interesadas generen beneficios con su uso (Serra & Kunc, 2015); y, a partir de ello, la empresa capture el valor y retorno asociado a los recursos invertidos.

La PPM es un proceso de decisiones dinámico (Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2001) y complejo (Martinsuo, Korhonen, & Laine, 2014). La PPM es un proceso dinámico porque:

1. Sistemáticamente se revisa y prioriza el portafolio en ejecución. Así como, el banco de potenciales proyectos (Levin & Wyzalek, 2015).
2. Dependiendo de las necesidades organizacionales, prioridades y criterios de maximización de recursos y valor, se evalúa la pertinencia y viabilidad de continuar con los proyectos en ejecución (Martinsuo *et al.*, 2014; Martinsuo & Lehtonen, 2007).
3. Revisa la priorización y decide qué proyectos deben ser incluidos y excluidos del portafolio (Cooper *et al.*, 2001).
4. Asegura que los proyectos que contribuyan en el mejor balance de riesgos (IPMA, 2006), capacidades y valor a crear (OGC, 2010, 2011a), se mantengan activos y con la asignación de recursos requerida (Cooper *et al.*, 2001; PMI, 2013).

La complejidad de la PPM se incrementa con (Martinsuo *et al.*, 2014):

1. La pluralidad de criterios, y la diversidad de tomadores de decisión
2. La colisión entre expectativas, necesidades y prioridades de los grupos de interés.
3. La variedad de riesgos transversales, organizacionales y específicos.
4. El riesgo en la incorporación de los proyectos.
5. Las restricciones y limitaciones asociadas a los recursos requeridos y disponibles.

⁴⁶ PPM acrónimo de *Project Portfolio Management*, o dirección del portafolio de proyectos.

Los tres propósitos principales de la PPM son (Cooper *et al.*, 2002b, 2004; Jonas, 2010; Killen & Hunt, 2010; Kopmann *et al.*, 2015; Martinsuo *et al.*, 2014; Teller *et al.*, 2012; Voss & Kock, 2013):

1. Alineación estratégica: Alinear el alcance y metas de los proyectos con los objetivos organizacionales y estratégicos. El portafolio de proyectos debe reflejar integralmente la estrategia de la empresa (Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2002a).
2. Maximización del valor. Interpretado generalmente en términos financieros. Sin embargo, como lo advierten Kopmann *et al.* (2015) y Martinsuo *et al.* (2014) es fundamental que la maximización del valor incluya factores no financieros, pero que de manera indirecta representen creación de valor para la empresa. El fin es la asignación óptima de recursos a los proyectos, maximizando el valor a crear por la totalidad del portafolio (Cooper *et al.*, 2002a).
3. Balanceo del portafolio. El conjunto de proyectos y recursos deben balancearse de acuerdo con las prioridades estratégicas, interdependencias y sinergias entre proyectos, potencial de creación de valor y riesgos. Al igual que en el desarrollo de las capacidades organizacionales, requeridas a nivel empresa y por área de negocio.

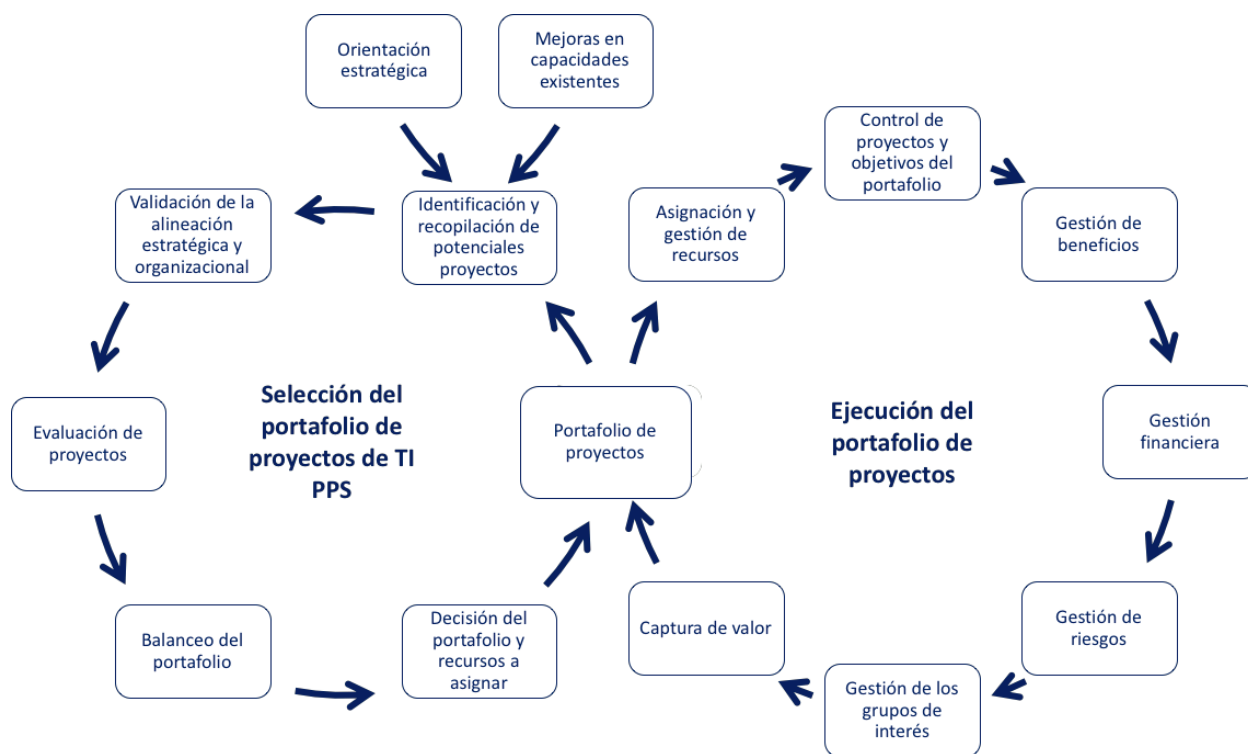
5.1.1 Etapas de la dirección del portafolio

Los programas y proyectos se caracterizan por tener un ciclo de vida (PMI, 2017a, 2017c). En un inicio son ideas e iniciativas. Luego se estructuran y transforman en un caso de negocio, en el cual se identifican los recursos requeridos, y se evalúa el potencial de valor a crear. A continuación, en el evento de ser factibles y seleccionados, se planean en detalle y se les asignan recursos. Seguidos por la construcción, implementación e incorporación de productos, servicios y entregables. Posteriormente, se entregan dichos resultados para ser usados por clientes y usuarios, con el fin de generar los beneficios y crear valor. Finalmente se da cierre al programa o proyecto (OGC, 2009; PMI, 2017a; Zwikael & Smyrk, 2011).

Todo lo anterior en contraste con “...la dirección de portafolio, en donde no hay un inicio, medio o final...” (OGC, 2011a, p. 12) claramente definidos. Lo anterior, toda vez que, la PPM corresponde con la interacción continua y dinámica entre los procesos de estructuración y selección del portafolio, gestión de recursos, y los de ejecución, monitoreo y control de los mismos (Levine, 2005; OGC, 2011a).

La PPM como se indicó, y en armonía con Levine (2005) y la OGC (2011a), puede subdividirse en dos grandes etapas interconectadas mediante la gestión de los recursos. Las dos etapas del PPM se afectan mutuamente, aunque cada una utilice procesos, prácticas y herramientas diferentes. En línea con lo expuesto en la Figura 5-1, las etapas del PPM coinciden en los propósitos de optimización y balance de los recursos y riesgos, al igual que en la maximización del valor para la organización.

Figura 5-1. Etapas en la dirección del portafolio de proyectos.



Fuente: Elaboración propia.

La primer etapa denominada selección del portafolio de proyectos o PPS⁴⁷, es el eje principal de la PPM (Chiang & Nunez, 2013). La PPS está enfocada en la estructuración, priorización, selección de los potenciales programas, proyectos y otras actividades de portafolio, y la definición de los recursos a asignar. La segunda etapa, ejecución del portafolio de proyectos, está asociada con la administración, monitoreo y control de los objetivos del portafolio. Esta ocurre durante la ejecución de los programas, proyectos y otras actividades asociadas.

⁴⁷ PPS acrónimo de *Project Portfolio Selection*, o selección del portafolio de proyectos.

La PPS incluye todas las actividades involucradas con la construcción, estructuración y definición del portafolio de proyectos (Meskendahl, 2010). De acuerdo con la Figura 5-1, la PPS está integrada por las siguientes cinco (5) fases:

1. Identificación y recopilación de los potenciales proyectos, bien sean con origen en las necesidades de materialización de la estrategia, los requeridos para atender requerimientos regulatorios, normativos o legales, o los necesarios en la operación propia del negocio (Kodukula, 2014; OGC, 2011a).
2. Validación o preselección de los potenciales proyectos, la cual incluye la verificación de la alineación de los mismos con los objetivos estratégicos u organizacionales (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Kodukula, 2014; Levine, 2005).
3. Evaluación individual de los proyectos con relación al desarrollo tecnológico e indicadores y métricas de desempeño pre-definidos (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Levine, 2005). Así mismo, se realiza priorización de los proyectos basado en diferentes técnicas, criterios y/o metodologías (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Levine, 2005; OGC, 2011a).
4. Balanceo del portafolio, cuyo propósito es garantizar que el portafolio resultante esté equilibrado en factores como cronograma; cobertura de los objetivos estratégicos; impacto en propósitos, requerimientos y necesidades del negocio; nivel de definición o planeación de los proyectos; interacción entre proyectos; riesgos; perfil de retorno o de creación de valor; recursos disponibles y requeridos; y las demás restricciones asociadas a la organización y al portafolio (Levine, 2005; Meskendahl, 2010; OGC, 2011a; PMI, 2017b).
5. Definición del portafolio a ejecutar y los recursos a asignar. Es la fase en la cual los tomadores de decisión en la organización, normalmente el C-Level⁴⁸ y/o la Junta Directiva de la empresa, definen los recursos a asignar, y pueden ajustar el alcance y proyectos que conforman el portafolio. Al final de esta instancia de decisión, necesariamente debe volver a realizarse un ejercicio de balanceo del portafolio.

La ejecución del portafolio, está a cargo de todas las actividades de administración del conjunto de proyectos, programas y demás actividades asociadas al mismo (Müller *et al.*, 2008). Al igual

⁴⁸ C-Level, es el acrónimo utilizado en lengua inglesa, así como en el entorno de administración de empresas, al nivel directivo de la organización. Normalmente se entiende el C-Level, al CEO (presidente de la compañía), el COO (director de operaciones), CFO (director financiero), etc.

que, con la alineación y monitoreo de los proyectos en curso, respecto a los objetivos estratégicos y organizacionales, así como a los propósitos de creación de valor. Lo anterior obliga observar los cambios en el entorno interno y externo, tanto como el desarrollo propio de los proyectos, desarrollar medidas correctivas, identificar sinergias entre proyectos y, detectar y cancelar proyectos obsoletos (Loch & Kavadias, 2002).

Como se ilustra en la Figura 5-1, el alcance de la ejecución del portafolio incluye las siguientes actividades para el aseguramiento de los propósitos del portafolio:

1. Asignación y gestión de recursos.
2. Control de proyectos y objetivos del portafolio.
3. Gestión financiera del portafolio.
4. Gestión de riesgos.
5. Gestión de los grupos de interés.
6. Captura de valor para la organización.

Por último y acuerdo con lo expuesto en la Figura 5-1 debe observarse que la gestión de los recursos, conecta los activos definidos para los proyectos seleccionados en la fase de PPS, con la asignación y administración que se realiza durante la ejecución del conjunto de proyectos y del portafolio como un todo (Beringer, Jonas, & Kock, 2013). Es así como las dos etapas de la PPM interactúan alrededor de la optimización de los recursos de la organización (Chu, Hsu, & Fehling, 1996; Martinsuo & Lehtonen, 2007; OGC, 2011a; PMI, 2017b).

5.1.2 Desempeño del portafolio de proyectos

Los proyectos están principalmente enfocados en incorporar capacidades, generar resultados y, por lo tanto, beneficios (Kodukula, 2014; Letavec, 2014; Martinsuo & Killen, 2014). En contraste, desde el portafolio se asegura que la orientación estratégica alcance el éxito empresarial, a través de la contribución general de los productos incorporados y los resultados generados (OGC, 2011a). Es así como, existe una diferencia importante entre el éxito del proyecto y el desempeño del portafolio.

Los factores de éxito del portafolio identificados en la revisión de literatura, y en particular en el desempeño de los portafolios de proyectos de TI, se relacionan en la Tabla 5-1. En dicha tabla se indica que el aspecto que afecta en mayor grado el desempeño del PPM es la alineación del

portafolio con los propósitos y objetivos de éxito para la organización. Esto en razón a que lo pretendido con el portafolio es contribuir en el desarrollo e incorporación de capacidades que preparen a la organización para el futuro (Petit, 2012; Teece, 2007).

Tabla 5-1. Factores de éxito del portafolio de proyectos.

Factor de éxito del portafolio de proyectos	Markowitz (1991)	Mikkola (2001)	Jeffery & Leliveld (2004)	De Reyck et al. (2005)	Dietrich & Lehtonen (2005)	Srivannaboon (2006)	Thomas, Seddon & Baskerville (2006)	Meskendahl (2010)	Perry (2011)	Killen et al. (2012)	Patanakul et al. (2013)	Beringer et al. (2013)	PMI (2017b)	Martinsuo et al. (2014)
Estructuración del portafolio.		•	•	•	•		•	•	•		•	•	•	
Éxito promedio de todos los proyectos.					•	•	•	•			•	•		•
Sinergias entre proyectos				•				•		•	•	•		•
Alineación con la Organización	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Balanceo del portafolio	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
Gestión integrada de todos los proyectos			•	•							•	•	•	
Compromiso alta dirección				•	•		•		•			•	•	
Responsabilidad por lo resultados		•		•			•		•					
Gestión integral de beneficios			•	•		•	•	•	•	•	•		•	•

Fuente: Elaboración propia.

La alineación del portafolio debe asegurarse en todo el ciclo de vida de los proyectos y en las diferentes fases de la dirección del portafolio. Es decir, desde la selección del portafolio (Vitolo & Cipparrone, 2014), durante la ejecución y materialización del portafolio, y, en la fase de post-implementación del portafolio, asegurando la entrega de beneficios para la empresa que le dio origen (Martinsuo & Killen, 2014), tanto como a las diferentes partes interesadas.

En línea con lo anterior, la selección y el balanceo son aspectos de alto impacto en el desempeño del portafolio. Los cuales están ligados con la maximización del equilibrio entre riesgo,

capacidades a desarrollar, recursos asignados, y, valor a materializar (Markowitz, 1952; OGC, 2011a; PMI, 2017b).

Durante todas las fases del portafolio (OGC, 2011a, 2009) es factor de éxito monitorear el comportamiento, expectativas y criterios de valoración que realicen los diferentes grupos de interés (Argandoña, 2011; Voss & Kock, 2013). Esto en armonía con las expectativas encomendadas a los proyectos que conforman el portafolio. Así como, los elementos y resultados desarrollados en la interacción entre proyectos, y demás componentes al interior del portafolio (Serrador & Turner, 2015; Turner & Zolin, 2012).

Por último debe agregarse que de acuerdo con la revisión que dio origen a la Tabla 5-1, la gestión integral de beneficios es igualmente un factor relevante para asegurar los propósitos del portafolio y para incrementar su tasa de éxito (Badewi, 2015). Los beneficios encomendados habilitar desde el portafolio deben ser duraderos, medibles, relevantes, sostenibles y difíciles de copiar por los competidores (Amit & Schoemaker, 1993; Grant, 2010; Prahalad & Hamel, 1990; Teece *et al.*, 1997).

5.2 Selección del portafolio de proyectos de TI

La selección del portafolio PPS⁴⁹ es el proceso de identificación, escogencia y elección de la mezcla de componentes (proyectos, programas y otras actividades), que permitan alcanzar propósitos estratégicos y organizacionales, tanto a nivel de toda la compañía, como en sus áreas funcionales, atendiendo las restricciones asociadas a los recursos requeridos, prioridades empresariales, criterios de los tomadores de decisión, y balance de riesgos (Kodukula, 2014; Levin & Wyzalek, 2015).

La PPS ha sido estudiada a nivel académico, empresarial e industrial (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Artto *et al.*, 2008; Bonham, 2005; Cooper *et al.*, 2001; Crawford & Cooke-Davies, 2012; Dickinson, Thornton, & Graves, 2001; Ginzberg, 1979; Henriksen & Traynor, 1999; Huang *et al.*, 2015; Kundisch & Meier, 2011; Levine, 2005; OGC, 2011a; Patanakul *et al.*, 2013; PMI, 2017b). Existen evidencias del positivo aporte de las prácticas de PPS en la alineación del portafolio con los propósitos, objetivos y estrategias de las empresas, tanto para la incorporación de capacidades

⁴⁹ PPS acrónimo de *Project Portfolio Selection*, o selección del portafolio de proyectos.

organizacionales, como en el desarrollo de ventajas competitivas (Buschle & Quartel, 2011; Chiang & Nunez, 2013; Kaiser *et al.*, 2015; Maes, De Haes, & Van Grembergen, 2015; Say, Fushfeld, & Parish, 2003; Too & Weaver, 2014; Voss & Kock, 2013).

La PPS de TI ha tenido relevancia en las investigaciones y literatura de la dirección de proyectos desde la década de los 1.980's. Se destacan los trabajos de Ginzberg (1979), Lucas & Moore (1976) y McFarlan (1981), así como la extensión de herramientas, procedimientos y métodos usados en el ámbito de la investigación y desarrollo R&D⁵⁰ (Kumar, Ajjan, & Niu, 2008; Lee & Kim, 2000; Muralidhar, Santhanam, & Wilson, 1990; Schmidt & Freeland, 1992). Ginzberg (1979) analizó el impacto de las prácticas de medición de beneficios de proyectos de TI, con el propósito de usarlos como técnica objetiva durante el proceso de selección del portafolio.

Los estudios conducidos por Lucas & Moore (1976) propusieron un procedimiento para la PPS basado en un modelo de puntuación o *scoring*⁵¹ de múltiples criterios. La aplicación de la técnica de *scoring* en la selección del portafolio de proyectos de TI, se fundamentó en las características y similitud entre la estructura de estos proyectos y los de R&D.

McFarlan (1981) propuso que se aplicará la teoría moderna del portafolio en la PPS de TI. Esta propuesta la soportó desde la perspectiva, responsabilidades y decisiones a cargo de los responsables en la asignación de recursos a proyectos de TI. Estos responsables de decisión e inversión, pretendiendo maximizar los objetivos de capacidades de TI a incorporar y la optimización de los escasos recursos disponibles, deberían enfocarse en el riesgo total del portafolio de TI, en lugar de preocuparse por los riesgos particulares de los proyectos a nivel individual.

Con lo anterior, los tomadores de decisión del portafolio de TI minimizan la exposición al riesgo del conjunto total de las inversiones, maximizan el uso de los recursos, y amplían la cobertura de capacidades tecnológicas a incorporar. Lo anterior, tal y como lo hacen, a través de la diversificación, los gestores de portafolios de inversión financieros.

⁵⁰ R&D, acrónimo de *Research and Development* o investigación y desarrollo.

⁵¹ Se utilizará la palabra *scoring*, teniendo en cuenta que es como se le conoce a esta técnica en la literatura de lengua inglesa y en el entorno del portafolio de proyectos.

5.2.1 Teoría moderna del portafolio

Las investigaciones sobre selección del portafolio, se han desarrollado primordialmente alrededor del trabajo de Premio Nobel de Economía otorgado a Harry Max Markowitz (1952). La propuesta titulada *Portfolio Selection*, estudió el proceso de selección del portafolio de inversiones financieras, y actualmente se le conoce como la Teoría Moderna del Portafolio MPT⁵².

La MPT indica que el proceso de selección del portafolio de proyectos PPS consta de dos etapas. La primera “...está relacionada con la observación y la experiencia, y concluye con las expectativas del comportamiento futuro de los valores. La segunda etapa tiene su origen en las expectativas, y termina con la selección del portafolio...” (Markowitz, 1952, p. 77). En particular, el artículo publicado por Markowitz (1952) se ocupa de estudiar la segunda etapa del proceso de la PPS.

La MPT se ha desarrollado con un enfoque en portafolio de inversiones financieras, por lo tanto, no se aplica directamente a la PPS. Sin embargo, debe afirmarse que la gran mayoría de las investigaciones alrededor de PPS se encuentran influidas por la MPT y la frontera de eficiencia del portafolio (Levine, 2005). De la MPT se deriva la frontera de eficiencia de Markowitz, la cual corresponde con el conjunto de portafolios que obtienen el retorno esperado más alto para un determinado nivel de riesgo asumido por el inversionista. La frontera de eficiencia es uno de los pilares de las metodologías de optimización del portafolio.

La MPT lleva a interpretar que en la concepción de la dirección del portafolio de proyectos, las consideraciones de riesgo tienen un rol protagónico (Markowitz, 1952). Sin embargo y de acuerdo con Kodukula (2014), es insuficiente equilibrar el portafolio teniendo en cuenta solo el riesgo individual de los proyectos, es requerido adicionar los riesgos asociados a la interacción entre los proyectos y demás componentes, así como los riesgos del portafolio como un todo. Estos riesgos se pueden minimizar mediante la diversificación de los proyectos en el portafolio, “...evitando la dependencia excesiva...” (Kodukula, 2014, p. 60) de un proyecto, programa u otra actividad de portafolio.

Las fronteras eficientes del portafolio, es un concepto muy importante del trabajo de Markowitz (1952). La idea central detrás de este concepto es identificar escenarios de composición

⁵² MPT: acrónimo de *Modern Theory of Portfolio* o Teoría Moderna del Portafolio.

(selección) del portafolio, en el cual se maximice el rendimiento (potencial de valor a crear) para un determinado nivel de riesgo, o escenarios del portafolio en donde se minimice el riesgo para un determinado nivel de rentabilidad (Kodukula, 2014). Las fronteras eficientes contienen los escenarios de portafolios no dominadas por otros portafolios. Por lo tanto, los portafolios en la frontera eficiente son candidatos potenciales para la selección, dependiendo de la preferencia de riesgo - beneficio del tomador de decisión.

Normalmente, un portafolio de inversiones financieras se estructura a partir de la estrategia general de la inversión y los objetivos del inversor. Es así como, diferentes inversores tendrán diferentes necesidades y, por lo tanto, diferentes estrategias y objetivos. Por ejemplo, en la estructuración del portafolio de proyectos, a nivel de la organización, un tomador de decisión puede requerir que el portafolio atienda unos objetivos determinados, que no necesariamente sean compartidos por otros tomadores de decisión al mismo o a diferente nivel de decisión en la empresa.

En complemento a lo anterior, se advierte que los tomadores de decisión en la definición del portafolio, deben representar el nivel más alto de la organización (Meskendahl, 2010; OGC, 2011a). En el caso de sub-portafolios, a nivel de áreas de negocio, igualmente debe corresponder dicha decisión a quienes tengan una visión global de todas las metas y objetivos del área de negocio, así como responsabilidad sobre el logro y materialización de las mismas. En este punto es clave la identificación de los factores claves de desempeño o KPI⁵³ asociados, tanto a los objetivos de proyecto, como a los tomadores de decisión, por cuanto esto contribuirá en la definición, alineación y toma de decisión sobre el portafolio de proyectos a desarrollar.

La aplicación de la MPT a portafolios de TI ha generado polémica. Verhoef (2002) indica que la MPT no se puede aplicar en la PPS de TI en su totalidad, porque "...la naturaleza del software no se parece a la naturaleza de una inversión..." (p. 8). Uno de los argumentos de Verhoef (2002) es que, a diferencia de las inversiones financieras, las TI no se pueden des-incorporar ni desinvertir fácilmente. Por consiguiente, existe menor flexibilidad en reemplazar una inversión de TI por otra, en contraste con la facilidad de vender y comprar una inversión financiera.

⁵³ KPI: acrónimo de *Key Performance Indicator* o factor o indicador clave de desempeño.

Verhoef (2002) adicionalmente argumenta que, al desarrollar una capacidad organizacional soportada en TI, la lógica del modelo de negocios de la empresa se incorpora en las tecnologías asociadas. En contraposición, la posesión de una inversión financiera hace parte del portafolio de inversiones, pero no en todos los casos, refleja el modelo de negocios de la organización inversionista. Es decir, la movilidad, hacia adentro o fuera de la empresa, de los componentes del portafolio financiero siempre está presentes, mientras que la movilidad de los componentes del portafolio de TI normalmente está limitada.

Sin embargo, es importante decir que aunque existen grandes diferencias entre inversiones financieras y proyectos de TI, como lo manifiesta Verhoef (2002), un número significativo de investigaciones y conceptos aplicados a la PPS de TI (Bonham, 2005; De Reyck *et al.*, 2005) están basados y sustentados en la MPT. Por ejemplo, esto es válido para el equilibrio general entre riesgo y retorno, así como para la aplicación de fronteras eficientes en la definición del portafolio (Bonham, 2005; Kodukula, 2014).

5.2.2 Herramientas, métodos y modelos en la PPS

Existen diversas alternativas a través de las cuales se puede seleccionar el conjunto de proyectos del portafolio de TI. En un extremo, los proyectos pueden ser seleccionados por la sola preferencia de un tomador de decisión con el suficiente poder e influencia. Estos proyectos los denomina Levin & Wyzalek (2015) como “...*Vacas Sagradas*⁵⁴...” (p. 19). En el otro extremo, hay complejos modelos y métodos matemáticos que son usados, desde diversas perspectivas, para seleccionar los componentes del portafolio (Henriksen & Traynor, 1999; Loch & Kavadias, 2002).

La literatura de PPS de TI presenta gran variedad de trabajos, técnicas, herramientas, métodos y modelos, aplicando algoritmos sofisticados de decisión, técnicas de programación lineal, programación dinámica, redes neuronales, y tantas otras variaciones de programación matemática (Angelou & Economides, 2008; Gabriel *et al.*, 2006; Henriksen & Traynor, 1999; Lee & Kim, 2000).

⁵⁴ Levin & Wyzalek (2015, p. 19) utiliza la expresión “*Sacred Cow*” o vacas sagradas para referirse a los proyectos que son forzados incluir en el portafolio por tomadores de decisión, con el suficiente poder e influencia a nivel interno, o aún externo a la organización.

Adicionalmente, en la literatura se encuentran diversas propuestas que consideran los factores de riesgos asociados a las TI, con el propósito de contribuir en la reducción del riesgo del conjunto total del portafolio (Bardhan, Sougstad, & Sougstad, 2004; Ghasemzadeh & Archer, 2000; Loch & Kavadias, 2002; Santhanam & Kyparisis, 1995).

Los modelos tradicionales de PPS se enfocan en el análisis a nivel de proyectos (Bacon, 1992; Bardhan *et al.*, 2004; King & Schrems, 1978b). Sin embargo, a medida que ha crecido la preocupación de las organizaciones por la optimización de recursos, potencial de valor a crear, y riesgo a nivel de portafolio, se han incorporado modelos que contemplan las interdependencias entre proyectos y sus efectos en el conjunto total del portafolio (Dickinson *et al.*, 2001; Lee & Kim, 2001; Santhanam & Kyparisis, 1996; Santhanam & Kyparisis, 1995).

Los modelos en la selección de los proyectos de TI incluyen métodos de alcance financiero y no financiero (Gray & Larson, 2018; Jenner, 2014; Serra & Kunc, 2015). Es así que, las metodologías de PPS contemplan técnicas que van desde el análisis de un solo criterio, como puede ser la relación costo-beneficio o retorno de la inversión, modelos de *scoring* y clasificación multi-criterio, hasta herramientas de valoración de criterios subjetivos (Lee & Kim, 2001).

Los modelos de PPS pueden incluir métricas financieras, tales como, valor presente neto VPN, tasa interna de retorno TIR, tiempo de pago de la inversión payback, etc. Asimismo, en la PPS de TI se encuentran modelos basados en criterios cualitativos, y otros en esquemas híbridos cuantitativos – cualitativos. Ejemplos de valoración cualitativa en la PPS de TI es la alineación estratégica, la alineación con el mapa de ruta tecnológico, experiencia de la compañía con una determinada tecnología, limitación y eficiencia de los recursos, interdependencia entre proyectos y criterio gerencial (Ghasemzadeh & Archer, 2000; Vitolo & Cipparrone, 2014).

Opciones reales

Los avances de la tecnología, la innovación, los cambios en necesidades y requerimientos de clientes y usuarios, la regulación, entre muchos otros, han hecho que los proyectos de desarrollo de capacidades estén sujetos a la valoración según el potencial del valor a incorporar en el tiempo. Asimismo, se requieren evaluar diferentes escenarios de evolución, con el propósito de maximizar el uso de los recursos requeridos (Damodaran, 2005; Kodukula, 2006). Por lo tanto, los modelos tradicionales de evaluación no se adaptan fácilmente a la realidad de los proyectos tecnológicos.

Las técnicas convencionales de evaluación de proyectos, en su gran mayoría, asumen la obligación de incorporar todas las posibles decisiones, de las cuáles solo se tendrá certidumbre en el futuro (Benaroch, 2002; Kodukula, 2006). Por ejemplo, en un proyecto tecnológico normalmente existen decisiones asociadas a características técnicas, de las cuáles solo se lograra precisar su potencial de creación de valor, hasta que funcionalidades previas (de las que son dependientes) se hayan implementado y usado previamente.

El Valor Presente Neto VPN y otros métodos, tales como la tasa interna de retorno TIR, la relación costo – beneficio, el índice de rentabilidad, el período de recuperación, el costo anual equivalente, entre otros, pueden ser efectivos y prácticos en casos en que la decisión de inversión tiene alto grado de certidumbre o cuando se requiere inmediatez (es ahora o nunca). Estos modelos son considerados como estáticos, pues implícitamente suponen que una vez que se presenta un proyecto, sus características básicas no pueden modificarse. En consecuencia, esos métodos no son tan efectivos cuando el proyecto tiene un componente de flexibilidad (Dixit & Pindyck, 1994)

Se entiende por flexibilidad a la capacidad de los agentes económicos de adaptar, acomodar o cambiar sus decisiones, en la medida que se va generando nueva información (Dixit & Pindyck, 1994; Trigeorgis, 1996). La flexibilidad puede observarse de dos tipos

1. Ex ante. Cuando es posible obtener información antes de tomar decisiones específicas. En otros términos, cuando acciones futuras están condicionadas a circunstancias previas y precisas.
2. Ex post. Cuando es posible ejercer una opción sin que necesariamente las acciones hayan sido conocidas anteriormente.

Para la evaluación de proyectos de inversión en activos reales que presentan componentes de flexibilidad, tales como los de tecnología, se ha adaptado la teoría de opciones en la valoración de bienes no financieros (Benaroch & Kauffman, 1999). Esta nueva herramienta, denominada opciones reales (Kodukula, 2006), se usa en complemento con los métodos y técnicas tradicionales.

Las opciones reales consideran que una decisión de inversión no puede tomarse teniendo como único criterio el VPN mayor a cero. Pues en la práctica, la irreversibilidad, la incertidumbre y el margen de maniobra de quien toma la decisión, tienen un peso considerable (Damodaran, 2005).

Con los métodos y técnicas tradicionales un alto nivel de incertidumbre conduce a reducir el valor de los activos. En contraposición, el enfoque de las opciones reales muestra que un

incremento de la incertidumbre puede conducir a un alto valor de los activos. Siempre y cuando, los tomadores de decisión identifiquen y usen sus opciones para responder flexiblemente a los eventos que se desarrollan (Benaroch, Lichtenstein, & Robinson, 2006).

Las opciones reales consideran métodos que permiten implementar y evaluar el componente estratégico de los proyectos de manera sistemática y metódica. Son capaces de utilizar la información asociada a las decisiones que son requeridas tomar en el tiempo (Kodukula, 2006), representando la flexibilidad de los proyectos (Trigeorgis, 1996). Asimismo, son herramientas de decisión que permiten hacer una revisión en forma continua, respecto de las decisiones que se van tomando en la medida que el proyecto es ejecutado. Con lo cual, al no estar sujetas las decisiones a un plan establecido, permiten que las decisiones se adapten según ocurran los eventos futuros.

Las opciones reales se clasifican en tres tipos, según los derechos y decisiones que se puedan ejercer (Mascareñas, 2007):

1. Diferir una inversión. Esta opción proporciona a su propietario el derecho a posponer su realización durante un plazo de tiempo determinado. Esta opción es más valiosa en proyectos donde una empresa tiene derechos exclusivos para invertir en un proyecto, y va perdiendo valor conforme las barreras de entrada desaparezcan.
2. Invertir o ampliar una inversión. Si las condiciones del proyecto o del mercado, resultan ser mucho más favorables que lo inicialmente esperado, los tomadores de decisión podrían acelerar sus planes de crecimiento. Esto es lo mismo que adquirir una opción de compra sobre una parte adicional del proyecto base. La oportunidad de inversión con la opción de ampliación incorporada puede ser contemplada como un proyecto de inversión inicial o base más una opción de compra sobre una inversión futura.

La opción de ampliar una inversión puede ser estratégicamente importante cuando se requiera aprovechar las futuras oportunidades de crecimiento. Esta opción, que sólo será ejercida cuando el comportamiento futuro del mercado se vuelva claramente favorable, puede hacer que un proyecto de inversión aparentemente desaconsejable (basado en un VPN negativo) tenga un valor positivo.

3. Desinvertir, reducir o abandonar una inversión. Esta opción proporciona a su propietario el derecho a vender, liquidar, cerrar un proyecto determinado

Proceso analítico jerárquico

El proceso analítico jerárquico, o como se le conoce en inglés *Analytic Hierarchy Process* AHP⁵⁵, es una técnica estructurada para tratar con decisiones complejas. Esta ayuda a los tomadores de decisión a encontrar la solución que mejor se ajuste a sus necesidades y a su comprensión del problema (Archer & Ghasemzadeh, 1999).

La AHP es una técnica para el proceso de selección de proyectos. La cual está concebida para proporcionar prioridades basadas en la comparación de pares similares, tomando en consideración criterios o propiedades en común (Saaty, 1987). La AHP es una técnica de análisis de decisión multi-criterio. Usando AHP, es posible estructurar el problema de decisión en una jerarquía que refleje los valores, metas, objetivos y deseos de los que toman las decisiones.

La principal ventaja del enfoque AHP es que diferentes criterios con diferentes medidas se pueden transformar fácilmente en una sola medida de utilidad. Como insumos, AHP usa los juicios de los tomadores de decisiones sobre alternativas, criterios de evaluación, relaciones entre los criterios (importancia) y relaciones entre las alternativas (preferencia) (Saaty, 1987). En el proceso de evaluación, los valores subjetivos, el conocimiento personal y la información objetiva se pueden vincular entre sí. Como resultado, se deriva la jerarquía de objetivos, las prioridades de las alternativas y sus sensibilidades. Con los criterios definidos, se establecen sus ponderaciones relativas, utilizando la técnica de matriz de priorización de criterios (Angelou & Economides, 2008; Archer & Ghasemzadeh, 1999).

5.2.3 Maximización del potencial de valor a crear en el portafolio

Un portafolio bien optimizado, de acuerdo con Lee & Kim (2000) y Levin & Wyzalek (2015), es aquel en el cual existe un fuerte balance entre el óptimo uso de los recursos organizacionales, la factibilidad técnica, y el logro de los objetivos estratégicos de la organización. Sin embargo, como lo sustentan las investigaciones de Aaltonen & Sivonen (2009), Beringer *et al.* (2013), Bonham (2005), Davis (2014), Dick *et al.* (2015), Johansen *et al.* (2014), Shenhar *et al.* (2001) y Toor & Ogunlana (2010), el anterior punto de vista es incompleto, ya que no contempla la perspectiva e impacto de los grupos de interés sobre la creación y captura de valor.

⁵⁵ AHP: acrónimo de *Analytic Hierarchy Process*, o proceso analítico jerárquico

En línea con lo expuesto, un portafolio de TI optimizado está caracterizado por un fuerte balance entre:

1. El uso óptimo de los recursos.
2. La viabilidad del logro de los objetivos estratégicos y organizacionales.
3. La factibilidad o viabilidad de la tecnología en la organización.
4. La gestión de la perspectiva de las partes interesadas.

El área del diamante de la Figura 5-2 indica que la interacción entre estos cuatro (4) factores representa la maximización del valor a crear en la PPS. Las aristas son las variables por gestionar. Cualquier cambio en ellas, impacta el potencial a crear desde el portafolio para la empresa.

Figura 5-2. Potencial de valor a maximizar en el portafolio de TI.



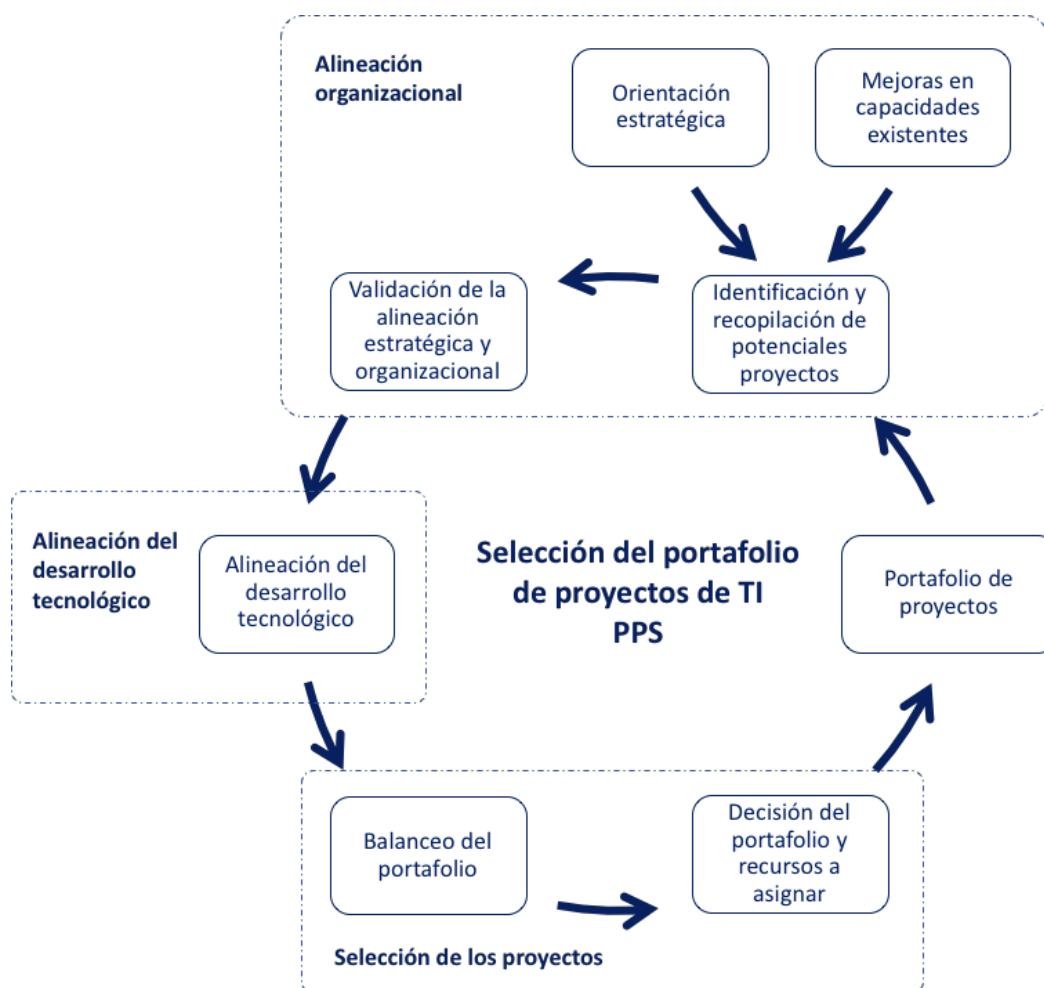
Fuente: Adaptado de Levin & Wyzalek (2015, p. 15).

5.3 Fases en la selección del portafolio de proyectos de TI

La PPS de TI es un proceso de toma de decisiones (Angelou & Economides, 2008; Archer & Ghasemzadeh, 1999; Ghasemzadeh & Archer, 2000; Killen & Hunt, 2013; Teller *et al.*, 2012), que ocurre progresivamente en varias fases o etapas (Cooper *et al.*, 2002a; Daniel *et al.*, 2014; Gutjahr *et al.*, 2010; Petit, 2012), y en el cual intervienen múltiples decisores (Beringer *et al.*, 2013; Egon & Theo-Jan, 2001).

La Figura 5-3 ilustra los principales elementos en la PPS. En ese diagrama se puede observar que la PPS se puede agrupar en tres fases principales (Archer & Ghasemzadeh, 1999). En cada una de estas fases existen actividades en las cuáles se toman decisiones respecto a los componentes del portafolio.

Figura 5-3. Fases en la selección del portafolio de proyectos de TI.



Fuente: Elaboración propia.

Los propósitos de la PPS, según se ilustra Figura 5-3 y de acuerdo con Cooper *et al.* (2002b), Cooper *et al.* (2004), Jonas (2010), Killen & Hunt (2010), Martinsuo & Lehtonen (2007), Martinsuo *et al.* (2014), Teller *et al.* (2012) y Voss & Kock (2013) son:

1. La maximización del potencial de valor a crear
2. La identificación y selección del conjunto de proyectos que permita, en mayor grado, materializar los objetivos estratégicos y organizacionales de la empresa.
3. El balance de recursos y riesgos entre los proyectos

5.3.1 Alineación organizacional

La fase de alineación organizacional presentada en la Figura 5-3, consolida el conjunto total de proyectos requeridos por la empresa, en línea con los objetivos estratégicos y organizacionales. Adicionalmente desarrolla el primer estimado de la totalidad de recursos requeridos para el portafolio (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Jiang & Klein, 1999).

Las implicaciones estratégicas de la PPS involucran aspectos internos y externos a la compañía (Porter, 1991). Estos aspectos influyen en el curso normal de las operaciones empresariales (Killen *et al.*, 2012; Petit, 2012; Teece, 2007). Lo cual impacta, desde una perspectiva más amplia, la orientación estratégica de la compañía y la identificación de iniciativas de cambios en las ventajas competitivas (Leonard-Barton, 1995). Por lo tanto, los potenciales proyectos que se identifican en esta primera fase corresponden con (Teece *et al.*, 1997; Wernerfelt, 1984):

1. Mejoras en capacidades organizaciones existentes
2. Requerimientos de nuevas capacidades
3. Evaluación de la pertinencia de continuar, o no, con la incorporación de las capacidades asociadas a los proyectos del portafolio en ejecución

La validación de la alineación organizacional de los potenciales proyectos, debe identificar las interdependencias entre proyectos (Santhanam & Kyparisis, 1996). Esto, no solo desde el punto de vista de las interacciones entre recursos requeridos (Tian *et al.*, 2005), sino principalmente en la contribución colectiva o sinérgica a los objetivos organizacionales y estratégicos (Cho & Shaw, 2013). Aquí es claro que, la orientación estratégica, las metas y objetivos, al igual que los KPI asociados, deben ser determinados previamente, y, preferiblemente, deben ser el insumo mediante el cual se identifiquen los potenciales proyectos a considerar en el portafolio (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Meskendahl, 2010; Srivannaboon, 2006).

La Figura 5-3 permite identificar que, con el fin de maximizar el valor a crear para la organización desde el portafolio, es requerido desde la preselección, identificar el potencial de valor a crear.

5.3.2 Alineación del desarrollo tecnológico

La alineación del desarrollo tecnológico tiene como propósito principal valorar la contribución individual de cada proyecto, respecto al mapa de ruta de tecnología, del conjunto de recursos

requeridos y los riesgos asociados (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Egon & Theo-Jan, 2001; Verburg, 2014).

Los riesgos están asociados a (Huang *et al.*, 2015; Jordan, 2013; McIntosh, 2012; Perry, 2011; Sanchez *et al.*, 2009):

1. La incorporación, o no-incorporación, de las capacidades propuestas
2. El no cumplimiento de los objetivos encomendados a los proyectos
3. La ejecución del portafolio.

La contribución de esta fase, desde el punto de vista de maximización del potencial de valor a crear, es medida en términos de (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Levine, 2005; Serra, 2016):

1. El aporte individual de cada proyecto, a uno o más de los objetivos del portafolio.
2. La habilidad para generar beneficios y capturar valor, a partir de las capacidades técnicas y organizacionales que se pretenden incorporar.
3. La viabilidad técnica de la tecnología en la organización.
4. La eficiencia en el uso de los recursos, que requiere sean asignados desde el portafolio.
5. La magnitud y probabilidad asociada al conjunto de riesgos.

Esta fase necesariamente requiere de un caso de negocios, o al menos, del modelo financiero asociado con el proyecto a evaluar (Ashurst & Doherty, 2003; Chih & Zwikael, 2015; Kopmann *et al.*, 2015; Nielsen & Persson, 2017; Probert *et al.*, 2013). Lo cual implica, la estimación de los recursos requeridos en el proyecto, así como los potenciales beneficios que se pueden generar con el uso de los entregables, productos y servicios que el proyecto propone implementar (Bradley, 2012; Jenner, 2014; OGC, 2010; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012).

La evaluación de un proyecto incluye métodos tales como:

1. Valor presente neto VPN.
2. Tasa interna de retorno TIR.
3. Retorno sobre la inversión ROI.
4. Tiempo de recuperación de la inversión *Payback*.
5. Relación beneficio – costo B/C.
6. Valor esperado.

Estas técnicas consideran la dependencia de las inversiones y los beneficios asociados, en el tiempo (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Egon & Theo-Jan, 2001). Así mismo el método de valor

esperado considera la probabilidad de ocurrencia de los riesgos, en las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto; esta técnica, normalmente, se aplica en conjunto con el cálculo del VPN.

La relación beneficio – costo involucra realizar el análisis de la dependencia de los beneficios, respecto de los costos de los recursos asignados. Tradicionalmente se utiliza esta técnica de evaluación de proyectos, considerando la razón entre el valor presente, y en muchos casos el valor esperado, de los beneficios, y el valor presente o esperado de los costos.

Sin embargo, debe considerarse la maximización del potencial de valor a crear, desde la metodología de ingeniería de valor (Elias, 1998; Stewart, 2010). Desde esta perspectiva, debe evaluarse la relación beneficio – costo, a través del análisis de las funciones y resultados generados por los proyectos (Stewart, 2010). Y, la optimización del uso y costo de los recursos empleados o asignados (SAVE, 2007). Dicho de otra manera, debe identificarse en la evaluación de los proyectos, la contribución relativa, de cada uno de los recursos, a los objetivos de valor a crear.

La PPS involucra la comparación simultánea de todos los proyectos. Un primer resultado en la comparación de los proyectos se alcanza con la definición de un orden de preferencia. La priorización de los proyectos se puede lograr con diferentes técnicas y métodos. Iamratanakul, Patanakul & Milosevic (2008), en su revisión de literatura de los últimos 40 años en PPS, indica que estas técnicas van desde la comparación del beneficio, aplicando técnicas como *Q-sort*, *scoring*, multi-criterio, flujo caja; hasta sofisticados métodos de optimización, que generalmente están basados en programación lineal, dinámica, incluyendo sistemas expertos y de simulación. Los proyectos mejor clasificados, de acuerdo con los diferentes criterios cualitativos y cuantitativos, se postulan para conformar el portafolio, sujeto a la disponibilidad de recursos. Las clases de técnicas de selección de cartera disponibles incluyen:

Por otra parte, en el alcance de esta fase se debe identificar el conjunto de recursos requeridos por cada uno de los proyectos, para lograr los objetivos potenciales de valor. De acuerdo con Bonham (2005), la gran mayoría de los proyectos de TI requieren de un conjunto mínimo de capacidades técnicas, para satisfacer los propósitos planeados. Es decir, para lograr el uso de las TI incorporadas por los proyectos, y, por consiguiente, para alcanzar la generación de beneficios, debe asegurarse que los recursos que se asignen incluyan, como mínimo, los asociados a las capacidades técnicas a partir de las cuáles se genera valor. En caso de que no sea posible asignar recursos para el conjunto de capacidades mínimas, dichos proyectos no deben realizarse.

5.3.3 Selección de los proyectos

La tercera y definitiva fase de la PPS es el análisis entre los proyectos preseleccionados, a partir de los parámetros obtenidos en la evaluación individual de cada uno de ellos. Se valoran las interacciones entre proyectos, objetivos de valor, y recursos requeridos, todo ello a través de las limitaciones y restricciones de los recursos y otras interdependencias.

A partir del conjunto de proyectos postulados al portafolio, con sus respectivos parámetros de valoración y orden de priorización, se procede con la selección y balanceo. Aquí se pretende conformar un portafolio equilibrado que maximice el valor para la organización.

El primer paso es lograr el balance entre, lo que la empresa necesita y lo que es capaz de lograr. En muchos casos, es preferible definir lo mejor que se puede alcanzar con los recursos limitados disponibles, más allá de intentar una solución perfecta, pero inviable (Dye & Pennypacker, 1999). El siguiente paso es, priorizar y elegir aquellos proyectos que se ajusten a los objetivos estratégicos y organizacionales (Chiang & Nunez, 2013; Cooper *et al.*, 1997; Dickinson *et al.*, 2001). Y el último paso es, la toma de decisión y asignación de recursos.

En la PPS, es obligatorio considerar las interacciones entre los proyectos, las cuáles se clasifican entre:

1. Inter e intra temporales. Las interacciones intra-temporales afectan la planificación del portafolio a nivel individual. Por el contrario, las interacciones inter-temporales influyen en la toma de decisiones, basada en posibles proyectos consecutivos (Bathallath, Smedberg, & Kjellin, 2016). Las interacciones inter-temporales dependen de la secuencia en que se implementan los proyectos, lo cual, en el caso de los proyectos de TI, debería estar alineado al mapa de ruta (Bardhan *et al.*, 2004; Daim, Talla, & Pizarro, 2014).
2. Deterministas y estocásticas. Las interacciones son deterministas sí, todos los parámetros se conocen con certeza, o se estimaron como valores únicos. Las interacciones son estocásticas sí, los parámetros son inciertos, y siguen distribuciones de probabilidad (Graves & Ringuest, 2003; Medaglia, Graves, & Ringuest, 2007).
3. Programables⁵⁶. Las interacciones programables ocurren si los proyectos pueden comenzar en diferentes momentos del tiempo. Muchas técnicas de PPS no consideran la dependencia en el

⁵⁶ En los artículos en idioma inglés, se expresa esta interacción como *time-dependent*.

tiempo de los recursos. En la práctica, los proyectos del portafolio, por las interacciones y/o las restricciones, normalmente no inician en simultaneo (Kundisch & Meier, 2011; Lee & Kim, 2001).

4. Sinérgicos. En portafolios de TI es común encontrar sinergias entre proyectos a nivel de los recursos que se requieren, tanto en la entrega de capacidades organizacionales adicionales a las que se obtendrían de manera separada. En dichos casos, se observa que se puede optimizar el costo total de los recursos usados, tanto como la generación de beneficios adicionales, como consecuencia de la interacción entre los proyectos (Cho & Shaw, 2013; Tu & Shaw, 2011).
5. Dependientes de los grupos de interés. Las interacciones entre grupos de interés a diferentes niveles del portafolio impactan igualmente la PPS. Entre algunos proyectos, normalmente, será requerido coordinar las interdependencias entre las prioridades, objetivos y propósitos de diferentes grupos de interés, en especial entre los que tienen poder de decisión sobre los recursos por asignar, tanto como en la implementación (Beringer *et al.*, 2013; Jonas, 2010).

En la literatura se encuentra que el portafolio debe seleccionarse según criterios, tales como (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Cooper *et al.*, 2002b; Killen *et al.*, 2008; Meskendahl, 2010):

1. Tipo de proyecto. Estratégico o no estratégico, de cumplimiento legal, requerido para operar, proyectos corporativos versus proyectos de un área de negocio en particular.
2. Tamaño del proyecto. Según la cantidad de recursos requeridos, la cobertura de procesos y/o capacidades organizacionales a incorporar, la distribución geográfica del alcance, etc.
3. Cantidad de proyectos. Según la interacción entre recursos, la interdependencia entre proyectos, y los requerimientos de gestión y control desde el proyecto, portafolio y la organización.
4. Tipo de beneficios. Según si se obtienen rápidamente, como pueden ser victorias tempranas, o requieren de la construcción e interacción de todo el conjunto de capacidades a incorporar en el proyecto y/o en la interdependencia con otros proyectos.
5. Nivel de complejidad. Según sea en la implementación del proyecto, o en la adopción de las tecnologías a incorporar.
6. Nivel de riesgo del proyecto.
7. Duración del proyecto.

Las anteriores dimensiones son interdependientes. Por lo tanto, no deben considerarse de manera aislada (Meskendahl, 2010). McFarlan (1981) indica que el riesgo del proyecto está

influenciado por el tamaño, la estructura y la experiencia en la implementación y adopción de las tecnologías. En consecuencia, la selección del portafolio implica que el balance se realice desde varias dimensiones para mitigar y disminuir el nivel de riesgo asociado.

El último paso en esta fase es la definición, por parte de los tomadores de decisión, del portafolio a implementar y los recursos por asignar. Es importante advertir que uno de los principales inconvenientes en la PPS, es la disponibilidad de los tomadores de decisión, para intervenir durante las decisiones y elecciones de las fases anteriores (Santhanam & Kyparisis, 1996). La efectiva participación de los tomadores de decisión en las diferentes fases del PPS, se refleja en la definición oficial de los proyectos y recursos seleccionados para el portafolio, así como en el rebalanceo requerido una vez ello ocurra (Chiang & Nunez, 2013; Cooper *et al.*, 2002a; Martinsuo *et al.*, 2014).

5.4 Resumen del capítulo

La dirección estratégica de la organización gira alrededor del concepto de creación de valor (Lepak *et al.*, 2007; Normann & Ramirez, 1998). La dirección del portafolio de proyectos PPM es elemento crítico en la materialización de la estrategia (Meskendahl, 2010; Winter & Szczepanek, 2008). Por su parte, la realidad de la dirección de proyectos en las organizaciones, con mayor fuerza cada vez, indica que el éxito percibido del proyecto no se alcanza únicamente con el cumplimiento en tiempo, costo y alcance. Sino que, es fundamental la identificación, creación, entrega y captura de valor (Mir & Pinnington, 2014), tanto para los grupos de interés, como para la empresa que asigna los recursos (Winter *et al.*, 2006). Por lo tanto y en consonancia con Morris (2013a) y Kerzner (2014b), debe afirmarse que la dirección moderna de proyectos debe migrar de crear productos (Atkinson, 1999) a capturar valor (Winter & Szczepanek, 2008).

La PPM pretende, la alineación estratégica de los proyectos y demás componentes del portafolio; la maximización del potencial de valor a crear; y, el balanceo del portafolio con relación los criterios de decisión, limitantes y restricciones de los recursos, y riesgos asociados (Cooper *et al.*, 2002b, 2004; Jonas, 2010; Killen & Hunt, 2010; Kopmann *et al.*, 2015; Martinsuo *et al.*, 2014; Teller *et al.*, 2012; Voss & Kock, 2013). En otras palabras, el propósito de la dirección del portafolio es seleccionar los proyectos y sus componentes para "... hacer las cosas correctas..." (Kopmann *et al.*, 2015, p. 530) requeridas por la organización.

En razón a lo anterior, en la PPS debe alinearse el portafolio inicialmente con los objetivos estratégicos y organizacionales a nivel de la empresa dueña de los recursos. Y, en segunda instancia, deben alinearse los sub-portafolios o categorías de portafolios con los objetivos y metas asociados a dichas agrupaciones (Kodukula, 2014; Levin & Wyzalek, 2015; Lwakatare *et al.*, 2015). Es decir, los componentes del portafolio de TI deben estar alineados con los fines específicos del área funcional a la que pertenecen, al igual que con los propósitos a nivel de la organización, incluyendo en estos los asociados a la estrategia de las TI.

La PPS es un proceso de toma de decisiones dinámico, continuo y complejo, que ocurre progresivamente en varias fases, contiene información cambiante e incierta, en el que intervienen múltiples decisores con diversas perspectivas y metas estratégicas, y el cual tiene como fin maximizar los recursos y objetivos de la organización (Angelou & Economides, 2008; Archer & Ghasemzadeh, 1999; Beringer *et al.*, 2013; Cooper *et al.*, 2001, 2002b; Daniel *et al.*, 2014; Egon & Theo-Jan, 2001; Gutjahr *et al.*, 2010; Huang *et al.*, 2015; Killen & Hunt, 2013; Martinsuo *et al.*, 2014; Petit, 2012; Teller *et al.*, 2012; Thiry, 2012; Tian *et al.*, 2005).

Los modelos en la selección de los proyectos PPS de TI incluyen métodos de alcance financiero y no financiero (Gray & Larson, 2018; Jenner, 2014; Serra & Kunc, 2015). Las técnicas para usar en la evaluación dependen del tipo de proyectos postulados al portafolio, y, de los criterios y técnicas utilizadas en la toma de decisiones. Los indicadores o mediciones utilizadas para evaluar los proyectos pueden ser cualitativas o cuantitativas. Sin embargo, independientemente de las técnicas utilizadas, es requerido que todos los proyectos a ser seleccionados en el portafolio sean valorados a través del mismo conjunto de indicadores y criterios, a fin de lograr una comparación equilibrada y equitativa (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Egon & Theo-Jan, 2001).

En la PPS, en muchos casos, es preferible definir lo mejor que se puede alcanzar con los recursos limitados y disponibles, más allá que intentar una solución perfecta, pero inviable (Dye & Pennypacker, 1999). Así que el conocimiento del rango en el cual los proyectos tienen potencial de creación de valor; la interdependencia entre proyectos y componentes; la factibilidad técnica de la incorporación y uso de las tecnologías asociadas; así como el grado de alineación de todos ellos con los objetivos estratégicos y organizacionales, son piezas esenciales en el modelo de selección del portafolio de proyectos de TI.

La creación y captura de valor desde el portafolio de TI requiere que durante todas las etapas se gestione el comportamiento, expectativas y criterios de valoración de los diferentes grupos de interés, en particular el de clientes y usuarios (Argandoña, 2011; Voss & Kock, 2013). Lo anterior implica el monitoreo de dichas perspectivas, no solo con foco los proyectos de manera individual, sino en la interdependencia entre todos los componentes al interior del portafolio (Serrador & Turner, 2015; Turner & Zolin, 2012).

Sin embargo, la literatura sobre PPM y en lo pertinente a PPS ha prestado escasa atención a los conceptos de gestión de valor (Martinsuo & Killen, 2014). No obstante en la última década, cada vez más investigaciones, desde la academia e industria, proponen la necesidad de ampliar las definiciones de valor en el portafolio (Augusto Oliveira *et al.*, 2010; Bolsinger, Bewernik, & Ulrich Buhl, 2011; Kopmann *et al.*, 2015; Winter & Szczepanek, 2008).

Recientemente se han empezado a aplicar en la investigación empírica, conceptos más completos de orientación del portafolio basado en valor (Forstner *et al.*, 2014; Killen & Hunt, 2010, 2013; Lehnert, Linhart, & Röglinger, 2016b; Nielsen & Persson, 2017). Si bien, estas investigaciones brindan un punto importante en el reconocimiento de las diferentes dimensiones del valor del portafolio. Se hace necesario profundizar y diseñar formas adicionales para potencializar la importancia estrategia de la creación de valor, en la PPS de TI.

6

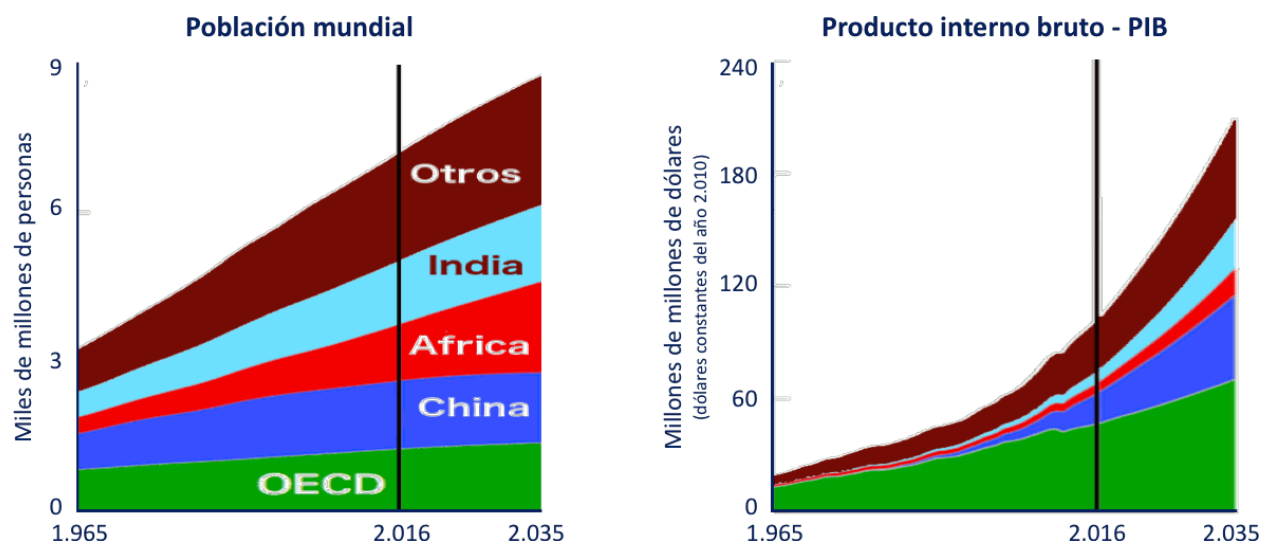
INDUSTRIA DEL PETRÓLEO

A nivel de política internacional, la posesión, explotación, producción y consumo del petróleo ha sido causa de crisis, tormentas económicas y numerosos conflictos armados. Los estados y las economías más desarrolladas del planeta, han establecido estrategias y políticas mundiales, para procurarse los recursos petroleros desde donde estos se encuentren y así asegurar estatus, crecimiento y desarrollo.

La posesión del petróleo es el tema central de la estrategia energética de las naciones; es más, constituye un asunto de seguridad a nivel de país. Esta era del “*hydrocarbon man*”, como lo denomina Brenda Shaffer (2011) en “*Energy Politics*”, es la civilización que inicia en 1912 con la decisión del gobierno Británico de transformar los barcos de su Armada Real “*British Royal Navy*” de operar con carbón a realizarlo por petróleo (Shaffer, 2011).

La población mundial, como se exhibe en la Figura 6-1, para el año 2035 llegará a 8.8 miles de millones de personas, es decir 1.5 miles de millones adicionales a las del estimado global del año 2015. El Producto Interno Bruto PIB⁵⁷ agregado mundial superará los 200 trillones de dólares, equivalente a más del doble en el desarrollo de la economía. Lo anterior indica un incremento en la productividad o unidad de PIB por persona.

Figura 6-1. Proyección a 2035 de población e ingreso a nivel mundial.

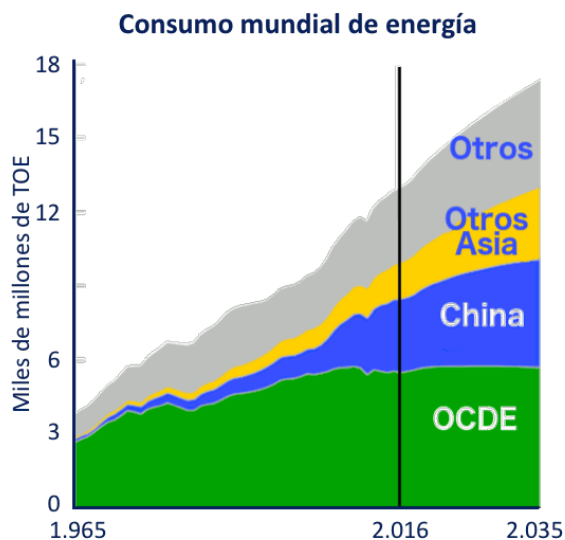


Fuente: Adaptado de BP (2016, p. 10).

⁵⁷ PIB: Producto interno bruto, es una magnitud macroeconómica que representa el valor total de lo que se produce en un País con los recursos que se han utilizado en la economía, valorando cada bien final o servicio al precio que se maneja comúnmente en el mercado.

Este aumento en los ingresos y en la población se traduce en un aumento de la demanda de energía mundial del 34% entre los años 2015 y 2035. La Figura 6-2 ilustra como el consumo de energía del año 2015, de aproximadamente 13 miles de millones de toneladas equivalentes de petróleo⁵⁸ “TOE⁵⁹”, se estima alcanzará un consumo de 17.5 miles de millones de TOE en el año 2035 (BP, 2015; Exxon Mobil, 2015; Statoil, 2015).

Figura 6-2. Consumo de energía mundial, discriminado por región.



Fuente: Adaptado de BP (2016, p. 12).

De la Figura 6-2 y del reporte *Energy Outlook 2035* de BP (2016) se puede decir que al año 2035, aproximadamente las dos terceras partes del consumo de energía mundial será demandado por economías emergentes de rápido crecimiento, y que la demanda de energía dentro de las naciones pertenecientes a la OCDE⁶⁰ crecerá moderadamente. A su vez, entre los años 2025 y 2035 la demanda energética de China tendrá un crecimiento inferior al del periodo 2015 - 2025, el cual se compensará en parte por un repunte de India y otros países en desarrollo.

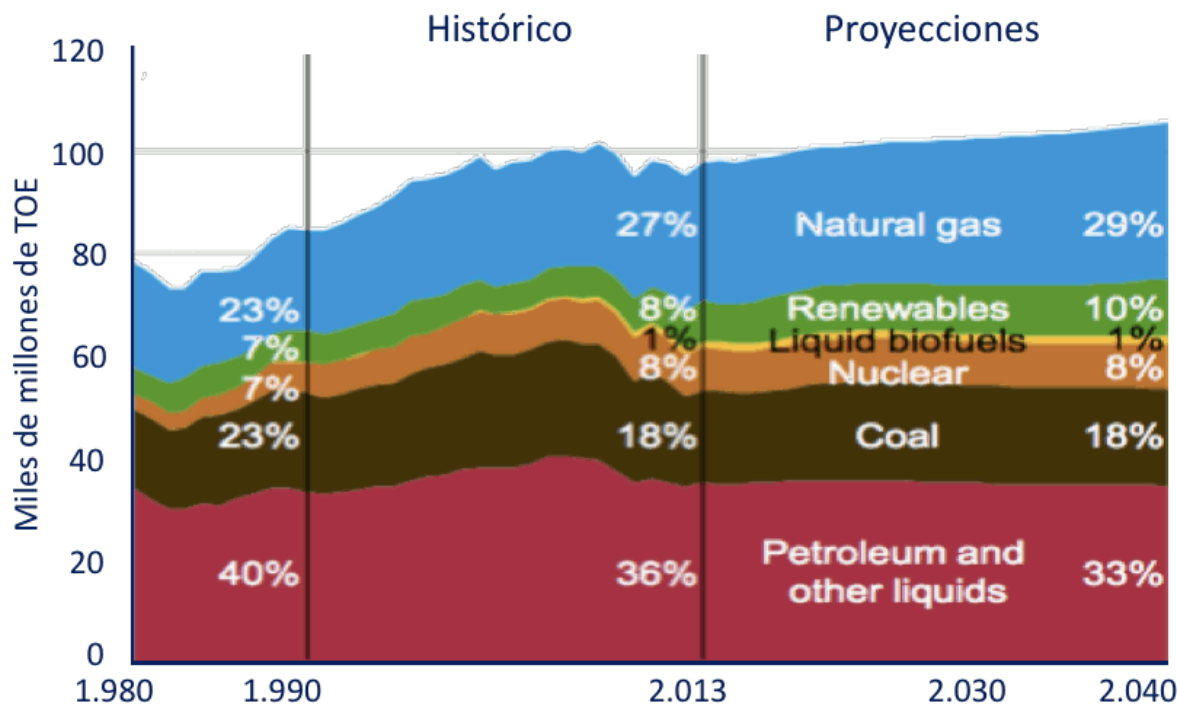
⁵⁸ El petróleo es una sustancia oleosa de color muy oscuro compuesta de hidrógeno y carbono. Puede hallarse en estado líquido (aceite o crudo) o gaseoso (gas natural).

⁵⁹ TOE: *Tonne of oil equivalent* o Toneladas equivalentes de petróleo, es una unidad de energía definida como la cantidad de energía liberada por la combustión de una tonelada de petróleo crudo.

⁶⁰ OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. A junio del año 2.018 agrupaba a 35 países. Su misión es promover políticas de mejora en el bienestar económico y social alrededor del mundo. La OCDE es conocida como el “club de los países ricos”. Al año 2007 agrupaba a los países que proporcionaban el 70% del mercado mundial, y representaban el 80 % del PIB mundial.

El petróleo al año 2040, como se concluye de las proyecciones de *Exxon Mobil* (2016) y de la *Energy Administration Information - EIA* (2015), continuará impulsado por la demanda energética para el transporte y como materia prima de la industria química. En la Figura 6-3 se ilustra la proyección de fuentes primarias de energía al año 2040. Ahí se observa que el 33% de los 105.7 cuatrillones de BTUs⁶¹ demandados de energía mundial corresponderán a petróleo y sus derivados.

Figura 6-3. Fuentes primarias de energía al año 2040.



Fuente: Adaptado de EIA (2015, p. 15).

Este capítulo está organizado en cinco (5) secciones. En la primera se presentan los conceptos de mayor relevancia del petróleo. En la segunda se trata la cadena productiva de este sector de la economía. La tercera sección tiene como propósito precisar los elementos de mayor relevancia de la exploración y producción de petróleo, teniendo la relevancia de las tecnologías de información en la reducción de incertidumbre y creación de valor en esta industria. La cuarta sección expone aspectos importantes de la producción de petróleo en Colombia. Por último, en la quinta sección de este capítulo se realiza resumen aplicable a esta investigación.

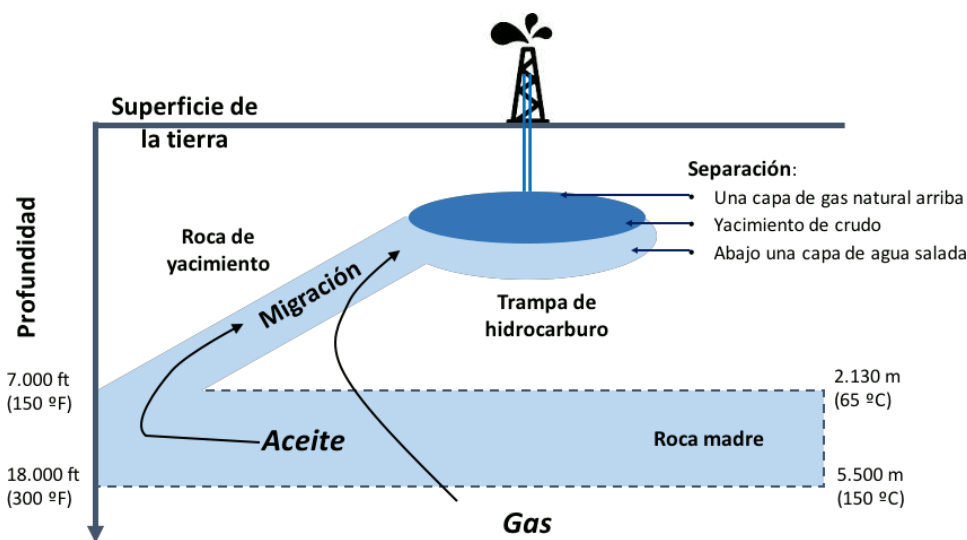
⁶¹ BTU: *British thermal unit*, es una unidad de energía que representa la cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales. Un BTU equivale aproximadamente a 257 calorías o 1055,056 julios.

6.1 El petróleo

De acuerdo con la Real Academia Española de la Lengua, la palabra petróleo procede del latín “*petroleum*”, compuesto por “*petra*” piedra y “*óleum*” aceite (Speight, 2011). El petróleo por lo general procede de algunos kilómetros de profundidad de la Tierra y se ha formado a partir de los restos de organismos. La materia orgánica fósil que se encuentra en los sedimentos y rocas es la precursora del petróleo. La cual, se ha transformado durante varios millones de años, a causa de las altas presiones y aumentos de temperatura que ocurren cuando los sedimentos son sepultados y evolucionados mineralmente en el interior de los estratos de la corteza terrestre (Ortuño, 2010).

En un proceso denominado migración, como se presenta en la Figura 6-4, los hidrocarburos se movieron fuera de la roca madre a través de grietas, fallas y fisuras. Y, se alojaron en rocas porosas y permeables denominada rocas del yacimiento *reservoir rock* (Hilyard, 2012; Inkpen & Moffett, 2011a; Speight, 2011). Posteriormente, las rocas del yacimiento se configuraron de manera que inmovilizaron los hidrocarburos dentro de estructuras llamadas trampas, permitiendo que el petróleo y el gas se acumularan en volumen formando los yacimientos.

Figura 6-4. Formación de los yacimientos de petróleo.



Fuente: Adaptado de Inkpen & Moffett (2011a, p. 85).

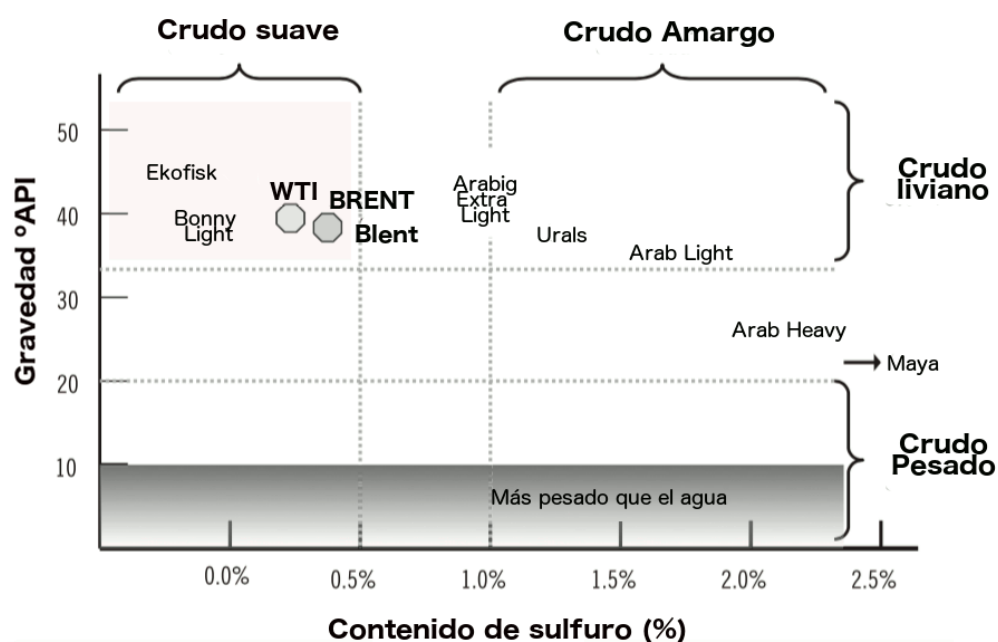
En términos químicos, los hidrocarburos están compuestos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno. La proporción varía de 83 a 87% de carbono, 11 a 14% de hidrógeno, 0.1% a 2% de nitrógeno, 0,1% a 1.5% de oxígeno y menos del 0.1% de metales; otro de los componentes importantes del petróleo es el azufre, que puede alcanzar hasta 4% o más.

6.1.1 Clasificación del petróleo

La industria petrolera, como lo enseña la Figura 6-5 utiliza principalmente tres parámetros para clasificar el crudo:

1. Ubicación geográfica en la que se produce. Es la referencia del precio en punto de origen, las dos principales referencias a nivel mundial son:
 - WTI o West Texas Intermediate, crudo producido en Texas y sur de Oklahoma.
 - BRENT, petróleo producido en el mar del norte.

Figura 6-5. Propiedades diferentes tipos de crudo.



Fuente: Adaptado de Inkpen & Moffett (2011a, p. 371).

2. Gravedad API⁶², es una medida de la densidad del crudo, donde el petróleo liviano (mayor a 29° API) tiene una densidad relativamente baja y por lo tanto se considera de mejor calidad, y el extra-pesado con gravedad menor a 10° API es un hidrocarburo muy viscoso que requiere ser tratado para su producción y transporte.
3. Contenido de azufre, el crudo se denomina “dulce” si contiene relativamente menos del 0.5% de azufre o “amargo” si contiene más del 1.5%. la clasificación de los hidrocarburos, así como los indicadores de referencia principalmente utilizados.

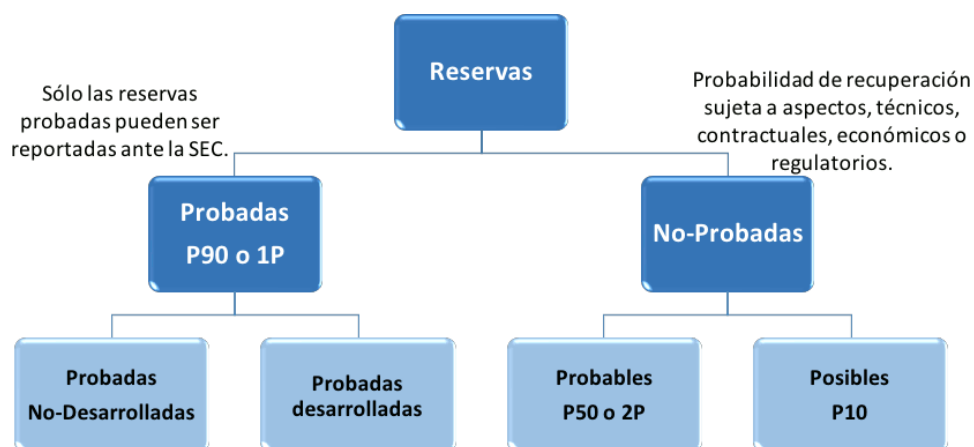
⁶² API American Petroleum Institute

6.1.2 Clasificación de las reservas de petróleo

La Sociedad de Ingenieros de Petróleo SPE, citada por Hilyard (2012), denomina a la cantidad estimada total de aceite en un yacimiento, incluyendo tanto el producible y el no-producibile, como petróleo en sitio u *oil in place* (OIP). Pero debido a las características del yacimiento, los límites de las tecnologías de extracción y las condiciones económicas vigentes, sólo una fracción de este crudo puede ser llevado a la superficie. Esta fracción producible con razonable certidumbre se denomina reservas y la relación entre reservas y el *oil in place* se denomina factor de recobro.

La *U.S. Securities and Exchange Commission* SEC, citada por Hyne (2012), indica que según las condiciones técnicas, comerciales, económicas y el nivel de certidumbre asociado, las reservas se clasifican, como lo ilustra la Figura 6-6, en:

Figura 6-6. Clasificación de las reservas, según la SEC.



Fuente: Elaboración propia.

1. Reservas probadas o 1P: consideradas razonablemente ciertas (probabilidad del 90% o P90) para ser producidas usando la tecnología, precios, términos comerciales y autorizaciones de gobierno vigentes al momento de ser valoradas.
2. Reservas probables o 2P: se considera que tienen una probabilidad (50% o P50) razonable de ser producidas y corresponden a estimaciones de reservas de estructuras ya perforadas, pero que requieren confirmación más avanzada para ser clasificadas como reservas probadas.
3. Reservas posibles o P10, es la estimación de reservas a partir de los datos geológicos o de ingeniería, de áreas no perforadas o no probadas.

6.1.3 Petróleo pesado

Según Speight (2011) el hidrocarburo pesado es diferente del convencional en la medida en que es mucho más difícil de recuperar desde el subsuelo, tiene una viscosidad mucho más alta y más baja gravedad API (menor a 20°). Es decir, mientras que el petróleo convencional fluye de forma natural y se puede extraer y bombear sin ser calentado o diluido, el crudo pesado por lo general requiere la estimulación térmica y dilución para provocar la recuperación.

La mayor acumulación de petróleo pesado se encuentra en el “cinturón de crudos pesados” del Orinoco en Venezuela, el cual contiene 90% de aceite pesado del mundo (Speight, 2011). Colombia tiene un gran potencial en crudos pesados, lo cual le ha permitido incrementar las reservas probadas. Este tipo de crudo presenta el 45% del total país, de acuerdo con las estadísticas de Ministerio de Minas citadas por la UPME (2013).

6.1.4 Petróleo no-convencional

El petróleo se encuentra a veces en forma semisólida, mezclado con arena y agua. Estas arenas de alquitrán y bitumen deben ser calentadas o diluidas químicamente para fluir. Venezuela y Colombia tienen grandes cantidades de crudo atrapados en las arenas de hidrocarburos de la región del Orinoco; petróleo conocido como extra-pesado. En conjunto Canadá y Venezuela tienen un estimado de 3,6 billones de barriles de bitumen y crudo extra-pesado, lo que representa cerca del doble del volumen de las reservas de petróleo convencional del mundo (Hilyard, 2012).

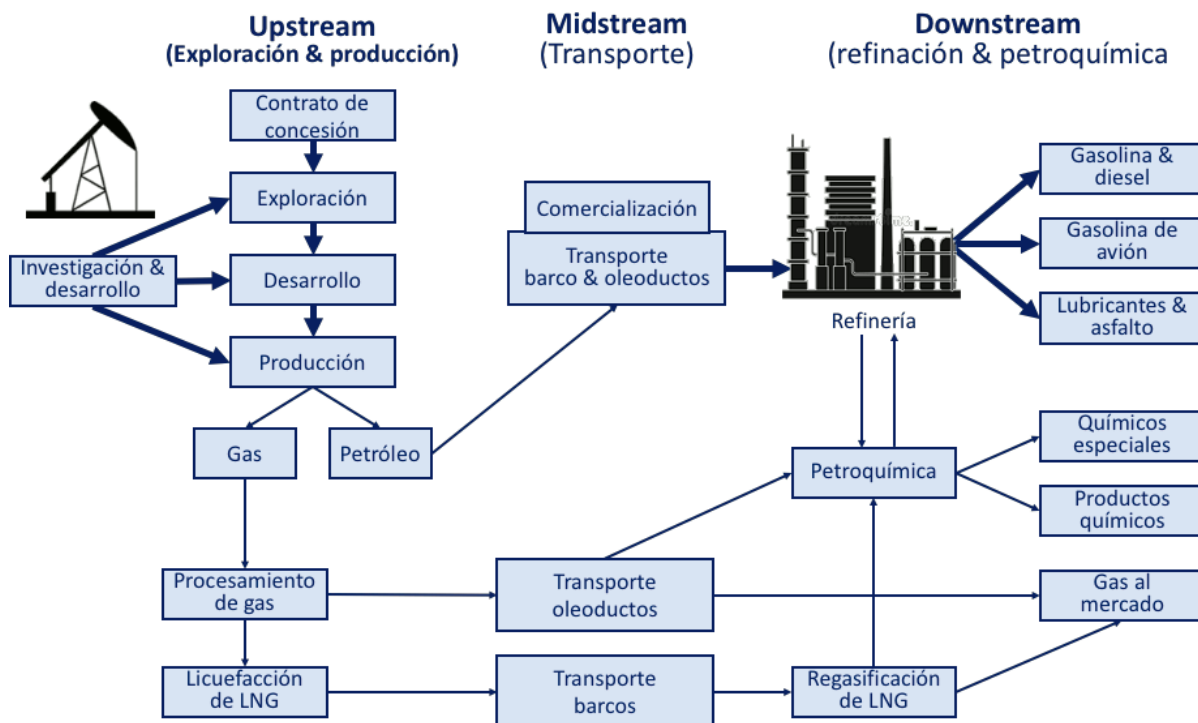
Otro recurso no-convencional es el aceite de esquisto o *shale oil*, el cual se encuentra en la roca madre de esquisto que no ha sido expuesta lo suficiente al calor o la presión para convertir los hidrocarburos atrapados en aceite. La roca de esquisto técnicamente es una roca dura llamada *marl*, compuesta principalmente de arcilla y carbonato de calcio, que contiene una sustancia cerosa llamada kerógeno⁶³ (Hilyard, 2012). El kerógeno atrapado se puede convertir en crudo utilizando calor y presión para simular los procesos naturales. El petróleo de esquisto se encuentra en muchos países, pero Estados Unidos tiene los depósitos más grandes del mundo.

⁶³ Kerógeno, es la fracción de la materia orgánica que se encuentra en las rocas sedimentarias; es insoluble en solventes orgánicos. A modo de comparación, es mil veces más abundante que el carbón y más que el petróleo en yacimientos, y cincuenta veces más abundante que el bitumen y otros petróleos dispersos en las rocas que no forman yacimientos (Ortuño, 2010).

6.2 Cadena productiva industria del petróleo

La cadena de valor de la industria petrolera, esquematizada en la Figura 6-7, está conformada por tres grandes sectores industriales interrelacionados, pero diferenciados en cuanto objetivos estratégicos, márgenes de contribución, incertidumbre y riesgos inherentes: *Upstream*, *Midstream* y *Downstream* (Inkpen & Moffett, 2011a; Speight, 2011).

Figura 6-7. Cadena de valor de la industria del petróleo.



Fuente: Adaptado de Inkpen & Moffett (2011a, p. 21).

6.2.1 Upstream

Una vez que se han obtenido los derechos de exploración por parte de las naciones dueñas del subsuelo, las actividades técnicas de búsqueda y evaluación de formaciones de hidrocarburos pueden comenzar por parte de las organizaciones dedicadas a la exploración y producción. Las compañías de exploración y producción utilizan una variedad de herramientas y técnicas avanzadas para obtener una imagen más detallada del subsuelo como primer paso para disminuir la incertidumbre ligada a esta industria; proporcionando con ello información acerca de las perspectivas futuras de las áreas objeto de la exploración, así como valoración inicial de los recursos y expectativas de reservas (Hilyard, 2012; Speight, 2011).

La producción de petróleo, ha sido la mayor fuente de ingresos para las empresas productoras de hidrocarburos en la última década, debido a los altos márgenes de contribución por BOE⁶⁴ producido; márgenes directamente relacionados con el precio del crudo (Inkpen & Moffett, 2011a). Sin embargo, las empresas productoras de hidrocarburos tienen poco impacto en la fijación del precio del petróleo, normalmente se comportan como tomadores de precios y su visión estratégica está enfocada en reducción de costos e incremento de la utilidad por barril producido, eficiencia, productividad y vida de los campos productores.

Para materializar estos objetivos Hyne (2012), Inkpen & Moffett (2011a) y Speight (2011) aseguran que las tecnologías de información y la innovación juegan un rol relevante, y por lo tanto invertir en ellas para el desarrollo de capacidades de negocio es fundamental para esta industria.

6.2.2 Midstream

La Figura 6-7 permite visualizar la importancia crítica del transporte de petróleo en la cadena de global de esta industria. El *midstream* moviliza los hidrocarburos desde la boca del pozo o campo de producción y hasta las refinerías, y desde éstas hasta los clientes de los refinados y petroquímicos (Inkpen & Moffett, 2011a; Speight, 2011). Los hidrocarburos, son transportados por camión, carro-tanque, barco, barcaza, tren, oleoducto o una combinación de todos estos medios antes de llegar a su destino final.

El impacto en el precio pagado a los productores como lo expone la Ecuación 6-1, compite con el precio fijado a la entrada de la refinería. Por lo tanto, el costo de transporte es el factor diferenciador y competitivo entre los diferentes crudos (Hilyard, 2012; Inkpen & Moffett, 2011a).

Ecuación 6-1. Relación del precio de compra en refinería y pago al productor.

$$Precio_{pagado\ al\ productor} = Precio_{compra\ del\ crudo\ en\ la\ refineria} - Costo_{transporte}$$

Fuente: Tomado de Inkpen & Moffett (2011a, p. 394).

⁶⁴ BOE: acrónimo de *Barrel of Oil Equivalent*, o barril equivalente de petróleo. Es una unidad equivalente a la energía liberada durante la quema de un barril de aproximadamente de 42 galones de petróleo crudo

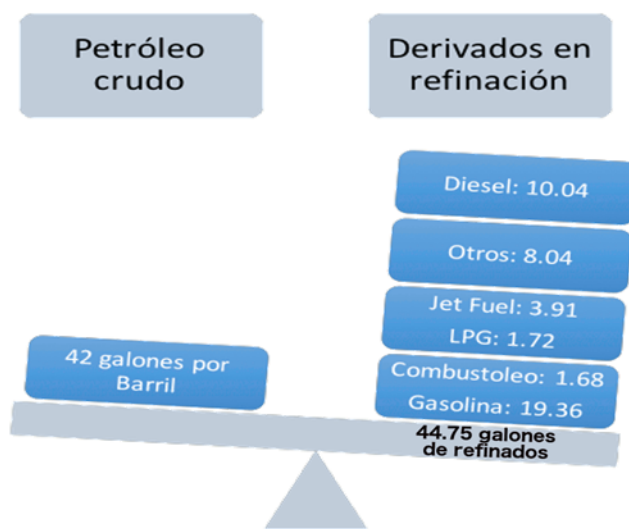
6.2.3 Downstream

El *downstream* es el segmento de la industria del petróleo dedicado a la refinación del hidrocarburo y comercialización de los refinados y petroquímicos derivados. Según Ortuño (2010) la refinación aprovecha “... los diferentes puntos de ebullición en los cuales se desprenden sus variados componentes. Estos procedimientos de refinación se llevan a cabo en enormes plantas de proceso conocidas como refinerías...” (p. 62). Así mismo, debe resaltarse que “...el proceso de refinación es fundamental para la cadena de valor de la industria del petróleo, porque el crudo no tiene valor hasta que se transforma...” (Inkpen & Moffett, 2011a, p. 437). Por ello, desde el punto de vista de una refinería, el precio del petróleo no es otra cosa que el valor de sus productos derivados.

De acuerdo con los componentes químicos del petróleo su destilación dará lugar a la separación de varios productos. Estos derivados de los hidrocarburos corresponden con productos específicos, y por ende usos determinados y bien identificados. Un barril de petróleo equivalente o BOE que contiene 42 galones de crudo, normalmente produce 44 galones de productos derivados del petróleo, debido a la “ganancia de refinería” o *refinery gain* (Hilyard, 2012).

La Figura 6-8 indica que aproximadamente el 85% del rendimiento del producto consiste en combustibles líquidos, incluyendo gasolina, combustible diésel, queroseno, combustible de aviación y propano. El otro 15%, se utiliza para la producción de una amplia gama de productos químicos, incluyendo fertilizantes, pesticidas, productos farmacéuticos, solventes, y plásticos.

Figura 6-8. Principales derivados en la refinación del petróleo.



Fuente: Elaboración propia.

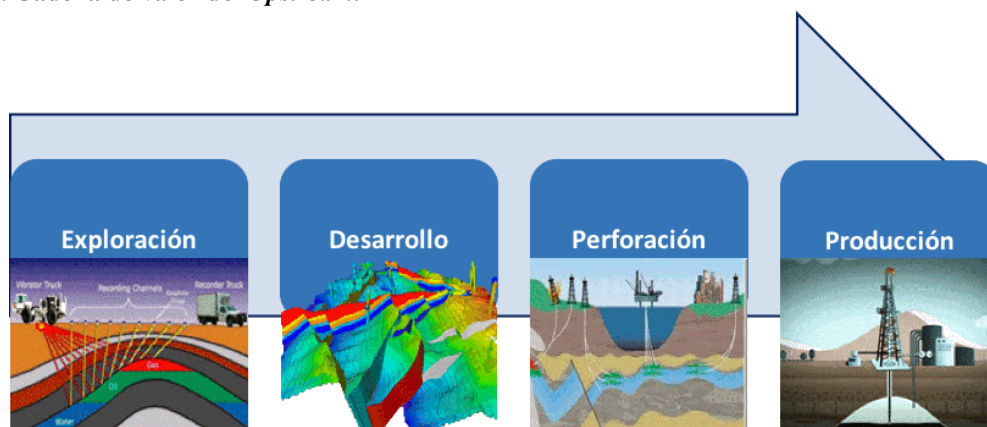
6.3 Industria productora de petróleo

A continuación, se profundiza en los aspectos esenciales de la exploración, perforación y producción como ejes principales para comprender la industria de producción de petróleo.

6.3.1 Cadena de valor del upstream

Upstream, también conocido como exploración y producción E&P. Este sector como se muestra en la Figura 6-9 incluye, las tareas de búsqueda de potenciales yacimientos de petróleo y gas, tanto subterráneos como submarinos; la perforación de pozos exploratorios; y posteriormente la perforación y explotación de los pozos que llevan el petróleo hasta la superficie.

Figura 6-9. Cadena de valor del *Upstream*.



Fuente: Elaboración propia.

Exploración y desarrollo de hidrocarburos

La exploración y el desarrollo integran diversas disciplinas, especialidades técnicas y económicas, y se asiste de complejas y robustas tecnologías e información para disminuir la incertidumbre y lograr efectividad en el logro de los objetivos de este proceso crítico en la industria de los hidrocarburos. Los subprocesos involucrados son (Ortuño, 2010):

1. Evaluación del potencial petrolero. Es responsable por evaluar la factibilidad de que en un área geográfica existan yacimientos con hidrocarburos en cantidades comerciales.
2. Incorporación de reservas. A cargo de cuantificar las reservas probables, posibles y totales asociadas con los hidrocarburos estimados con potencial petrolero y comercializables.
3. Caracterización y delimitación. Tiene como propósito el establecimiento de los límites del prospecto de yacimiento, la cuantificación de reservas y su potencial de producción.

Perforación de pozos

La perforación es una labor que consume alta tecnología y está precedida de numerosas evaluaciones económicas y de ingeniería (Inkpen & Moffett, 2011a; Speight, 2011). Dichos estudios pretenden aumentar la probabilidad de éxito en el hallazgo de crudo, tanto como apoyar al tomador de decisión en la asignación de las grandes sumas de dinero requeridas invertir.

Una vez que se ha alcanzado la profundidad final planeada de perforación, se realiza el completamiento del pozo, o *well completion*, para permitir que el petróleo fluya de una manera controlada al interior del revestimiento, o *casing*, instalado al interior del pozo (Speight, 2011). Después que el revestimiento ha sido instalado, una tubería de diámetro pequeño se introduce en el pozo para conducir los hidrocarburos hacia la superficie. Finalmente, una estructura multi válvula, denominada *christmas tree*, se instala en la parte superior del tubo y se cementa la parte superior del revestimiento. El *christmas tree* permite controlar el flujo de petróleo del pozo.

Producción de petróleo

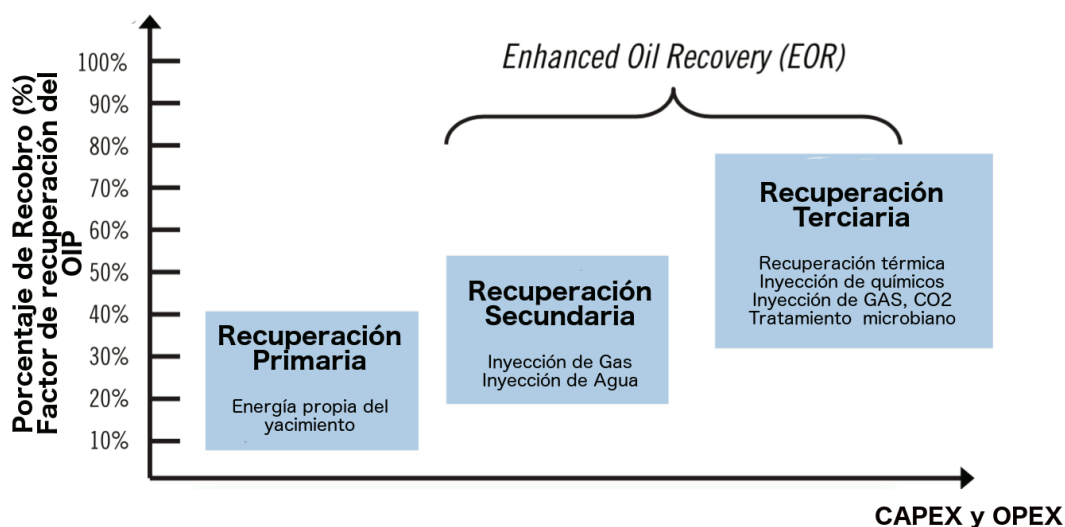
La producción de petróleo es una actividad similar a la manufactura. En razón a que es intensiva en uso de CAPEX y mano de obra, requiere que sus operaciones sean compatibles con el medio ambiente, costo-efectivas, eficientes, productivas, y se asiste de innovación y tecnología para asegurar crecimiento, competitividad y sostenibilidad (Inkpen & Moffett, 2011a).

6.3.2 Extracción del petróleo

Las técnicas de producción de hidrocarburos, ilustradas en la Figura 6-10, varían desde la recuperación primaria debida a la energía propia del yacimiento, cuando el aceite fluye desde el subsuelo a la superficie sin ninguna ayuda. Hasta las de recuperación secundaria, terciaria o mejorada, en las cuales una cantidad considerable de energía es añadida al subsuelo para producir el aceite (Hyne, 2012; Speight, 2011).

Las técnicas de recuperación secundaria y terciaria implican mayores niveles de inversión. Su uso está sujeto al margen de utilidad a nivel de pozo y campo productor (Ortuño, 2010; Speight, 2011). Estos métodos usan bombas en la superficie o en el subsuelo para succionar los fluidos y aumentar la presión al interior del yacimiento.

Figura 6-10. Métodos de recuperación de los hidrocarburos.



Fuente: Adaptado de Inkpen & Moffett (2011a, p. 191).

Las técnicas de recobro mejorado, EOR⁶⁵, permiten recuperar la última porción de hidrocarburo presente en el yacimiento. Esto, como se ilustra en la Figura 6-10, se realiza después de la extracción realizada por los métodos de recuperación primarios y secundarios (Inkpen & Moffett, 2011a; Speight, 2011).

Algunos tipos de yacimientos, en especial los que contienen crudos muy viscosos y yacimientos con baja permeabilidad deben ser tratados desde el inicio con métodos EOR. Este es el caso de los petróleos pesados y extra-pesados del Orinoco en Colombia y Venezuela, donde se emplea inyección térmica a través de vapor o combustión. Así como, polímeros para disminuir la viscosidad, aumentar la porosidad de las rocas del yacimiento, y mejorar el barrido del crudo (Speight, 2011; UPME, 2013).

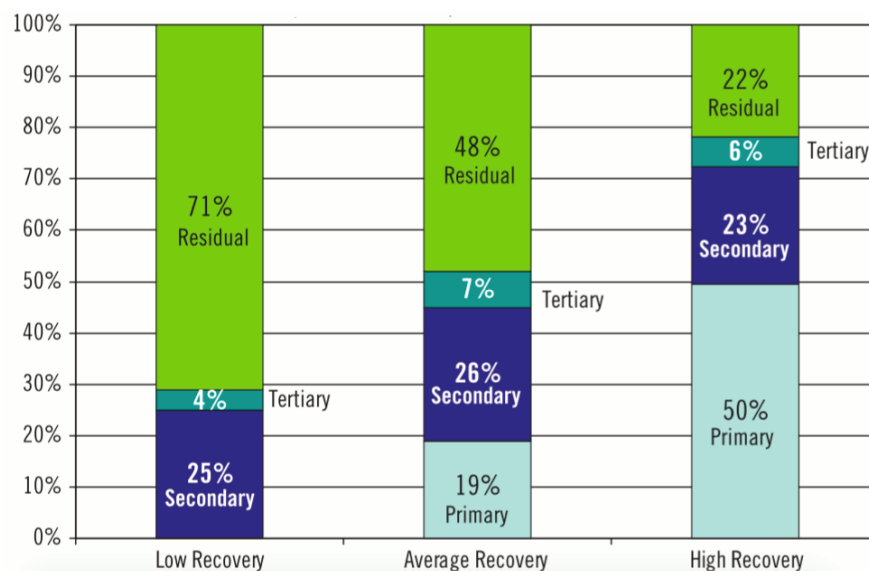
La Figura 6-11, ilustra el rango de contribución de los diferentes métodos en el recobro del crudo en sitio *oil in place* OIP⁶⁶. Inkpen & Moffett (2011a) y Speight (2011) indican que el recobro secundario incrementa este factor entre un 5% a un 26% y el terciario añade en promedio un 7%. Estas tasas de recuperación están sujetas a la efectividad en la implementación de la técnica, las características del pozo y las propiedades de los hidrocarburos; es importante anotar que en el

⁶⁵ EOR: acrónimo de *enhanced oil recovery*, o recobro mejorado.

⁶⁶ OIP: acrónimo de *oil in place*, o petróleo en sitio. Es la cantidad estimada del total de petróleo en el yacimiento.

promedio de los campos analizados por DB (2013) se logró recuperar aproximadamente el 52% del OIP y en casos con características especiales que facilitaron la extracción y recuperación *high recovery* en promedio el 79%.

Figura 6-11. Rangos del factor de recobro de petróleo.



Fuente: Tomado de Inkpen & Moffett (2011a, p. 192).

6.3.3 Impacto de las tecnologías de información en el upstream

La Tabla 6-1 relaciona las principales tecnologías empleadas en las actividades de exploración, desarrollo, perforación y producción de petróleo. De acuerdo con Hilyard (2012), Hyne (2012) e Inkpen & Moffett (2011a), las disciplinas involucradas con el Upstream se apoyan de las tecnologías de información TI para reducir la incertidumbre, modelar el subsuelo, diseñar la construcción de los pozos, y gestionar el proceso de extracción y producción.

Las TI aportan y ayudan mediante herramientas a analizar, correlacionar, procesar y visualizar la información obtenida por los diferentes métodos geofísicos. Las TI contribuyen en la toma de decisiones y valoración de los prospectos de yacimientos, incrementando la probabilidad de éxito de las inversiones en proyectos petrolíferos. Estas capacidades técnicas permiten modelar y prácticamente virtualizar la estructura (modelos estáticos) y el movimiento de los fluidos en el yacimiento (modelo dinámico). Al igual que contribuyen en la prevención de incidentes y problemas técnicos en las operaciones de subsuelo y de superficie.

Tabla 6-1. Tecnologías de Información empleadas en el upstream.

Tecnologías de información	Aplicación
Fotografía aérea. (Aeroplano, radar o satelital)	Mapas de superficie, mapas estructurales. Utilizado para identificar rocas madre, rocas según la era de formación de la tierra y cambios en la topografía que denoten yacimientos (Ortuño, 2010).
Sísmica	La exploración sísmica utiliza el eco del subsuelo para dibujar la forma de las rocas sedimentarias y localizar las trampas del petróleo. Permite determinar la estructura del subsuelo (Inkpen & Moffett, 2011a).
Registros de la litología	Descripción física de las rocas del pozo. La fuente de información más precisa del yacimiento es extraer un cilindro o muestra del corazón “core” de la roca perforada del pozo (Hyne, 2012).
<i>Well log</i>	Cuando un pozo es perforado, se realiza un registro desde la superficie hasta lo profundo del pozo. Esta información se utiliza para identificar los materiales y rocas presentes y con ello corroborar la presencia de hidrocarburos. Así mismo se utiliza para correlacionar las capas de rocas entre los diferentes pozos y formar una sección transversal y en algunos casos tridimensional del yacimiento (Hyne, 2012).
Sísmica 3D – Visualización	Esta tecnología desarrolla una imagen sísmica tridimensional del subsuelo, a partir de registros sísmicos adquiridos con un patrón en superficie conocido y empleando capacidades de procesamiento. Esta técnica permite analizar, navegar y visualizar el subsuelo desde diferentes puntos de vista, ángulos y profundidades (Hyne, 2012).
Sísmica 4D y 4C	Sísmica 4D o sísmica de lapsos “time-lapse” utiliza sísmico 3-D de un mismo yacimiento en diferentes intervalos de tiempo (por ejemplo, dos años) para rastrear el movimiento de los fluidos a través del reservorio. A medida que el yacimiento es drenado, la temperatura, presión y composición de los fluidos cambian, y con ello se pueden localizar las secciones de la cuenca a ser perforadas. Sísmica 4C o multicomponente, es usada para localizar la orientación de la fracturas en el subsuelo (Hyne, 2012; Ortuño, 2010).
Procesamiento computacional	La información sísmica y su interpretación se asisten de las capacidades de procesamiento de datos, de equipos de cómputo y aplicaciones de software para analizar la data, encontrar correlaciones, desarrollar imágenes y modelar y simular estructuras y fallas en el subsuelo (Devereux, 2012; Holdaway, 2014).
Telecomunicaciones	En las operaciones de perforación son fundamentales los medios tecnológicos, para transportar la información en tiempo real desde el campo y hasta las oficinas con el fin de tomar decisiones oportunas (Inkpen & Moffett, 2011a).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-1. Tecnologías de Información empleadas en el upstream (continuación).

Tecnologías de información	Aplicación
SCADA: <i>Supervisory control and data acquisition</i>	En conjunto con la instrumentación instalada en los diferentes equipos técnicos, permite controlar, medir, supervisar y actuar sobre los procesos operativos ejecutados (Albrechtsen & Besnard, 2013).
Analítica	Para analizar las tendencias en todas las actividades, cuantificar el rendimiento de diferentes métricas, KPI's, para identificar posibles deficiencias, aprender de ellos y hacer los ajustes a modelos técnicos del negocio (Albrechtsen & Besnard, 2013; Holdaway, 2014).
<i>Real time operations</i>	Asegurar que la información de sensores e instrumentación instalada en los equipos de perforación, este disponible en tiempo real para que los profesionales de las diferentes disciplinas tomen decisiones durante la ejecución de estas operaciones técnicas (Albrechtsen & Besnard, 2013; Holdaway, 2014; Hyne, 2012).
<i>Integrated operations</i>	Es el entorno y plataformas de colaboración entre diferentes especialidades técnicas en la producción de hidrocarburos. Integra desde la información proveniente de los sensores e instrumentos en los equipos técnicos, con las personas y los procesos. Normalmente esta apalancada del concepto de <i>digital oilfield</i> y de la analítica para asegurar predicción de eventos, pronosticar comportamiento de las operaciones y asegurar operaciones eficientes y eficaces (Albrechtsen & Besnard, 2013).
<i>Digital oilfield</i>	Es la automatización de las operaciones a nivel de equipos técnicos en el subsuelo y superficie. Asegura que la información esté disponible en tiempo real para que los profesionales de las diferentes disciplinas tomen decisiones durante la ejecución de estas operaciones técnicas; disminuyendo los riesgos, aumentando el ciclo de vida de los equipos técnicos, así como del pozo, y yacimiento (Albrechtsen & Besnard, 2013; Holdaway, 2014; Hyne, 2012).
<i>Enterprise resource planning, ERP</i>	En la vista sistémica de la organización es necesario controlar el flujo de las decisiones, tanto como de los recursos económicos y con ello tomar decisiones que permitan asegurar el balance costo-beneficio de las inversiones, la rentabilidad y la viabilidad (Holdaway, 2014).

Fuente: Elaboración propia.

Las tecnologías de información en la producción de hidrocarburos, según Albrechtsen & Besnard (2013), contribuyen no sólo en la optimización de las operaciones, sino en:

1. La reducción de los tiempos no productivos *non productive times* que corresponden con los tiempos en los cuales un pozo esta indisponible para producir, bien sea por una falla, una parada no programada o por una labor requerida de mantenimiento.
2. Controlar las inversiones y gastos.

3. La gestión de los procesos, control de recursos y supervisión de las tecnologías de producción tanto en subsuelo como en superficie.
4. Incrementar el factor de recobro del *oil in place*.
5. Incrementar la rentabilidad de los activos, pozos, campos y yacimientos.

6.3.4 Economía en la producción de petróleo.

La variabilidad del precio del petróleo es protagonista en la sociedad en general por su impacto directo en la economía, tal y como lo refiere la EIA (2015). Las tendencias crecientes y decrecientes en los precios del petróleo continuarán y los consumidores deberán enfrentarse a los problemas económicos inevitables que provocan en la sociedad (Speight, 2011).

Aunque como lo refieren Shaffer (2011) y Speight (2011) los aumentos de precios causan dificultades económicas para el consumidor, generan ingresos para los productores, e incrementan el Producto Interno de Bruto del país derivando en beneficio para la sociedad. Es indudable que las disminuciones de precios pueden parecer una forma de alivio para el consumidor. Sin embargo, el efecto en la sociedad, a nivel general, puede ser dañino. Por cuanto, las empresas productoras deben disminuir su tasa de producción, afectando la contribución al PIB, eliminando mano de obra y en general afectando el bienestar de las personas.

El efecto del precio del barril en la producción de petróleo

El precio del petróleo es la suma de muchas variables, y debe ser considerado a la luz de todas las actividades de la industria petrolera, y en algunos casos hasta de la geopolítica (Shaffer, 2011). Esto incluye los procesos de exploración, extracción y transporte, así como la capacidad de refinación y productos derivados del petróleo, donde cada uno puede tener un efecto sobre los precios del crudo.

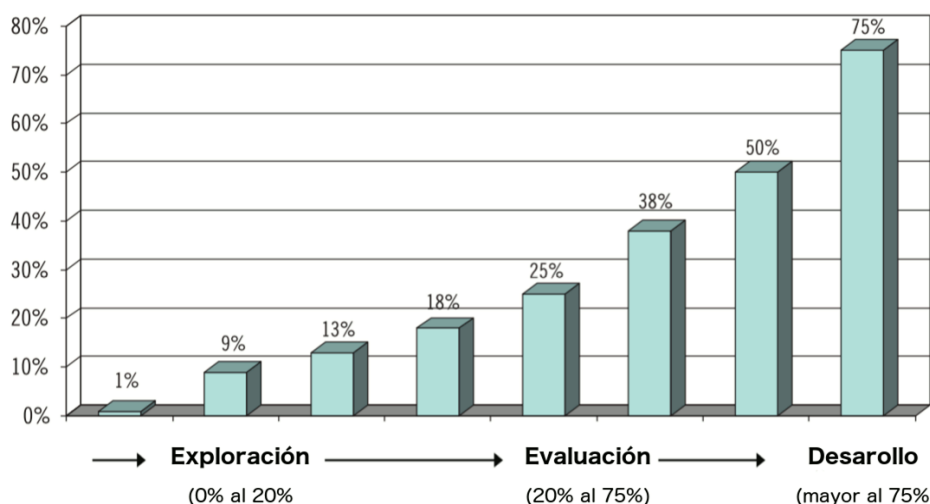
En línea con lo anterior Shaffer (2011), afirma que una de las razones por las cuales los precios del petróleo se mueven en ciclos, que pueden llegar a ser hasta décadas, es que cuando el precio es bajo no hay ningún incentivo para que las organizaciones inviertan en infraestructura. Cuando los precios suben, se necesitan años de precios altos para construir estas infraestructuras, desarrollar conocimiento y adaptar tecnologías, lo que se deriva en barreras que limitan aprovechar con oportunidad la bonanza.

Costos y riesgos asociados a la exploración y producción de petróleo

Como cualquier otra actividad económica, el beneficio y costo marginal, juegan un rol clave para determinar qué tanta exploración debe realizarse. En particular porque este segmento requiere de altos niveles de inversión, con altos niveles de incertidumbre y riesgo asociado (Speight, 2011).

Inkpen & Moffett (2011a) indican que aun con tecnologías modernas de exploración, la probabilidad de encontrar un deposito económico y comercial de petróleo es del 20% al 25%. En otras palabras, este proceso en la cadena de valor de la industria del petróleo tiene un riesgo significativo implícito. En la Figura 6-12 se ilustra como la probabilidad de éxito de los proyectos petroleros aumenta en la medida que se disminuye la incertidumbre asociada.

Figura 6-12. Probabilidad de riesgo desde la exploración hasta el desarrollo de campos.



Fuente: Adaptado de Inkpen & Moffett (2011a, p. 122).

Holdaway (2014) afirma que los costos de perforación representan casi la mitad de las inversiones en el pozo: el 42% se atribuye a la perforación, el restante 58% se divide entre los problemas de perforación, movimiento de taladros, defectos y tiempos no planeados *non planned time – NPT*. La perforación de un solo pozo en tierra puede costar en “...promedio 4.351.000 dólares o 699 dólares por pie perforado...” (Hyne, 2012, p. 235). Aún más desafiante es la inversión en recursos de capital CAPEX para desarrollar un campo de tamaño medio, por ejemplo, para lograr 100 millones de barriles de reservas recuperables, se requiere inversiones del orden de 1.000 millones de dólares, dependiendo de la profundidad del pozo y los parámetros geológicos.

La tasa de producción de un pozo y campo de hidrocarburos depende de la presión de los fluidos en el subsuelo. Ortuño (2010, p. 58) indica que “... el ritmo de producción aumentará paulatinamente desde el descubrimiento del campo petrolero, hasta situarse en un nivel de alta producción por algún tiempo...”. Y luego, la producción “... declinara a la velocidad que la energía del yacimiento es consumida...” (Speight, 2011, p. 79). La producción del petróleo, en cuanto a las decisiones asociadas a los aspectos financieros, depende no sólo del precio del crudo, sino de la eficiencia con la cual la empresa productora de petróleo es capaz de producir cada barril de petróleo (Holdaway, 2014; Inkpen & Moffett, 2011a).

Factores claves en la producción de petróleo

Más allá de los niveles de inversión y probabilidades de éxito asociados a la exploración y perforación, el corazón de la rentabilidad del *upstream* es el margen de contribución individual de cada pozo (Inkpen & Moffett, 2011a; Shaffer, 2011; Speight, 2011). Aunque la exploración identifique un volumen posible de reservas, la perforación sea costo efectivo en hacerlas probables, sólo la extracción y el éxito en el recobro del *oil in place* probará el valor económico de dichas reservas. Sin embargo, al no ser el precio de barril de crudo controlable por las organizaciones, “... las principales compañías del *upstream* a nivel mundial han concluido después de décadas de experiencia que deben enfocarse en el costo...” (Inkpen & Moffett, 2011a, p. 184).

Los costos del *upstream* están relacionados con:

1. Costos de preproducción, que incluyen el CAPEX para encontrar reservas *finding cost*, más costos de desarrollo de la infraestructura para producir y recolectar los crudos.
2. Costos de producción o, *lifting cost*, es decir los costos para operar y mantener los pozos e infraestructura relacionada.
3. Usualmente no se incluye en el cálculo la depreciación, agotamiento y amortización de las inversiones capitalizables. Sin embargo, estos costos son parte del costo total en adición al *lifting cost*.

En vista de lo anterior, lograr que los costos totales de producción sean bajos y en particular que los costos de adición de reservas *finding cost* y levantamiento *lifting cost* sean los mínimos posibles, es una de las capacidades organizacionales claves y ventajas competitivas del negocio del *upstream*.

6.4 Industria de petróleo en Colombia

La industria de hidrocarburos en Colombia de acuerdo con Toro *et al.* (2016), ha sido protagonista en diferentes aspectos de la economía, y por esa vía, fuente de bienestar para la sociedad colombiana. Por ejemplo, los ingresos provenientes del petróleo “...le permitieron al país ... lograr una rápida recuperación de los efectos de la crisis - financiera internacional en 2009...” (p. 1).

La transcendencia de esta industria no se restringe a un concepto puramente económico, sino que también incide en otros ámbitos como el político, ambiental, social y académico. En particular como principal generador de recursos por exportaciones, así como de bienes para programas y proyectos de desarrollo social, regional y de infraestructura; que permiten el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos (López *et al.*, 2012; Vargas, 2010).

6.4.1 Reseña histórica del petróleo en Colombia

Benavides *et al.* (2011) indican que la historia de la industria del petróleo en Colombia nace con las concesiones de Mares y Barco otorgadas a operadores privados por el gobierno de Colombia en 1905 a través de la Ley 6 y amparadas en la Ley 30 de 1903. Después de esto, en 1948 el gobierno de Colombia crea Ecopetrol como responsable del manejo directo de la cadena de producción, y en agosto de 1951 revierte la concesión de Mares al Estado a través de Ecopetrol.

Posteriormente, en octubre 28 de 1974 se expide la Ley 2310, mediante la cual se “...abolió hacia el futuro el régimen de la concesión petrolera, e impuso otros tipos de contratos para la exploración y explotación de los hidrocarburos de propiedad nacional como el de asociación...” (López *et al.*, 2012, p. 8).

Tres décadas después, el gobierno de Colombia mediante la Ley 1760 de 2003 transforma significativamente la industria de petróleos, así:

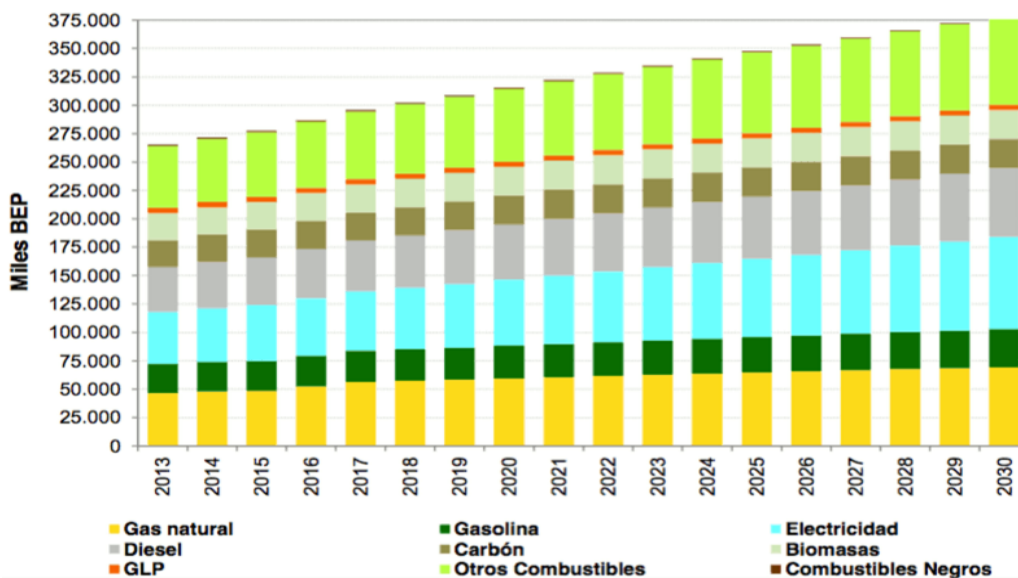
1. Derogó los decretos 0030 de 1951 y 2310 de 1974.
2. Separó las responsabilidades empresariales y regulatorias de Ecopetrol.
3. Creó la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH, encargada de la regulación, administración de los recursos petroleros, asignación de las áreas para exploración y explotación, y responsable de recaudar las regalías y compensaciones monetarias que correspondan al Estado.
4. Modificó la estructura orgánica de Ecopetrol, y la convirtió en una sociedad pública por acciones, vinculada al Ministerio de Minas y Energía - MME (López *et al.*, 2012).

6.4.2 Impacto del petróleo en la economía de Colombia

Colombia no es un país petrolero, sin embargo, este sector y su cadena productiva tienen repercusión estratégica en la participación en el producto interno bruto – PIB. La participación de la actividad petrolera dentro del PIB total aumentó de 3,9% a 5,2% entre 2005 y 2014; entre los años 2010 a 2013 fue de aproximadamente el 6% del PIB total. A su vez, en el ingreso de divisas entre los años 2010 y 2013, el 51% correspondió a exportación de petróleo y sus derivados, con un máximo del 55% en el año 2013. La inversión extranjera directa IED que para el año 2013 registro el 37% del total país, ascendiendo a 5.389 millones de dólares (ACP, 2016).

En Colombia la Unidad de Planeación Minero Energética - UPME (2013), estima para el año 2030, un consumo país de 375 millones de barriles equivalentes de petróleo BOE⁶⁷. Como se puede concluir de la ilustración de la Figura 6-13, la UPME proyecta un crecimiento del consumo de energía en Colombia a una tasa de 2.32% promedio anual en el período 2013 - 2030, correspondiente a 126 millones de BOE, destacándose el aumento en consumo de electricidad, gas natural y ACPM⁶⁸; en términos absolutos, todos los energéticos presentan crecimientos positivos.

Figura 6-13. Proyección del consumo de energía en Colombia a 2030.



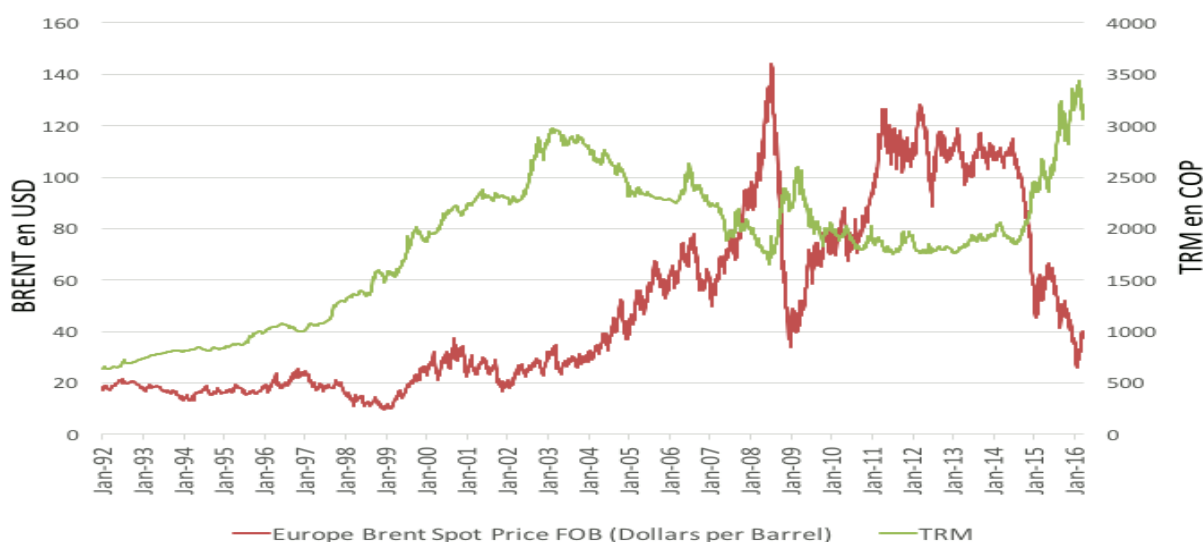
Fuente: Tomado de UPME (2013, p. 87).

⁶⁷ BOE o BEP: *Barrel of oil equivalent*. Barril equivalente de petróleo (BEP) es una unidad de energía equivalente a la energía liberada durante la quema de un barril aproximadamente.

⁶⁸ ACPM: Aceite Combustible Para Motores o Diésel. Es un gasóleo derivado del petróleo, el cual tiene aproximadamente un 18% más energía por unidad de volumen que la gasolina.

Los efectos de la caída del precio del petróleo en la economía de Colombia, como se ilustra en la Figura 6-14, han sido: (a) caída en los términos de intercambio; (b) reducción del ingreso nacional – PIB; (c) menor inversión tanto nacional como IED; (d) desmejora del balance externo y de las cuentas fiscales; (e) menor dinámica de las entradas de capital extranjero por inversiones directas; (f) desempleo pronunciado de mano de obra en las zonas productoras y en la industria en general; (g) aumento de la percepción de riesgo país y; (h) depreciación de la tasa de cambio.

Figura 6-14. Precio del petróleo BRENT y TRM⁶⁹ Colombia, desde 1992.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos recuperados el 29 de marzo de 2016 de http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_a.htm y <http://www.banrep.gov.co/es/trm>

6.4.3 Organizaciones productoras de petróleo en Colombia

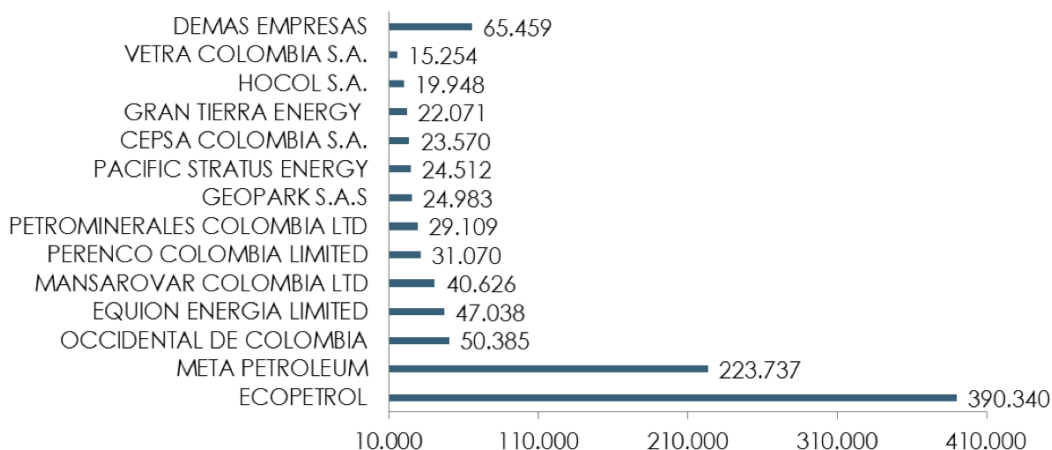
La ANH (2016) indicó en su informe de “Producción fiscalizada de crudo 2015” que en Colombia durante los años 2013 y 2014 aproximadamente cincuenta y cinco (55) empresas fueron responsables de la producción de petróleo, pero que al finalizar el 2015 sólo eran cuarenta y nueve (49). En el año 2015, Colombia produjo alrededor de 1.006 KBPD⁷⁰, en cerca de 392 campos activos y autorizados por la ANH.

⁶⁹ TRM: Tasa representativa del mercado, es la relación de cambio de pesos colombianos a Dólares de los Estados Unidos.

⁷⁰ KBPD: Miles de barriles de petróleo promedio por día.

La Figura 6-15 elaborada por la ACP (2016) permite identificar la producción directa de los principales productores de hidrocarburos en Colombia durante al año 2015. En esa ilustración se identifica que la operación directa de Ecopetrol extrae el 39% del total país. Pero que, como se aclara en la *Form 20-F* ante la SEC⁷¹ su producción promedio diaria durante el año 2015 fue de 611 KBPD, es decir el 61% del total país. Esta diferencia entre la producción en operación directa y la real reportada a la SEC corresponde al total de crudo extraído por Ecopetrol, más el explotado por sus filiales (Equion y Hocol), más su participación en contratos con terceros⁷² (Ecopetrol, 2015). La producción de Ecopetrol está compuesta por la siguiente canasta de crudos: 8% crudos livianos, 34% crudos medianos y 58% crudos pesados y extra-pesados.

Figura 6-15. Distribución de la producción año 2015 por empresa.



Fuente: Tomado de ACP (2016)

El segundo productor de petróleo en Colombia es la compañía privada *Frontera Energy*, la cual es propietaria de los activos de *Pacific Energy*. Esta última, en el año 2015, alcanzó una producción promedio diaria de 144 KBPD, a un costo promedio de producción de 32.24 dólares por barril. Así mismo, las reservas probadas fueron del orden de 315 millones de barriles equivalentes de petróleo (Pacific Rubiales Energy Corp., 2015).

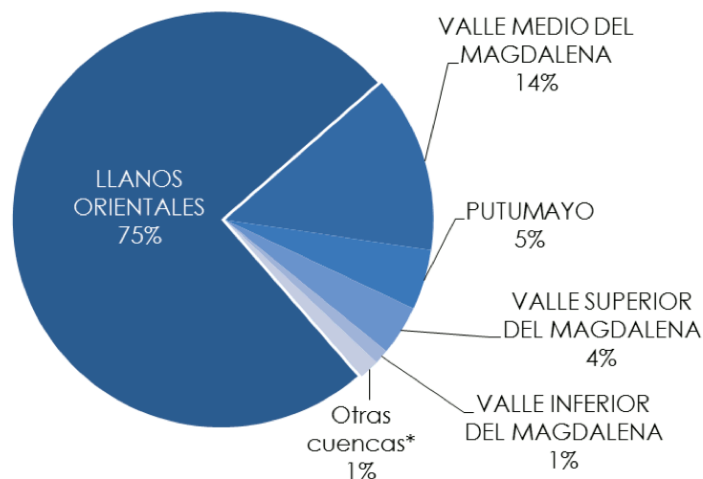
⁷¹ SEC: acrónimo de Securities and Exchange Commission. Es la comisión de bolsa y valores de los Estados Unidos, tiene la responsabilidad de hacer cumplir las leyes y regular la industria de valores y mercados financieros. Con lo cual, todas las organizaciones que coticen en el mercado de valores de Estados Unidos están bajo su jurisdicción.

⁷² Contratos de asociación: corresponde a los contratos que Ecopetrol tiene suscritos con otros operadores de petróleo, en el cual la propiedad de activo de producción es compartida y en la generalidad de los casos, esos asociados de producción son los responsables por la operación del campo de crudo.

Ecopetrol (61%) y Pacific Energy (14%) representaron en el año 2015 el 75% del mercado. Otras siete (7) productoras (*Occidental, Mansarovar, Perenco, Geopark, Cepsa, Gran Tierra y Vetra*) con participación de la producción país entre el 2 y 5%, en total agregan el 19%. El restante 6% es extraído por las restantes 36 compañías (ACP, 2016).

Por otra parte, de la ilustración de la Figura 6-16 se concluye que el 75% del total de petróleo producido en Colombia, ocurre en la cuenta de los llanos orientales, y en particular en el departamento del Meta, con una producción de aproximadamente 513 KBPD. Se observa que sólo cuatro campos a nivel Colombia tienen una producción superior a 40 KBPD. De los cuáles Rubiales y Castilla son los campos productores de crudos pesados y extra-pesados y los de mayor producción.

Figura 6-16. Distribución de la producción año 2015 por cuenca.



Fuente: Tomado de ACP (2016).

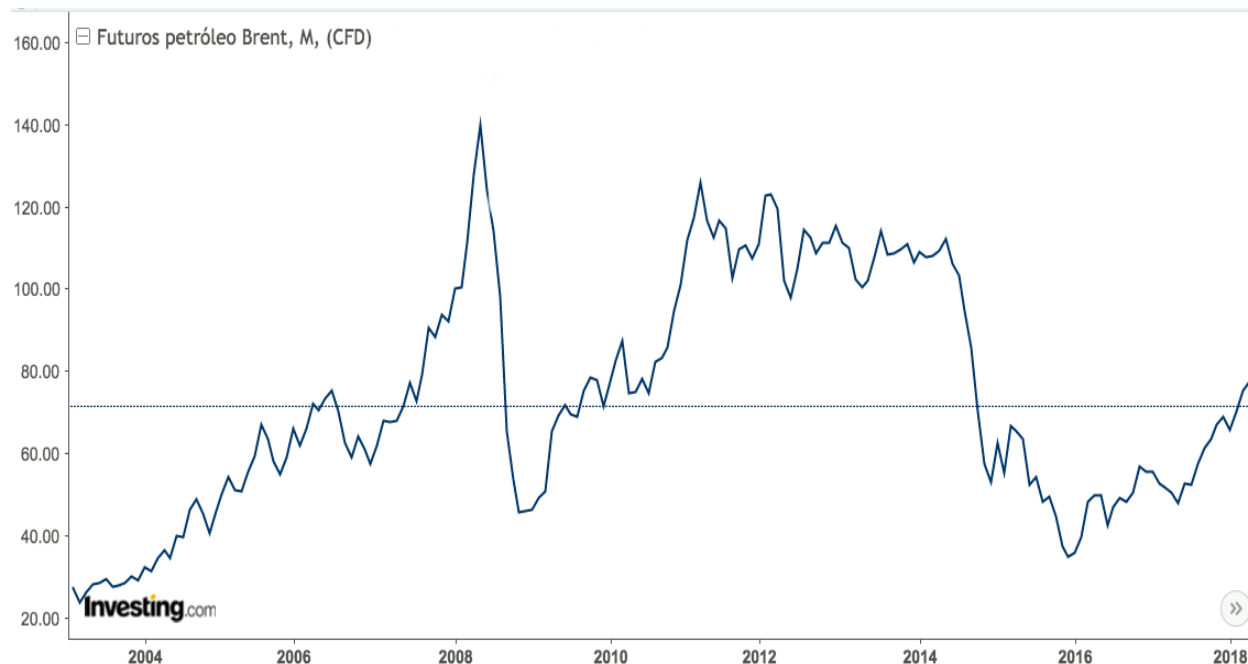
6.5 Resumen del capítulo

La industria del petróleo es una de las de mayor impacto en la geopolítica y economía. Es protagonista del crecimiento de los países en vía de desarrollo, tanto como materia prima, fuente de energía principal, como en su aporte a los ingresos nacionales. En esta línea y como lo muestran las proyecciones de BP (2016), Exxon Mobil (2015) y UPME (2013), esta industria seguirá siendo protagonista aun hasta el año 2040; representando alrededor del 33% del consumo energético.

Al analizar la oferta y la demanda de petróleo en el mercado, y las condiciones geopolíticas y económicas, destaca la volatilidad de los precios del crudo, el cual ha tenido significativas

variaciones a lo largo de los años. La EIA (2015) afirma que la variabilidad de este factor de la economía continuará en los próximos años. En la Figura 6-17 se visualiza como el precio del petróleo ha cambiado de manera dramática. Un máximo histórico de 139,83 dólares por barril, marcador Brent⁷³, en julio de 2008. Luego desciende desde los 115,73 dólares/barril de junio de 2014, a un mínimo de 34.88 dólares/barril en febrero de 2016.

Figura 6-17. Precio del petróleo, referencial BRENT.



Fuente: Recuperado de <http://es.investing.com/commodities/brent-oil-streaming-chart>, agosto 16, 2018.

La Agencia Nacional de Hidrocarburos de Colombia - ANH, informó que el volumen de reservas de petróleo, a diciembre de 2017, correspondía a 2.002 millones de BOE y la tasa de producción diaria a 834 KBPD. Lo anterior significa que, en Colombia se proyectan problemas de autoabastecimiento en 6.6 años. Para evitar esta situación, se requiere el incremento de las reservas a través de descubrimientos de nuevos campos de hidrocarburos, desarrollo de crudos no convencionales, así como aumento en la tasa de recuperación en los yacimientos existentes, lo que sugiere inversiones, entre otros, en nuevas tecnologías.

⁷³ Brent. Es un tipo de petróleo que se extrae principalmente del Mar del Norte. Marca la referencia en los mercados europeos y es el utilizado por Ecopetrol, como referencia para su comercialización.

Adicionalmente, debe tenerse en consideración que Colombia produce principalmente crudos denominados pesados y extra-pesados, lo cual implica un escenario complejo sobre el margen, rentabilidad y necesariamente viabilidad económica de las operaciones de producción de este recurso natural. Esta problemática, afecta de manera directa y con alto impacto la economía de la Nación, afectando el PIB, ingreso, empleo, devaluación, inflación y por ende el bienestar de la sociedad en general.

Por otra parte, Inkpen & Moffett (2011a) indican que una organización de petróleo estándar asegura recursos de inversión en exploración para acertar y con ello adicionar reservas. Sin embargo, esa etapa es la de mayor riesgo. Luego asignará recursos de inversión para el desarrollo de campos y por esta vía se construirá la infraestructura y los pozos requeridos, normalmente este es el componente del costo base al que más recursos de inversión se le asignan. La presión la tendrá inevitablemente en asegurar que el *lifting cost* sea el más bajo posible, durante las décadas del ciclo de vida individual de cada pozo.

En otras palabras los anteriores objetivos organizacionales, serán viables como lo presentan Albrechtsen & Besnard (2013), Holdaway (2014) e Inkpen & Moffett (2011a), en la medida que exista información y tecnología que habilite, automatice e integre la comprensión permanente del subsuelo y de sus hidrocarburos, tanto como de los diferentes procesos y actividades que impactan los inductores de costo, gestión y operación en cada caso.

En consecuencia, debe indicarse que las TI en esta industria, contribuyen en la disminución de la incertidumbre del interior y profundo del subsuelo, facilitando la toma de decisiones y valoración de los prospectos de yacimientos, e incrementando la probabilidad de éxito de las inversiones en proyectos petrolíferos. Ayudan en la prevención de incidentes y problemas técnicos en las operaciones del subsuelo, tal como con los recursos y facilidades de superficie. Soportan el proceso de gestión y producción de los hidrocarburos. En consecuencia, las TI se constituyen en una herramienta estratégica y esencial de esta industria, razón por la cual, la alineación de las capacidades técnicas con el potencial de valor de las mismas contribuye en el logro de los objetivos perseguidos por esta industria.

RESUMEN MARCO TEÓRICO

La estrategia de la empresa define metas de creación futura de valor, las cuáles serán alcanzadas con la materialización de objetivos estratégicos. La implementación exitosa de la estrategia se logra cuando se maximiza la entrega de valor a los grupos de interés, balanceando los riesgos y optimizando el uso de los recursos (Costantino *et al.*, 2015). El valor en el largo plazo es la capacidad para capturar valor económico (Johnson *et al.*, 2002).

Las organizaciones son diferentes entre sí, en función de los recursos y capacidades que poseen y el uso que le dan en un momento determinado, así como por el hecho de que dichos recursos y capacidades no están disponibles para todas las empresas en las mismas condiciones (Penrose, 1959). Esta perspectiva, desde la teoría basada en los recursos RBV⁷⁴ (Wernerfelt, 1984) y la teoría de las capacidades dinámicas DC⁷⁵ (Teece *et al.*, 1997), explican las diferencias de rentabilidad entre empresas. Asimismo, indican que las capacidades permiten el logro de ventajas competitivas para ser rentables, exitosas y sostenibles en el tiempo (Barney, 1991). Así que, en esta investigación las capacidades son aquellas habilidades que tiene la empresa para extraer valor de sus recursos. Entendiéndose que los recursos son aquellos activos que la empresa posee y controla (Amit & Schoemaker, 1993; Nelson & Winter, 1982; Prahalad & Hamel, 1990).

Las capacidades, también denominadas competencias (Prahalad & Hamel, 1990), representan las habilidades de la empresa para resolver problemas complejos de manera efectiva y entregar valor a los grupos de interés (Levinthal, 2000). Las capacidades deben caracterizarse por: crear y entregar valor; crear diferenciación; y, crear sostenibilidad (Amit & Schoemaker, 1993; Helfat & Winter, 2011; Prahalad & Hamel, 1990; Schreyögg & Kliesch-Eberl, 2007; Winter, 2008).

Las capacidades organizacionales pueden describirse como aquellas entidades que: crecen en el tiempo, mediante procesos de aprendizaje; contienen componentes dinámicos e intrínsecos; y, representan una forma superior y distintiva de combinar y asignar recursos (Helfat & Peteraf, 2003; Helfat & Winter, 2011; Hodgson, 1998; Schreyögg & Kliesch-Eberl, 2007).

⁷⁴ RBV: Resource Base View, es la denominación en la literatura en inglés para la teoría basada en los recursos o teoría de los recursos y capacidades (como se conoce en la literatura en español), propuesta por Wernerfelt (1984) e impulsada entre muchos otros por Grant (1991).

⁷⁵ DC: Dynamic capabilities, es el acrónimo utilizado en la literatura en inglés para la teoría de las capacidades dinámicas, la cual es una de las principales corrientes evolucionadas desde la RBV.

Es así como, la identificación de las capacidades de la organización debe ser menos desde la perspectiva del presente de la compañía, y más una definición de las capacidades requeridas a incorporar para el futuro de la empresa. Con lo cual, en la definición de los objetivos y metas estratégicas de la organización, es fundamental armonizar la explotación de las capacidades actuales, con el desarrollo de nuevas, o la optimización y modificación de capacidades existentes, para lograr la ventaja futura (Grant, 2010; Teece *et al.*, 1997).

Los objetivos y metas estratégicas de la organización son el fundamento para identificar las brechas entre la situación presente de la empresa y la futura deseada. Estas brechas son el valor a crear, y están asociadas con las capacidades organizacionales que se requieren desarrollar (Kaplan & Norton, 2008). El cierre de estas brechas es el alcance encomendado por el plan estratégico de la compañía, el cual, normalmente es logrado desde el portafolio de proyectos (Thiry, 2002).

En este punto es relevante anotar que las TI juegan un rol protagónico en el desarrollo de capacidades esenciales. Entendiéndose capacidades esenciales como "...aquellas que surgen del aprendizaje colectivo de la organización, especialmente las relativas a la coordinación de diversas técnicas de producción e integración de las diversas tecnologías" (Prahalad & Hamel, 1990, p. 82).

Las TI, como capacidades tecnológicas, aportan a la transformación, eficacia, eficiencia y éxito económico de las compañías (Croteau & Bergeron, 2001; Luo, Fan, & Zhang, 2012; Rivard *et al.*, 2006). Estas habilitan a la empresa, no solo en la gestión operativa del negocio, sino que, en muchos casos, representan los pilares del modelo de negocio (Reynolds, 2016). Por ejemplo, las TI en la industria del petróleo, son fundamentales para modelar y disminuir la incertidumbre asociada al subsuelo, y en las operaciones técnicas de extracción, transporte y refinación de los hidrocarburos (Albrechtsen & Besnard, 2013).

Bharadwaj (2000) definió las capacidades tecnológicas de las TI como "...la capacidad de toda la empresa para aprovechar la tecnología para diferenciarse de la competencia..." (p. 186). En línea con lo anterior, Tallon *et al.* (2000) y Tallon (2007) concluyeron que las empresas en las cuáles las inversiones en TI se encontraban enfocadas en propósitos estratégicos y organizacionales, alcanzaron mayores beneficios de estas capacidades tecnológicas. En consecuencia, se puede decir que lo relevante en la selección de estas inversiones, no es el conjunto de recursos tecnológicos involucrados, sino como estos son aprovechados por la empresa para crear valor.

Estas inversiones en TI, sus decisiones y criterios de priorización, la materialización de las capacidades y ventajas distintivas, así como la alineación con los objetivos estratégicos, requieren de un proceso de gestión en la organización que permita la capitalización y retorno de los recursos invertidos. A dicho proceso se le denomina “Portafolio de TI” (Kaplan, 2005). Entendiéndose que la selección del portafolio debe realizarse desde el aporte y contribución de los diferentes componentes a los propósitos empresariales, desarrollo de capacidades esenciales y, fuentes de creación y captura de valor (Lentz *et al.*, 2002).

La adecuada selección del portafolio habilita las TI como fuentes de beneficios estratégicos, informativos y transaccionales (Mirani & Lederer, 1998). La alineación del portafolio con la estrategia empresarial, ha sido identificada como el factor de mayor influencia en el éxito de los proyectos de TI (Levinson, 2009; Malagón-Barinas, 2014; Roberts & Watson, 2014; Snyder, 2017). A su vez, las deficiencias en la incorporación de las TI asociadas al bajo desempeño del portafolio, son razones por las cuáles no se generan beneficios, y estas inversiones se transforman en fuentes de desventaja competitiva y de erosión de valor (Neirotti & Paolucci, 2007).

Sin embargo, no existe evidencia lo suficientemente importante para afirmar que a mayor inversión en TI se obtenga mayor productividad y por ende mayor valor económico (Hajli *et al.*, 2015; Stratopoulos & Dehning, 2000). Aunque, por otra parte, si se puede decir que aquellas compañías maduras en la incorporación de las TI como capacidad organizacional han incrementado su valor económico (Chen *et al.*, 2015; Lin, 2007; Marnewick, 2015; Mithas & Rust, 2016). De manera que, la dirección del portafolio de TI debe enfocar su esfuerzo en la identificación de las capacidades tecnológicas que apalanquen de manera correcta la estrategia. Asimismo, la selección de los proyectos debe asegurar que las funcionalidades que los mismos habiliten, correspondan con los que realmente agregan valor a la empresa.

El valor puede interpretarse como una fuerza que gobierna nuestro comportamiento, o como una propiedad permanente de los bienes y servicios (Iyer, 2009; Parkin & Esquivel, 2010; Stewart, 2010). El valor se centra en la gente y en los beneficios que obtienen de los bienes o servicios que ellos utilizan. Con lo cual, es fundamental en el propósito de crear valor, identificar las capacidades que generan los beneficios que realmente aportan de manera significativa a los objetivos de la compañía (Jenner, 2014; Kaiser *et al.*, 2015; OGC, 2010).

El valor que una parte interesada está dispuesta a reconocer o pagar por un bien o servicio, está relacionado con su importancia, calidad y utilidad (Iyer, 2009). De acuerdo con ello, en la incorporación de bienes y servicios se creará valor en la medida que la utilidad asociada al uso de una capacidad sea mayor al costo de los recursos utilizados en su desarrollo. En consecuencia, los beneficios no surgen autónomamente (Ashurst *et al.*, 2008). Las partes interesadas encontraran beneficios asociados al uso de las capacidades de TI incorporadas, cuando las mismas les brinden un grado de satisfacción mayor al que obtienen u obtendrían, a partir de los recursos que entregan para acceder dichos impactos.

Los proyectos correctos en la organización son aquellos que entregan beneficios duraderos, medibles, relevantes, sostenibles y difíciles de copiar por los competidores (Amit & Schoemaker, 1993; Grant, 2010; Prahalad & Hamel, 1990; Teece *et al.*, 1997). De acuerdo con ello, debe decirse que la gestión de beneficios, tiene origen desde antes que se defina el portafolio (Jenner, 2014; Ward & Daniel, 2006), a través de la identificación de los resultados requeridos por parte de los grupos de interés. Y hasta que, a través del uso de las capacidades incorporadas, se generen beneficios y se capture valor por parte de la empresa. Es así que, en la dirección del portafolio y por lo tanto en la de proyectos, la gestión integral de beneficios y valor debe estar presente como parte de un proceso continuo y dinámico de creación y captura de valor (Chang *et al.*, 2013).

La gran mayoría de los proyectos de TI requieren de la asignación de recursos para un conjunto mínimo de capacidades técnicas, a partir de las cuáles se puedan generar los beneficios planeados desde el portafolio (Bonham, 2005). En caso de que no sea posible el desarrollo de ese nivel mínimo de capacidades, dichos proyectos no deben incluirse en el portafolio. Por otra parte, no necesariamente el desarrollo de las capacidades de TI en el nivel de madurez más alto, contribuye a la maximización del potencial de valor a crear (Afflerbach *et al.*, 2016). Las dos situaciones anteriores conllevan al riesgo de una equivocada asignación de recursos (Forstner *et al.*, 2014). En consecuencia, en la planeación de los proyectos es determinante identificar el rango en el cual crean valor, el nivel de desarrollo asociado a las capacidades a incorporar y los recursos involucrados para los diferentes escenarios de implementación.

En muchos casos, es preferible definir lo mejor que se puede alcanzar con los recursos limitados y disponibles, más allá que intentar una solución perfecta, pero inviable (Dye & Pennypacker, 1999). Así que el conocimiento del rango en el cual los proyectos tienen potencial

de creación de valor, la interdependencia entre proyectos y componentes, la factibilidad técnica de la incorporación y uso de las tecnologías asociadas, así como el grado de alineación de todos ellos con los objetivos estratégicos y organizacionales, son piezas esenciales en el modelo de PPS⁷⁶. Es importante tener en consideración que la selección del portafolio implica encontrar los escenarios de balance entre el uso de los recursos, la viabilidad de logro de los objetivos organizacionales, la gestión de la perspectiva de los interesados y la viabilidad técnica de la TI en la organización.

La creación de valor en la empresa a partir del portafolio de proyectos involucra ser eficientes y efectivos en: (a) la selección de los cambios o capacidades a desarrollar (Archer & Ghasemzadeh, 1999); y (b) en la asignación de los recursos (Markowitz, 1991). Para lo cual, es fundamental identificar los beneficios que realmente aportan de manera significativa a los objetivos de la compañía (Kaiser *et al.*, 2015), al igual que a los principales grupos de interés (Jenner, 2014; OGC, 2010). Lo anterior teniendo en cuenta que, los recursos en las organizaciones son limitados (Serra & Kunc, 2015), y, no todos los cambios a incorporar son requeridos, o al implementarlos, no necesariamente son percibidos como requeridos por los diferentes interesados (Beringer *et al.*, 2013).

Complementando lo anterior, se debe agregar que el potencial de creación de valor no solo depende del aporte directo de la tecnología sino de otros factores (Brynjolfsson, 1993; Hajli *et al.*, 2015; Ong & Chen, 2016), tales como: (a) la adaptación y aprendizaje de la organización para el aprovechamiento de las TI (Ashrafi & Mueller, 2015); (b) la gestión de la información y tecnología, como capacidad organizacional (Ashurst, 2011); y (c) la identificación de los potenciales beneficios, tanto como de los mecanismos para medirlos (Zwikael & Smyrk, 2011).

Adicionalmente, se debe precisar que la incorporación de las TI contribuye en el incremento de la efectividad operacional, y el fortalecimiento de la posición estratégica de la empresa (Mithas & Rust, 2016; Porter, 1996; Tallon, 2007). En consecuencia, en el análisis del potencial de las TI deben observarse los impactos a generar en la perspectiva interna y externa de la organización, y como ellos contribuyen a la creación de valor (Gregor *et al.*, 2006; Porter & Millar, 1985). Para este análisis, es de utilidad identificar los factores claves de negocio KPI's que son impactados.

⁷⁶ PPS acrónimo de *Project Portfolio Selection*, o selección del portafolio de proyectos.

Por otra parte, debe indicarse que la literatura sobre dirección de portafolio, y en particular lo pertinente a la selección de proyectos, en la última década han recibido mayor atención desde la academia e industria. Se identificó en la elaboración de este marco teórico que el foco de estudio ha estado en ampliar las definiciones de valor en el portafolio (Augusto Oliveira *et al.*, 2010; Bolsinger *et al.*, 2011; Kopmann *et al.*, 2015; Winter & Szczepanek, 2008). Asimismo, se halló que la orientación al valor o *value-based* se ha aplicado en la investigación empírica de la administración de los procesos de negocio BPM⁷⁷ (Forstner *et al.*, 2014; Killen & Hunt, 2010, 2013; Lehnert *et al.*, 2016b; Nielsen & Persson, 2017).

Si bien esas perspectivas de estudio brindan un punto importante en el reconocimiento de las diferentes dimensiones del valor en el portafolio. La investigación exploratoria de este marco teórico permitió concluir que es requerido profundizar, identificar y diseñar mecanismos para potencializar la importancia estrategia de la creación y captura de valor en proyectos de TI.

En atención al anterior propósito, y en el marco de la selección del portafolio orientado al valor, esta investigación busca contribuir con mecanismos para: identificar las capacidades técnicas a incorporar; el nivel apropiado de los recursos requeridos y del valor a crear; y, los factores que potencializan la captura de valor en proyectos de TI. El enfoque de esta tesis se encuentra alineada a los estudios en *Value-oriented* y *Value-based Business Process Management*.

En otros términos, y, como conclusión de este marco teórico se identificó que el aporte de esta tesis es un modelo de procesos para la selección del portafolio de proyectos de TI basados en valor, *Process to Project Portfolio Selection - Value-based* o P3S-VB. Para lo cual, se determinó que las siguientes perspectivas apalancan el diseño del modelo P3S-VB:

1. Generación de beneficios y creación de valor para los grupos de interés (Ward & Daniel, 2006; Zwikael & Smyrk, 2011).
2. Captura de valor desde el impacto de los beneficios, sobre los factores de desempeño de las áreas de negocio afectadas por el proyecto (Jenner, 2014; OGC, 2010; Ward & Daniel, 2012).
3. Maximización del valor para organización y del costo de los recursos asignados (Afflerbach *et al.*, 2016; Forstner *et al.*, 2014; Linhart *et al.*, 2015; Röglinger *et al.*, 2012; SAVE, 2007).

⁷⁷ BPM: *Business Process Management*, o administración de procesos de negocio. Es una disciplina de gestión cuyo objetivo es mejorar el desempeño (eficiencia y eficacia) y la optimización de los procesos de negocio de una organización.

PARTE II
DESARROLLO DEL
MODELO P3S-VB

En esta segunda parte se consignan el diseño del modelo P3S-VB. El cual fue desarrollado siguiendo como referencia la metodología *Design Science Research*, o DSR-IS⁷⁸, o de diseño de ciencia. De acuerdo con Vaishnavi & Kuechler (2015), la metodología de diseño de ciencia en tecnologías de información o DSR-IS son un conjunto de técnicas y perspectivas sintéticas y analíticas (que complementan perspectivas positivistas, interpretativas y críticas) para realizar investigaciones en tecnologías de información. Los artefactos creados con la metodología DSR-IS incluyen, entre otros, algoritmos, interfaces hombre/máquina, modelos, constructos⁷⁹, metodologías de diseño de sistemas y teorías aplicadas a la disciplina de tecnologías de información.

Como resultado de aplicar la metodología en mención, y una vez recopilada y documentada la investigación exploratoria y revisión crítica de la literatura que llevaron a la construcción del marco teórico. Se procedió a identificar los elementos requeridos en el modelo objetivo de esta investigación.

Una vez, se determinaron los elementos del modelo se identificaron los procesos que los agrupaban. En este punto vale mencionar que siguiendo la perspectiva de gestión de procesos de negocio orientados al valor, o *Value Oriented*, o *Value Based* de identificaron los procesos para la selección del portafolio de proyectos, o los *Process to Project Portfolio Selection Value Based*. Estos procesos como se puede observar determinaron el nombre de este modelo P3S-VB.

Definidos los procesos y los elementos, se diseñó el modelo. Tanto los elementos y sus definiciones, como el diseño y la relación de procesos a elementos en el modelo P3S-VB, se documentan en el capítulo 7.

Por último, en el capítulo 8 se consolidaron los nuevos conceptos o constructos que se identificaron requerían ser diseñados para soportar los propósitos, objetivos y contribución a las preguntas de esta investigación. Estos constructos definen el nivel apropiado en la incorporación de las capacidades, el valor y la tecnología en proyectos de TI. Los mismos fueron definidos como

⁷⁸ DSR-IS: *Design Science Research – Information Systems*, o metodología de diseño de ciencia aplicado a las tecnologías de información.

⁷⁹ El constructo es un concepto hipotético usado para explicar un fenómeno que resulta de la abstracción de alto nivel realizada a partir de acciones y características, directamente observables y medibles en la organización (Quinn & Rorhbaugh, 1983; Morgeson & Hoffmann, 1999).

ALoCI, nivel apropiado en la incorporación de capacidades; ALoVI, nivel apropiado en la incorporación del valor; y, ALoTI, nivel apropiado en la incorporación de tecnología.

En la definición del modelo P3S-VB y como se documentó en el capítulo 8, se identificaron cuatro procesos para identificación, creación, gestión y captura de valor. Estos procesos son: alineación organizacional; alineación del desarrollo tecnológico; selección de proyectos de TI; y, creación y captura de valor.

En complemento a los nuevos constructos y en armonía con los procesos definidos en el modelo P3S-VB, y desde la perspectiva de la problemática y pregunta base de investigación, se determinó que el modelo se fundamenta en cinco principios: (a) la orientación al valor; (b) el portafolio como herramienta estratégica; (c) las capacidades de negocio y el potencial de valor a crear; (d) las capacidades tecnológicas y la creación de valor; y, (e) la gestión de los grupos de interés y la captura del valor.

Por último, y como parte integral del modelo P3S-VB se documenta en el capítulo ocho, cinco herramientas que apoyan los objetivos y propósitos de este modelo, estas son:

1. Análisis de la percepción de beneficios de los grupos de interés.
2. Ciclo de gestión de beneficios TI.
3. Identificación del nivel de creación de valor LoV, el ALoTI y el ALoVI.
4. Diamante de maximización del potencial de valor del portafolio de TI.
5. Función objetivo y algoritmo de priorización del portafolio de TI.

7

ELEMENTOS Y DISEÑO DEL MODELO P3S-VB

El objetivo general de esta tesis doctoral es desarrollar un modelo, para apoyar la toma de decisiones en la conformación del portafolio de proyectos de tecnologías de información, para la industria de producción de petróleo, a través de la gestión del valor y las capacidades técnicas a incorporar por el caso de negocios. En atención a este objetivo, y como resultado de la evaluación crítica de la problemática, y preguntas y objetivos específicos de esta investigación, en el presente capítulo se realiza la identificación y definición de los elementos para el diseño del P3S-VB.

El P3S-VB o modelo de procesos para la selección del portafolio de proyectos de TI basados en valor, *Process to Project Portfolio Selection - Value-based*, busca contribuir en el incremento de valor en la selección del portafolio de proyectos de tecnologías de información TI. Este modelo se diseñó a partir de la revisión de la literatura y hallazgos del marco teórico de esta tesis.

Con el fin de alcanzar el anterior propósito, el modelo P3S-VB propone desarrollar mecanismos que permitan: identificar las capacidades técnicas a incorporar; el nivel apropiado de los recursos requeridos y del valor a crear; y, los factores que potencializan la captura de valor en proyectos de TI.

Es necesario resaltar que en el anteproyecto de esta investigación, se definieron los siguientes tres objetivos específicos O2, O3 y O4. Los cuáles están relacionados y describen elementos y características que debe contener el modelo P3S-VB.

- O2. *Definir un proceso para identificar la contribución de valor en los factores clave del caso de negocios, por las capacidades técnicas incorporadas a través de proyectos de TI en productoras de petróleo.*
- O3. *Diseñar un proceso que permita estimar el rango de las inversiones en capacidades técnicas, para las cuales el proyecto contribuye a la creación de valor en los factores clave del caso de negocios.*
- O4. *Desarrollar el modelo para apoyar la toma de decisiones en la priorización y conformación del portafolio de proyectos de TI, basado en la identificación del nivel apropiado de capacidades técnicas a incorporar y su contribución a la creación de valor.*

Para la identificación y definición de los elementos del P3S-VB, así como para su diseño, se identificaron en el marco teórico las siguientes perspectivas y estudios:

1. Generación de beneficios y creación de valor para los grupos de interés (Ward & Daniel, 2006; Zwikael & Smyrk, 2011).
2. Captura de valor desde el impacto de los beneficios, sobre los factores de desempeño de las áreas de negocio afectadas por el proyecto (Jenner, 2014; OGC, 2010; Ward & Daniel, 2012).
3. Maximización del valor para organización y optimización de los recursos asignados (Afflerbach *et al.*, 2016; Forstner *et al.*, 2014; Linhart *et al.*, 2015; Röglinger *et al.*, 2012; SAVE, 2007).

Este capítulo está organizado en tres secciones. En la primera sección se describe la metodología de diseño en ciencia aplicada a las tecnologías de información, o DSR-IS, la cual se usó como referencia para el desarrollo del P3S-VB. En la segunda sección, se registran los elementos identificados para el modelo; incluyendo para cada uno de ellos la definición adoptada o realizada en la presente investigación. Por último, en la tercera sección se describe el diseño del modelo P3S-VB, los procesos identificados para la selección del portafolio de proyectos, basado en valor, y adicionalmente se detalla la relación entre procesos y elementos.

7.1 Metodología de diseño del modelo

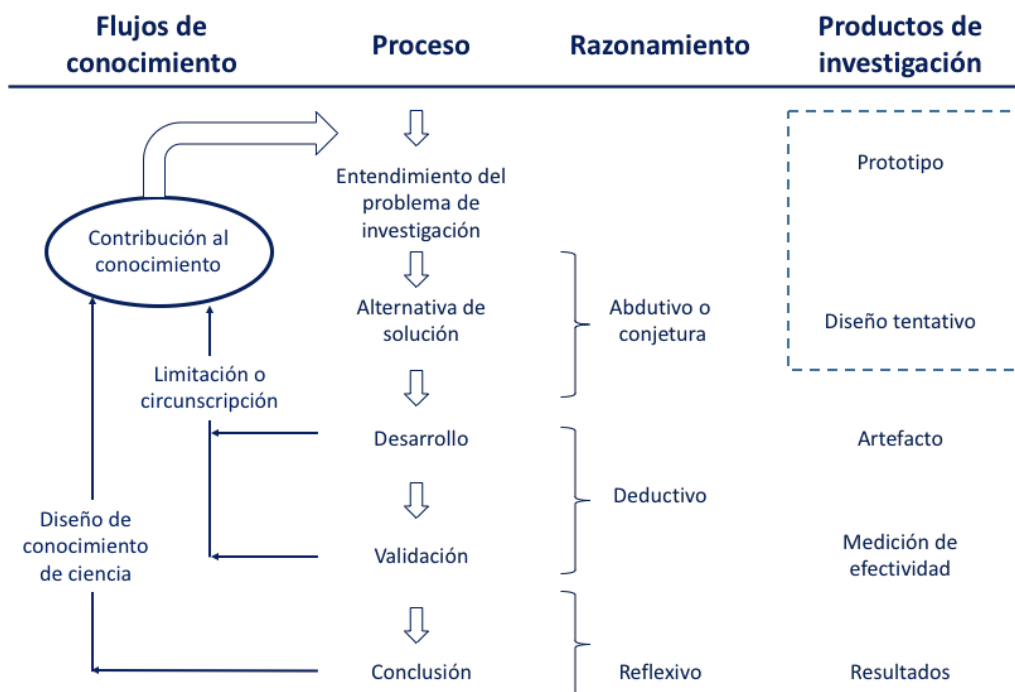
En esta sección se documenta la metodología de diseño de ciencia, aplicada a las tecnologías de información, *Design Science Research*, o DSR-IS⁸⁰ (Vaishnavi & Kuechler, 2015). La cual sirvió de referencia en el desarrollo del modelo P3S-VB. La metodología DSR-IS indica que el diseño de ciencia o ciencia de lo artificial (Simon, 1996) es una disciplina relacionada con el diseño de artefactos. Entendiéndose, artefacto como un objeto artificial construido por el hombre, con cierta técnica, para alcanzar objetivos específicos (RAE, 2017; Vaishnavi & Kuechler, 2015).

El propósito del diseño según la metodología DSR-IS, es identificar los elementos internos requeridos por los artefactos, y determinar la interacción de estos con el entorno externo (Peffer *et al.*, 2008). Se define el entorno externo como el conjunto total de fuerzas, elementos y efectos que actúan sobre el artefacto. Por consiguiente, los elementos internos representan el conjunto de componentes que integran el artefacto (Simon, 1996).

⁸⁰ DSR-IS: *Design Science Research – Information Systems*, o metodología de diseño de ciencia aplicado a las tecnologías de información.

En la Figura 7-1 se muestra que la metodología DSR-IS está compuesta por los siguientes cinco procesos: (a) el entendimiento del problema de investigación; (b) la identificación de alternativas de solución y sugerencias; (c) el desarrollo del artefacto; (d) la validación; y (e) las conclusiones.

Figura 7-1. Metodología de diseño de ciencia, DSR-IS.



Fuente: Adaptado de Vaishnavi & Kuechler (2015, p. 15).

Esta metodología se apalanca en el conocimiento existente y en el desarrollo de prototipos para lograr claridad y entendimiento del problema de investigación. Asimismo y como se exhibe en la Figura 7-1, la DSR-IS a partir de la definición de las alternativas de solución, elabora un diseño preliminar o tentativo del artefacto. Vaishnavi & Kuechler (2015), indican que el diseño del artefacto “...es una etapa esencialmente creativa donde son visualizadas nuevas funcionalidades basadas en una novedosa configuración de elementos nuevos o existentes...” (p. 15).

De acuerdo con esta metodología, una vez desarrollado el artefacto, este y los nuevos constructos son validados respecto a los criterios y especificaciones funcionales, las cuáles están asociadas a los problemas, objetivos e hipótesis de la investigación que le dieron lugar.

Normalmente el diseño tiene un proceso iterativo entre la etapa de desarrollo y la de validación. Con lo cual se logra un refinamiento del problema, y por consiguiente del diseño del artefacto. Estas iteraciones se ilustran en la Figura 7-1. Un primer bucle desde los procesos de desarrollo y

validación, y a través de las limitaciones o circunscripciones del diseño o del conocimiento. El segundo bucle, una vez el artefacto satisface los requerimientos de efectividad, va al proceso de conclusión, generando resultados y nuevos conceptos o constructos (Vaishnavi & Kuechler, 2015).

La contribución al conocimiento siguiendo la metodología DSR-IS se ilustra en la Figura 7-1 con las etiquetas “limitación o circunscripción” y “diseño de conocimiento de ciencia”. Las limitantes de conocimiento asociadas con el artefacto, se identifican durante el desarrollo, validación y conclusiones del diseño del artefacto.

A partir de estas limitaciones o brechas identificadas en el conocimiento, se definen los nuevos constructos (Vaishnavi & Kuechler, 2015). De acuerdo con McCarthy (1980), citado por Vaishnavi & Kuechler (2015), la identificación de nuevos constructos está relacionado con lo que el investigador aprende o descubre, al evaluar las cosas de acuerdo con la teoría, o de conformidad al comportamiento de los fenómenos en la vida real.

Ahora bien, en el desarrollo del P3S-VB, se usó como referencia la metodología DSR-IS. Durante el anteproyecto y entendimiento de la problemática de esta tesis, el investigador propuso un prototipo denominado BCV-B. A partir de ahí, y durante la exploración de la literatura y elaboración del marco teórico, se estructuró la base teórica que fundamenta esta investigación.

Derivado del conjunto de información y hallazgos registrados en el marco teórico, y de la perspectiva planteada por el prototipo propuesto desde el anteproyecto, se identificaron limitaciones de conocimiento específico en la selección de proyectos de TI orientados al valor. Las siguientes son las brechas en las cuáles se observaron limitaciones: entre el nivel de desarrollo de las capacidades organizacionales y tecnológicas; entre el potencial de valor a crear y el nivel apropiado de recursos a asignar; y entre los impactos asociados a las capacidades a incorporar, los mecanismos necesarios para su medición, y la captura de valor.

Coherentemente con la metodología DSR-IS en este capítulo se registran los elementos requeridos para contribuir en el cierre de dichas brechas, y para el desarrollo del artefacto P3S-VB. En el capítulo ocho se describen en profundidad los nuevos constructos identificados en el diseño aquí consignado, al igual que los principios que fundamentan el modelo, sus procesos y por supuesto las herramientas asociadas. Por último, en la parte III de esta tesis, específicamente en el capítulo nueve, se registran los resultados de la validación aplicada al diseño y constructos derivados del P3S-VB.

7.2 Elementos del modelo P3S-VB

El modelo P3S-VB hace énfasis en la creación de valor desde la identificación de los potenciales proyectos, y hasta que los impactos por ellos incorporados son usados por clientes y usuarios, capturando con ello valor para la empresa. En el modelo P3S-VB, el portafolio de TI tiene como propósito lograr eficiencia del uso de los recursos de la organización, esto significa que todo programa y proyecto contribuya a la estrategia de la mejor forma posible y cree valor.

En consecuencia, no necesariamente todos los proyectos tienen su origen en la identificación de las capacidades organizacionales. Pero, todos los proyectos que se postulan al portafolio deben tener una clara contribución a los objetivos estratégicos y organizacionales, independientemente de su origen en la orientación estratégica, en mejoras requeridas en las capacidades existentes, o como consecuencia de la evolución tecnológica.

Los elementos del modelo P3S-VB identificados a partir del prototipo BCV-B, elaborado en el anteproyecto, y de los hallazgos de la revisión crítica de la literatura del marco teórico de esta tesis, se registran en la Tabla 7-1. En ella, se presenta la definición de los diferentes elementos del P3S-VB, así como las referencias y trabajos usados para desarrollar la definición utilizada en esta investigación. Los elementos se presentan en la Tabla 7-1 según el orden de importancia.

Tabla 7-1. Elementos y definiciones del modelo P3S-VB.

Elemento	Definición o significado en el modelo	Referencias	ID
Proyecto	Es una organización temporal a la cual se le entrega un conjunto de recursos, para que durante un periodo de tiempo determinado, desarrolle capacidades, logre transformación, genere beneficios y, cree y capture valor para diferentes grupos de interés.	APM (2006) Kodukula (2014) PMAJ (2005) PMI (2017a) Turner <i>et al.</i> (2008)	Py
Programa	Es una organización temporal, responsable por entregar resultados, obtener beneficios y capturar valor, a través de la ejecución coordinada de un conjunto de proyectos, actividades operacionales y subprogramas interrelacionados.	Kodukula (2014) OGC (2011b) PMI (2017c) Turner <i>et al.</i> (2008)	Pg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 1. Elementos y definiciones del modelo P3S-VB (continuación).

Elemento	Definición o significado en el modelo	Referencias	ID
Portafolio de proyectos	Es una herramienta estratégica que contribuye en el desarrollo de las metas y objetivos empresariales, mediante la acción coordinada de programas, proyectos y otras actividades, y, el óptimo balance y rendimiento entre recursos, riesgos, capacidades, y valor a crear para los grupos de interés.	APM (2006) Kodukula (2014) IPMA (2006) OGC (2011a) PMAJ (2005) PMI (2017b) Turner <i>et al.</i> (2008)	PP
Grupos de interés	Son individuos o grupos de interesados que no son parte del equipo de proyecto, pero de acuerdo con sus intereses, poder e influencia, pueden afectar o percibirse a sí mismos como afectados, por un cambio o resultado incorporado desde el proyecto, programa o portafolio, y con ello pueden incidir en el desempeño y éxito del proyecto, tanto como en la percepción del valor creado.	Bradley (2012) Jenner (2014) Letavec (2014) OGC (2010) Serra (2016) Ward & Daniel (2012)	SH
Beneficios	Son las mejoras percibidas como positivas por uno o más interesados, como consecuencia de la utilización que hacen de los resultados incorporados, a través de proyectos, programas o desde el conjunto de componentes del portafolio.	Ashurst (2011) Bradley (2012) Jenner (2014) Johnson <i>et al.</i> (2002) Letavec (2014) Mintzberg (1978) OGC (2010) Peppard <i>et al.</i> (2007) Serra (2016) Ward & Daniel (2012)	B
Valor	Es la utilidad adicional que una o varias partes interesadas obtienen, al intercambiar uno o varios recursos que les son útiles y valiosos, para acceder a los impactos positivos que encuentran y le otorgan el uso de los bienes o servicios que adquieren.	Bowman & Ambrosini (2000) CEN (2000) Cha & O'Connor (2005) Elias (1998) Iyer (2009) Lepak <i>et al.</i> (2007) OGC (2010) Parkin & Esquivel (2010) SAVE (2007) Stewart (2010) Venkataraman & Pinto (2008)	Val

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 1. Elementos y definiciones del modelo P3S-VB (continuación).

Elemento	Definición o significado en el modelo	Referencias	ID
Potencial de valor a crear	Son los beneficios identificados, factibles y medibles que se pueden generar, como consecuencia de las capacidades esenciales de negocio y tecnológicas a desarrollar desde proyectos de TI.	Archer & Ghasemzadeh (1999) Bowman & Ambrosini (2000) Egon & Theo-Jan (2001) Iyer (2009) OGC (2010) Zeithaml (1988)	PVC
Generación del valor	Es responsable por maximizar, materializar y capturar el potencial de valor a crear de los proyectos y portafolio, logrando un óptimo balance entre los requerimientos de la empresa y sus grupos de interés.	Cooper <i>et al.</i> (2002b) Jenner (2014) Kodukula (2014) Markowitz (1991) PMAJ (2005) Serra (2016) Vitolo & Cipparrone (2014) Williams & Samset (2010)	GoV
Recursos	Son los factores productivos tangibles ⁸¹ e intangibles ⁸² que la empresa posee o controla, para crear valor a través de la producción y venta de bienes y servicios; cuando estos recursos se caracterizan por ser valiosos ⁸³ , raros ⁸⁴ , insustituibles ⁸⁵ e inimitables ⁸⁶ contribuyen con el desarrollo de las ventajas competitivas de la empresa.	Amit & Schoemaker (1993) Barney (1991) Grant (1991) Nelson & Winter (1982) Penrose (1959) Prahalad & Hamel (1990) Reichert & Zawislak (2014) Teece <i>et al.</i> (1997)	R
Orientación estratégica	Son los principios que dirigen e influyen las actividades y decisiones en la implementación de los objetivos y dimensiones de la estrategia empresarial, y es el resultado de los procesos de definición de la visión a materializar.	Gatignon & Xuereb (1997) Hakala (2011) Morgan & Strong (2003) Venkatraman (1989)	E
Objetivos estratégicos y organizacionales por área de negocio	Son los propósitos de alcance estratégico y organizacional requeridos para alcanzar las metas de creación de valor y éxito a nivel de empresa y área funcional.	Grant (2010) Jenner (2014) OGC (2010) Porter (1980)	OE

Fuente: Elaboración propia.

⁸¹ Físicos y financieros

⁸² Capital humano, conocimiento y capital organizacional.

⁸³ Explotan las oportunidades y neutralizan las amenazas del entorno.

⁸⁴ Son poco comunes en el sector e industria en la que produce y comercializa la empresa.

⁸⁵ Las posibilidades de extraer su potencial de valor están asociadas a la compañía en la cual se encuentran.

⁸⁶ Deben ser difíciles de replicar, de acuerdo con características únicas que estos poseen.

Tabla 7 1. Elementos y definiciones del modelo P3S-VB (continuación).

Elemento	Definición o significado en el modelo	Referencias	ID
Capacidades esenciales de negocio	Son el conjunto de conocimientos, competencias y habilidades esenciales que resultan del aprendizaje en equipo al interior de la organización, y más específicamente en sus diferentes áreas funcionales y de negocio.	Amit & Schoemaker (1993) Grant (2010) Lehnert <i>et al.</i> (2016b) López-Cabarcos <i>et al.</i> (2015) Nelson & Winter (1982) Ong & Chen (2016) Penrose (1959) Porter (1980) Prahalad & Hamel (1990)	KN
Capacidad tecnológica	Son las competencias y habilidades de la organización para apalancar la incorporación y desarrollo de las capacidades esenciales de negocio, a través del uso efectivo del conocimiento y del aprendizaje tecnológico.	Bell (1984) Bell & Pavitt (1995) Grant (2010) Morcillo & Bueno (1993) PMI (2017a) Westphal <i>et al.</i> (1985)	KT
Mejoras en capacidades existentes	Son las necesidades y requerimientos de cambios en las capacidades existentes, las cuales emergen como consecuencia de obligaciones de cumplimiento y normatividad legal, para aprovechar oportunidades, y para evitar riesgos durante la operación del negocio.	Daniel, Ward & Franken (2014) Kerzner (2014a) Turner (2014) Venkatraman & Prescott (1990) Zwikaël & Smyrk (2011)	mK
Indicadores claves de valor	Son los mecanismos directos o indirectos para cuantificar y medir los beneficios y el valor, asociados a los impactos en las capacidades esenciales de negocio, como consecuencia de la incorporación de capacidades tecnológicas.	Flyvbjerg (2006) Hubbard (2014) Jenner (2014) Kaplan & Norton (1993) Lin, Pervan & McDermid (2005) Peppard <i>et al.</i> (2007) Ward, Daniel & Peppard (2008)	KVI
Alcance del proyecto	Es la suma de todas las capacidades tecnológicas a incorporar, las capacidades esenciales y procesos de negocio a impactar o mejorar, y las habilidades a desarrollar en las personas, para que clientes y usuarios encuentren valor al usarlas, y con ello se logren los propósitos encomendados desde el portafolio.	OGC (2009) PMI (2017a)	SoW

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 1. Elementos y definiciones del modelo P3S-VB (continuación).

Elemento	Definición o significado en el modelo	Referencias	ID
Procesos de la organización	Son aquellos conjuntos estructurados, coordinados y organizados de actividades destinadas a lograr los fines y objetivos específicos de las áreas funcionales y de la organización	OGC (2009) PMI (2017a)	dO
Caso de negocio de los potenciales proyectos	Es una herramienta que proporciona los elementos de análisis, tanto de razonabilidad de negocio, como económicos, que permiten determinar la viabilidad del proyecto, en términos de los recursos requeridos y el valor a crear, en este la justificación o razonabilidad de negocio se transforma en estimados de costos, beneficios y riesgos.	OGC (2009) PMI (2017a)	Bc
Banco de potenciales proyectos	Contiene todas aquellas iniciativas organizacionales que requiere la empresa para la incorporación o mejora en sus capacidades.		BPP
Selección y balanceo del portafolio	Es una actividad periódica que implica la comparación simultánea de todas las potenciales iniciativas en dimensiones o criterios particulares, todo ello para llegar a la definición del portafolio.	Ashurst (2011) Kodukula (2014) Letavec (2014) Levine (2005) Meskendahl (2010) Melville <i>et al.</i> (2004) OGC (2011a) PMI (2017b) Serra (2016) Ward & Daniel (2012)	PSS
Tecnologías de información	Conjunto de recursos materiales que se utilizan para el almacenamiento, procesamiento y comunicación de la información, y la manera en la cual estos recursos son organizados, dentro de un sistema, para desarrollar eficientemente el conjunto de tareas asignadas.	Albrechtsen & Besnard (2013) Bakopoulos (1985) Bharadwaj (2000) Bratvold <i>et al.</i> (2009) Chen <i>et al.</i> (2015) Mesrar & Marghoubi (2016) Reynolds (2016) Saraf <i>et al.</i> (2007)	TI
Estado del arte tecnológico	Representa la oferta de capacidades tecnológicas, existentes y futuras, que pueden apropiarse para resolver necesidades en la organización.		SoA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 1. Elementos y definiciones del modelo P3S-VB (continuación).

Elemento	Definición o significado en el modelo	Referencias	ID
Mapa de ruta de tecnología	Es un programa de desarrollo tecnológico, el cual describe los pasos que la organización requiere seguir para alcanzar las funcionalidades y características propuestas en la visión de futuro de las capacidades técnicas requeridas y por desarrollar.	Ilevbare et al. (2011) Kajikawa et al. (2008)	MT
Criterios y restricciones	Son las limitaciones, restricciones y criterios que deben considerarse en la selección del portafolio de proyectos.	Afflerbach <i>et al.</i> (2016). Archer & Ghasemzadeh (1999) Ashurst (2011) Bathallath <i>et al.</i> (2016) Bonham (2005) Forstner <i>et al.</i> (2014) Lehnert <i>et al.</i> (2017) Linhart <i>et al.</i> (2015) Meskendahl (2010) Röglinger <i>et al.</i> (2012) Santhanam & Kyparisis (1996) Zwikaël & Smyrk (2011)	CrR

Fuente: Elaboración propia.

7.3 Diseño del modelo P3S-VB

El P3S-VB o modelo de procesos para la selección del portafolio de proyectos basados en valor, *Process to Project Portfolio Selection - Value-based*, busca contribuir en el incremento de valor en la selección del portafolio de proyectos de tecnologías de información TI. En un sentido más amplio, se pretende incrementar el potencial de valor a crear en cada una de las fases de la PPS⁸⁷ de TI y durante la ejecución de sus proyectos.

Por lo tanto, la identificación de las capacidades de negocio, la alineación de las capacidades de negocio y las tecnológicas a desarrollar en los proyectos de TI, el nivel apropiado en el cual deben ser incorporadas las capacidades, así como, la maximización del potencial de valor a crear

⁸⁷ PPS acrónimo de *Project Portfolio Selection*, o selección del portafolio de proyectos.

(PVC), medidos con indicadores de valor (KVI), son las propiedades para el incremento de valor que se articulan en el modelo P3S-VB.

Antes de continuar, el autor aclara que en esta sección dedicada al diseño del modelo P3S-VB, se utilizan las definiciones y características de los nuevos constructos introducidos por el investigador en esta tesis. Los constructos del nivel apropiado de incorporación de las capacidades, el valor y la tecnología, ALoCI⁸⁸, ALoVI⁸⁹ y ALoTI⁹⁰ se definen, explican y detallan en el capítulo 8. Por consiguiente, se recomienda que antes de continuar en esta sección se acuda a las definiciones dadas a estos constructos.

En los siguientes numerales se analizan las relaciones entre los elementos identificados para el P3S-VB, se identifican los procesos que los agrupan, y la relación entre los constructos de ALoCI, ALoVI y ALoTI con los elementos y los procesos. Este análisis se consigna en tres secciones.

1. La primera realiza el análisis desde la estrategia de la organización y hacia las capacidades esenciales de negocio, requeridas para apalancar el logro de los objetivos estratégicos y organizacionales, involucrando el ALoCI y el ALoVI. Asimismo, se identifica el potencial de valor a crear (PVC) y los indicadores de valor (KVI), asociados a la medición de los impactos a generar desde los proyectos.
2. La segunda sección evalúa la relación entre las capacidades de negocio a desarrollar y las capacidades tecnológicas a incorporar. En esto, se identifican los recursos requeridos y los beneficios asociados a esas capacidades. Para lo cual, se determinaron tres bucles de iteración entre el ALoCI, ALoVI y el ALoTI.
3. Por último, en la tercera sección, se sintetizan los análisis de la primera y segunda sección. Con el fin de identificar la agrupación entre elementos y procesos en el modelo P3S-VB.

7.3.1 De la orientación estratégica a las capacidades de negocio

De acuerdo con lo descrito en la Figura 7-2, los cambios que contribuyen a la materialización de los objetivos organizacionales y estratégicos son aquellos que ocurren en las capacidades esenciales de negocio. En la columna de la izquierda de la Figura 7-2 se encuentran los objetivos

⁸⁸ ALoCI: *Appropriated Level of Capability to Incorporate*, o nivel apropiado de capacidades a incorporar.

⁸⁹ ALoVI: *Appropriated Level of Value to Incorporate*, o nivel apropiado de valor a incorporar.

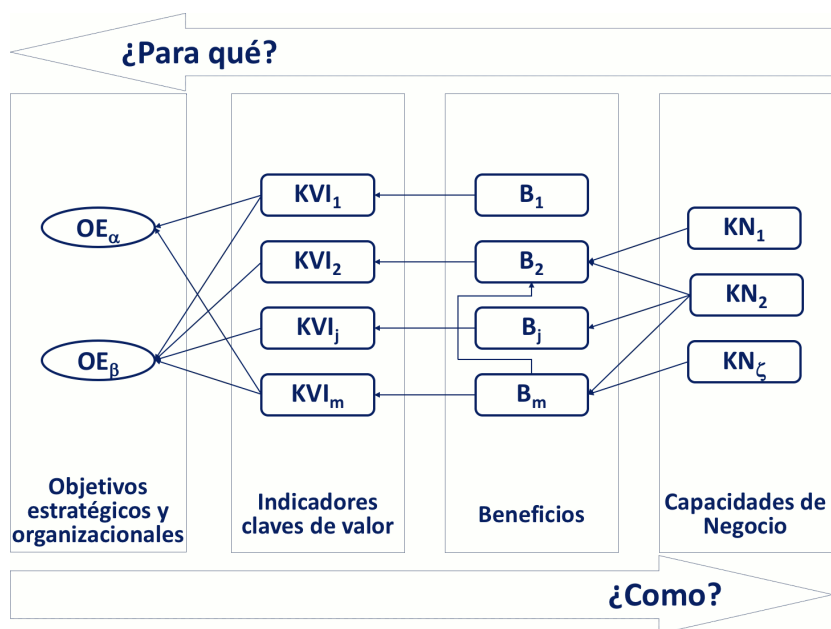
⁹⁰ ALoTI: *Appropriated Level of Technology to Incorporate*, o nivel apropiado de tecnología a incorporar.

estratégicos y organizacionales asociados con la orientación estratégica, es decir los ¿para qué? de la empresa. En la columna de la derecha se agrupan todas las capacidades esenciales que son requeridas en la empresa. En otras palabras las capacidades de negocio son el ¿cómo? se contribuye en la materialización de los objetivos estratégicos y organizacionales.

Las capacidades esenciales de negocio son identificadas y alineadas en cinco pasos, recorriendo de izquierda a derecha el diagrama de la Figura 7-2, es decir, determinando el ¿cómo? debe materializarse el ¿para qué? de la empresa.

1. El primer paso en la identificación de las capacidades de negocio, KN, es determinar los objetivos estratégicos y organizacionales a nivel de la empresa y de cada una de las áreas funcionales de negocio involucradas con la materialización de los mismos.

Figura 7-2: Identificación de capacidades de negocio.



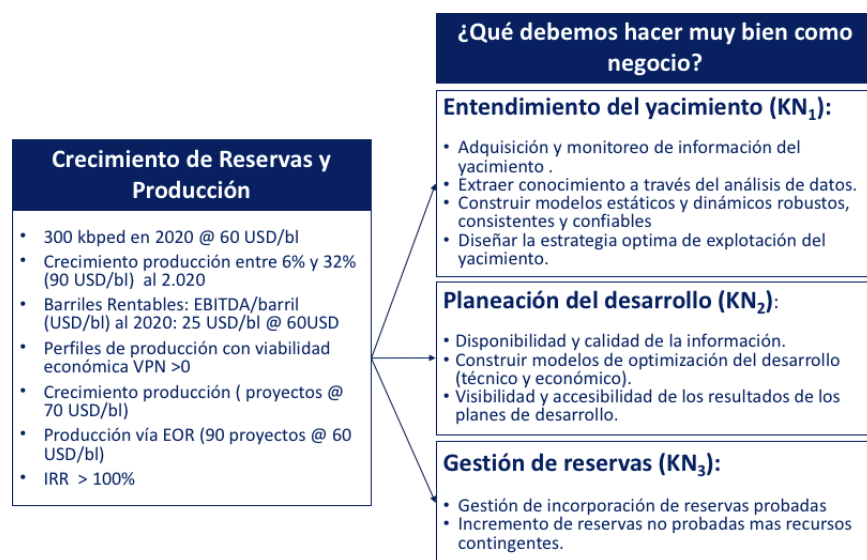
Fuente: Elaboración propia.

2. El segundo paso, es determinar las áreas de negocio o procesos que movilizan cada uno de estos objetivos estratégicos. En consecuencia, el resultado de esta fase será un conjunto de objetivos estratégicos y organizacionales asociados a un área o proceso en particular. Siguiendo el diagrama de la Figura 7-2, en esta etapa se tendrían identificados los objetivos OE_{α} y OE_{β} .
3. El tercer paso, es determinar las KN y el ALoCI asociado a cada una de ellas. Para lo cual se identifican los impactos a generar en cada KN, y los indicadores claves de valor para medirlos

(KVI). Utilizando diferentes técnicas, entre ellas, lluvia de ideas, juicio de expertos y referenciación (*benchmarking*), se deben formular los conjuntos de conocimientos, habilidades e incluso tecnologías, que deben desarrollarse muy bien, mediante el aprendizaje en equipo al interior de esa área de negocio o proceso, para lograr esos objetivos estratégicos. Cada uno de estos conjuntos de competencias y habilidades formuladas, son los descriptores de las capacidades de negocio. Las capacidades una vez identificadas, se definen y etiquetan (KN_1 , KN_2 , KN_3).

En la Figura 7-3, a modo de ejemplo, se muestran las KN correspondientes a un área de negocio en una compañía de petróleos. En esta figura se pueden observar en el recuadro de la izquierda los diferentes KVI, a través de los cuáles deben medirse los impactos generados por las capacidades de negocio requeridas para materializar el objetivo “crecimiento de reservas y producción”.

Figura 7-3. Capacidades de negocio área funcional en compañía de petróleo.



Fuente: Elaboración a partir del marco estratégico de la compañía COL.

Es importante señalar que los diferentes niveles de desarrollo de la KN, en el modelo P3S-VB, se definen basados en la adaptación del modelo de madurez CMMI⁹¹ como herramienta de referenciación (Pöppelbuß *et al.*, 2011; Röglinger *et al.*, 2012). Conforme a ello, el ALoCI se

⁹¹ CMMI: *Capability Maturity Model Integration*. Es un modelo de cinco (5) niveles para la mejora y evaluación de procesos, desarrollado por la Universidad Carnegie-Mellon

trata en la escala de medición presentada más adelante, la cual depende del nivel de desarrollo que se tiene de una capacidad con relación a los demás competidores, oferta de mercado y factibilidad de incorporación y adaptación a la compañía. Según la descripción del CMMI, cada nivel de desarrollo del ALoCI, requiere que la organización asigne los recursos para lograr un nivel de madurez optimizado.

De acuerdo con lo arriba explicado el ALoCI en el alcance del P3S-VB, se define según el nivel de desarrollo que se incorpore y adopte de una capacidad con relación a la competencia:

- i. ALoCI₁. Capacidad no implementada.
 - ii. ALoCI₂. Capacidad por debajo del estándar de la industria.
 - iii. ALoCI₃. Capacidad en el nivel estándar de la industria.
 - iv. ALoCI₄. Capacidad en el nivel del líder de la industria.
 - v. ALoCI₅. Capacidad distintiva en la industria. El innovador.
4. El cuarto paso es identificar los potenciales impactos, cambios y potencial de valor a crear (PVC) que dichas capacidades pueden generar en la organización, en las condiciones actuales y en el futuro. Así mismo, deben identificarse los mecanismos de medición o KVI para valorar los impactos de las KN en los objetivos estratégicos (OE). En otras palabras, determinar los KVI₁, KVI₂, KVI_j y KVI_m asociados a los impactos de las KN₁, KN₂ y KN_z, en los OE_α y OE_β, ejemplificados en la Figura 7-2.

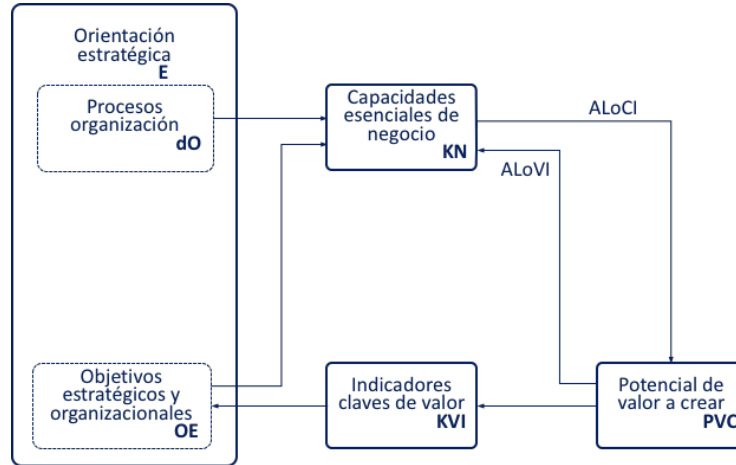
Adicionalmente, debe resaltarse que este ejercicio de identificación de PVC debe realizarse para cada nivel de desarrollo del ALoCI según la escala arriba presentada. El objetivo es asegurar la información del PVC para cada escenario de incorporación de la capacidad de negocio KN, con relación a los competidores en la industria, y valorar los efectos de cada una la luz de sus objetivos y orientación estratégica.

5. El quinto paso es determinar el rango de creación de valor asociado a las KN [ALoVI_{min}, ALoVI_{máx}]. Según el diagrama de la Figura 7-4, debe evaluarse el PVC con respecto al ALoCI para cada una de esas KN_{ALoCI}⁹² identificadas. En el capítulo ocho se presenta el indicador de nivel de creación de valor (*LoV*) utilizado para determinar el ALoVI y por supuesto el ALoTI.

⁹² KN_{ALoCI} representa el ALoCI en el cual es desarrollado la KN.

La Figura 7-4 sintetiza lo expuesto en este numeral. En esta ilustración se puede comprender, que esta es una labor iterativa, entre el nivel de desarrollo de cada capacidad de negocio KN_{ALoCI} , el potencial de valor a crear asociado a cada capacidad de negocio o PVC^{KN93} , los KVI y los OE a impactar. Así mismo, involucra el análisis, o cálculos en caso de que sea posible, de los impactos de las KN en la materialización de los objetivos estratégicos.

Figura 7-4. El ALoCI y el ALoVI en la definición de las capacidades de negocio.



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de este paso en la determinación de las KN, en línea con lo descrito en la Figura 7-4 y de acuerdo con lo expuesto para el ALoVI, se define en la Ecuación 7-1 el ALoCI en el cual debe desarrollarse cada KN, como aquel donde se maximiza el potencial de valor a crear PVC.

Ecuación 7-1. Identificación del ALoCI óptimo de una capacidad de negocio.

$$ALoCI_{optimo}^{KN} := \underset{ALoVI^{KN} \in [ALoVI_{min}^{KN}, ALoVI_{max}^{KN}]}{arg\max} (PVC^{KN})$$

Fuente: Elaboración propia.

Se resalta que las especificaciones, descripciones, impactos y potencial de valor a crear de las KN definidas en este paso, corresponden al alcance total a desarrollar de la KN por parte de la organización. Es decir, los impactos y cambios con los cuáles contribuyen las capacidades tecnológicas (KT) desde los proyectos del portafolio de TI son un subconjunto de lo aquí definido.

⁹³ PVC^{KN} representa el potencial de valor a crear, PVC, de la capacidad de negocio KN.

Ergo, una vez definidas las KT, el ALoVI y el ALoTI, se usarán para clarificar los beneficios con los cuáles las KT contribuirán al desarrollo de lo especificado y requerido por las KN. En ese orden de ideas, se precisará el PVC en la organización, como resultado del alcance que se defina incorporar de KT.

Es importante observar que la definición del nivel de ALoCI de cada una de las KN es del orden estratégico en las áreas de negocio. No obstante, el éxito en la definición del portafolio de TI requiere conocer en profundidad los impactos y cambios que la organización y sus áreas funcionales requieren y necesitan sean desarrolladas en cada una de sus KN. Al igual que alinear las KT, el alcance y propósitos del proyecto, a esos impactos y a esas KN. En consecuencia, los resultados de este paso representan los entregables principales de la alineación organizacional de un primer grupo de elementos del modelo P3S-VB.

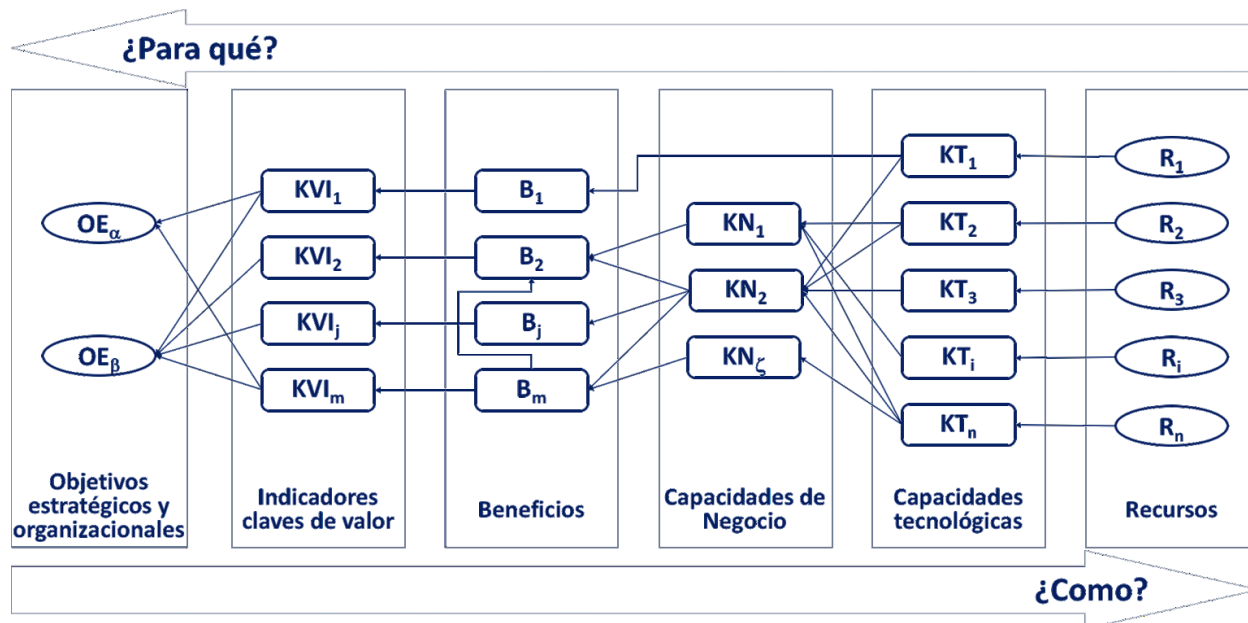
7.3.2 De las capacidades de negocio a las capacidades tecnológicas

El siguiente aspecto de relevancia en el modelo P3S-VB es la identificación de las capacidades tecnológicas KT y su alineación con las capacidades de negocio KN, al igual que los recursos ® requeridos asignar para su incorporación, y el mapa de ruta de tecnologías que guíe la incorporación de las KT en el tiempo.

Con fundamentado en las definiciones consignadas en este capítulo para los diferentes elementos del modelo P3S-VB, debe afirmarse que los cambios que se impulsan desde los proyectos de TI, a través de las KT, son los que movilizan los impactos en las KN y la generación de beneficios B para el área de negocio y la organización. Las KT son identificadas y alineadas en cuatro pasos, recorriendo de izquierda a derecha el diagrama de la Figura 7-5, con origen en las KN y hasta la definición de los recursos R asociados a las KT a incorporar. Es decir, determinando el ¿cómo? debe contribuirse en la materialización de las KN, y el ¿para qué? de los recursos R que asigne la empresa.

Una vez identificadas las KT y sus recursos requeridos se deben alinear las mismas con las KN, el potencial de valor a crear PVC, los mecanismos de medición de los beneficios KVI, y por consiguiente los impactos, efectos y contribución en los objetivos estratégicos y organizacionales. En otras palabras, es recorrer de derecha a izquierda el diagrama de la Figura 7-5, asegurando en cada paso el ¿para qué? de cada uno de esos recursos a solicitar desde el proyecto al portafolio.

Figura 7-5: Identificación de capacidades tecnológicas y recursos



Fuente: Elaboración propia.

1. El primer paso es determinar las capacidades tecnológicas (KT), tecnologías de información (TI) y recursos (R) asociados. Con el propósito de que estas KT, contribuyan en la incorporación del ALoCI requerido en las capacidades de negocio KN antes definidas.

Como se representa en la Figura 7-5, una capacidad de negocio (ej. KN_2) puede requerir de los impactos y cambios a generar por más de una capacidad tecnológica (KT_1 , KT_2 , KT_3 y KT_n). De igual manera, se identifica que una misma capacidad tecnológica (ej. KT_n) es requerida y contribuye con sus impactos en el desarrollo de más de una capacidad de negocio (KN_1 , KN_2 y KN_ζ).

Es oportuno indicar que una KT puede requerir ser implementada por más de una TI, y que una misma TI puede contribuir al desarrollo de más de una KT. No obstante, ese detalle se encuentra por fuera del alcance de la planeación y selección del portafolio, y por ello, no se profundiza más en el modelo P3S-VB.

A continuación, debe identificarse por cada una de las KN definidas y de acuerdo con su ALoCI, cuáles son las KT requeridas, y, como esas KT se integran con las existentes. Al igual que determinar, cómo interactúan esas KT con las otras requeridas para las demás KN, dentro de la misma área funcional y en toda la organización. De manera tal que, de estos análisis y de la planeación del desarrollo tecnológico de cada KT y de sus TI asociadas, se estructure el

mapa de ruta, y se determinen los recursos (R_1, R_2, R_3, R_i, R_n) requeridos para su incorporación.

2. El segundo paso es establecer los potenciales impactos, cambios y beneficios (B) que las KT pueden generar, a través, de las KN o de manera directa en la organización, y formular el caso de negocios. Los beneficios deben determinarse desde cada una de las KT y hasta su contribución a los objetivos estratégicos y organizacionales (OE). Para lo cual, y como se indicó en las KN, deben definirse los mecanismos de valoración de estos impactos, o KVI. La Figura 7-5 indica que la KT_1 genera directamente los B_1 , los cuáles, contribuyen con los objetivos estratégicos y organizacionales OE_α . Esos B_1 son reconocidos, usables y se pueden cuantificar y medir con el KV_1 .

Siguiendo el mismo ejemplo, debe observarse que los beneficios (B_1, B_2, B_j y B_m) una vez definidas las KT que contribuyen en el desarrollo de las KN, deben ser valorados. Esto de conformidad con los impactos o cambios positivos que se generan en las KN, exclusivamente asociados a la contribución de las KT.

Por último, en este paso, debe formularse el caso de negocios, Bc. El caso de negocios como se muestra en la Figura 7-6, depende de las KT, los recursos R requeridos y los potenciales beneficios B que se pueden generar de estas. La formulación del Bc debe incluir:

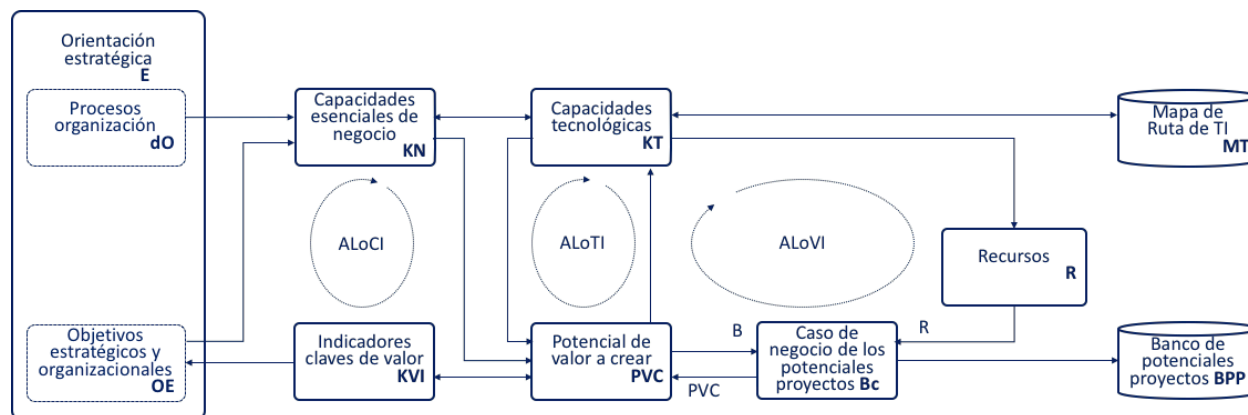
- i. La razonabilidad técnica o de negocio.
 - ii. Los beneficios por generar.
 - iii. Las capacidades tecnológicas KT a incorporar, y las KN impactadas.
 - iv. Las partes interesadas que usarán y valorarán los beneficios.
 - v. Los mecanismos o indicadores KVI con los cuáles serán evaluados dichos impactos.
 - vi. El rango $[ALoTI_{\min}, ALoTI_{\max}]$ factible de incorporación de esas KT.
3. El tercer paso es determinar el rango de creación de valor $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$ asociado a la incorporación de las KT definidas. Así como el ALoVI asociado a cada una de ellas. La ilustración de la Figura 7-6 indica que el cálculo del PVC y la evaluación de la iniciativa de proyecto se realiza usando el caso de negocios.

Según el diagrama de la Figura 7-6, existen al menos (3) bucles de iteración entre las KN, KT, R, B, PVC y KVI en la definición de las capacidades apropiadas a incorporar y la maximización de los recursos requeridos.

- i. El bucle número (1), conformado por las KT, R, B y el PVC, se usa para definir el ALoVI y el rango de creación de valor del proyecto $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$. En esta iteración, se

inicia a partir de las KT que mejor satisfagan los requerimientos y necesidades de las KN. De acuerdo con la contribución de valor (B y PVC) de cada una de las funcionalidades y características de estas KT se evalúa el caso de negocios. En este cálculo, se utiliza el nivel de creación de valor LoV , el cual es explicado más adelante en el capítulo ocho, y se determina el rango de creación de valor del proyecto $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$.

Figura 7-6. ALoVI y caso de negocios en la definición de las capacidades tecnológicas.



Fuente: Elaboración propia.

- ii. El bucle número (2), conformado por las KT, PVC y rango del ALoVI, se utiliza para identificar el ALoTI. Una vez definido el rango en el cual se crea valor, se itera entre las diferentes configuraciones de funcionalidades y características de las KT. Se determina el o los escenarios factibles de implementación de las KT y TI asociadas. Para ello es relevante trabajar en el caso de negocios y modelar la relación de componentes TI, recursos, beneficios y las funcionalidades y características de las TI que las habilitan.

Teniendo en cuenta que existe un rango de creación de valor, el P3S-VB establece que deben identificarse, al menos, tres escenarios factibles de incorporación de las KT, las cuáles entre si son mutuamente excluyentes. Cada uno de estos corresponde a igual cantidad de niveles de ALoTI del proyecto. De esos tres escenarios, uno debe corresponder al $ALoTI_{\max}$, otro al $ALoTI_{\min}$ y necesariamente el otro debe ser el óptimo $ALoTI_{\text{opt}}$.

No obstante lo anterior, en proyectos con un mediano o alto grado de complejidad, o que requieren un nivel de inversión considerable (medido en el porcentaje del total de los recursos del portafolio requeridos, superiores al 20%), deben desarrollarse al menos cinco (5) escenarios factibles o alternativas de incorporación, obviamente tres de ellos dentro del

dentro del rango del $ALoTI_{\min}$ y el $ALoTI_{\max}$.

- iii. El bucle número (3), conformado por las KN, PVC, KVI y OE, permite determinar el nivel de $ALoCI$ asociado al nivel de $ALoTI$ en el cual serán incorporadas las KT. Como se indicó anteriormente, la definición del $ALoCI$ de cada una de las KN es del orden estratégico. Debe observarse que el $ALoCI$ está relacionado con su propio rango de creación de valor. El $ALoVI$ de las KN incluye el rango de creación de valor desde las KT, tanto como el valor requerido desarrollar a nivel de capacidades personales, relacionales y organizativas (propias de los procesos de la organización) (Morcillo & Bueno, 1993).

No obstante, el éxito en la definición del portafolio de TI requiere conocer en profundidad los impactos y cambios que la organización y sus áreas funcionales, requieren y necesitan sean desarrolladas en cada una de sus KN. Al igual que alinear las KT, y el alcance y propósitos del proyecto, a esos impactos y a esas KN. En consecuencia, los resultados de este paso representan los entregables principales de la fase de alineación del desarrollo tecnológico en el modelo P3S-VB.

4. El cuarto y último paso es actualizar el mapa de ruta, de acuerdo con los escenarios definidos del $ALoTI$. La programación de la evolución del mapa de ruta se realiza, dependiendo del $ALoTI$ que se defina implementar al seleccionar el portafolio.

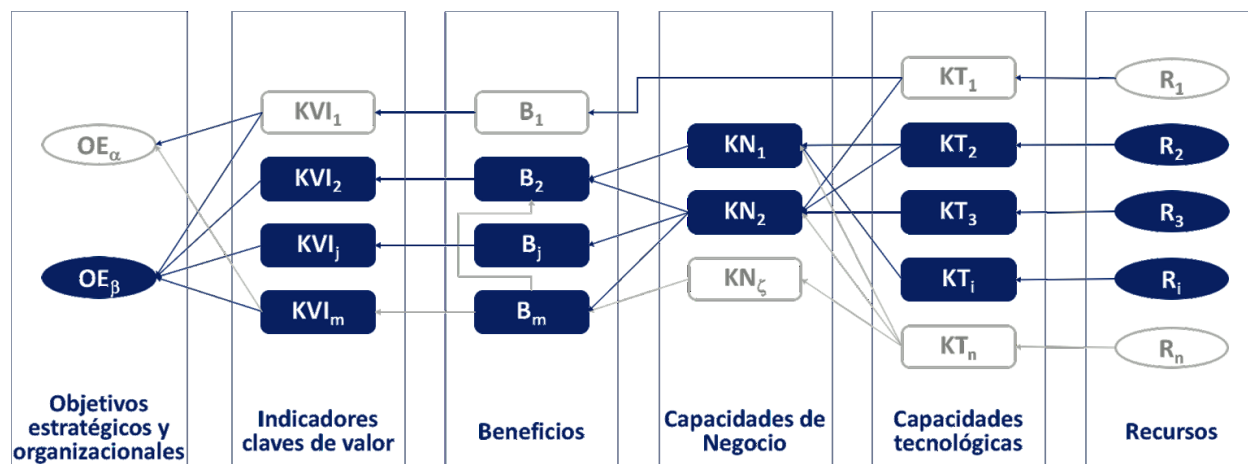
Se resalta que las especificaciones, descripciones, impactos y potencial de valor a crear de las KT asociadas al $ALoTI$ que sea seleccionado en la PPS, corresponden al alcance a desarrollar por el proyecto. Es decir, los impactos y cambios con los cuáles contribuyen las capacidades tecnológicas, representan los beneficios que el proyecto aportará en el desarrollo de las KN correspondientes y por esa vía a los objetivos organizacionales.

La Figura 7-7 muestra que si en la selección del portafolio se define implementar el proyecto de TI con un $ALoTI$ correspondiente a las KT_2 , KT_3 y KT_i , ello implica que asignarán los recursos R_2 , R_3 y R_i . De manera correspondiente, con esas KT, se contribuirá en el desarrollo de las KN_1 y KN_2 , cuyos impactos y cambios al ser usados por clientes, usuarios y otras partes interesadas, generarán los beneficios B_2 , B_j y B_m . A su vez, se indica que dichos beneficios, serán medidos por los indicadores de valor KVI_2 , KVI_j y KVI_m , a través de los cuáles se mide el valor creado en la materialización del objetivo estratégico OE_β .

Por otra parte, las KT_1 y KT_n corresponden a capacidades tecnológicas que no serán materializadas en este nivel de $ALoTI$. Sin embargo, harán parte del mapa de ruta de las

tecnologías asociadas a las KN_1 , KN_2 y KN_ζ , así como a los objetivos OE_α y OE_β .

Figura 7-7. Identificación y alineación de capacidades y objetivos organizacionales.



Fuente: Elaboración propia.

7.3.3 Elementos y procesos

La Figura 7-8 presenta los procesos del modelo P3S-VB. Los cuáles se determinaron en la investigación exploratoria de la dirección de portafolio y selección de proyectos. Los procesos para la selección del portafolio de proyectos, P3S-VB, se agrupan según su aporte a la creación e incremento de valor, así:

1. Alineación organizacional.
1. Alineación del desarrollo tecnológico.
2. Selección de los proyectos.
3. Creación y captura de valor del portafolio de TI.

Vale destacar que de los análisis consignados en los dos numerales anteriores de esta sección, se identificaron las relaciones entre los elementos del P3S-VB y los procesos. Enseguida se describen las características o particularidades, que de acuerdo con los hallazgos de esta investigación deben ser tenidas en cuenta en cada caso. En una sección posterior, de este mismo capítulo, se detalla cómo cada uno de estos procesos crea y captura valor en la selección del portafolio de TI.

Figura 7-8. Procesos del modelo P3S-VB.

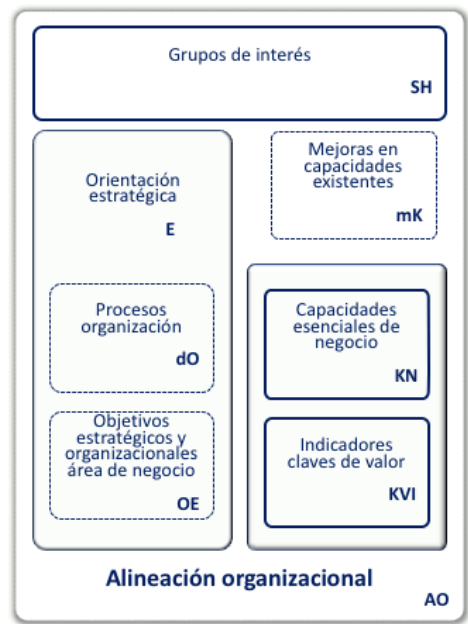


Fuente: Elaboración propia.

Elementos en la alineación organizacional

Los elementos del P3S-VB asociados al proceso de alineación organizacional se presentan en la Figura 7-9. Se puede observar que este proceso tiene como propósito, identificar las capacidades esenciales de negocio requeridas para contribuir en el logro de los objetivos estratégicos y organizacionales. Asimismo, se ilustra la identificación de los indicadores claves de valor, KVI, con los cuáles se medirán los impactos la contribución de dichas capacidades de negocio.

Figura 7-9. Elementos del modelo P3S-VB para la alineación organizacional.



Fuente: Elaboración propia.

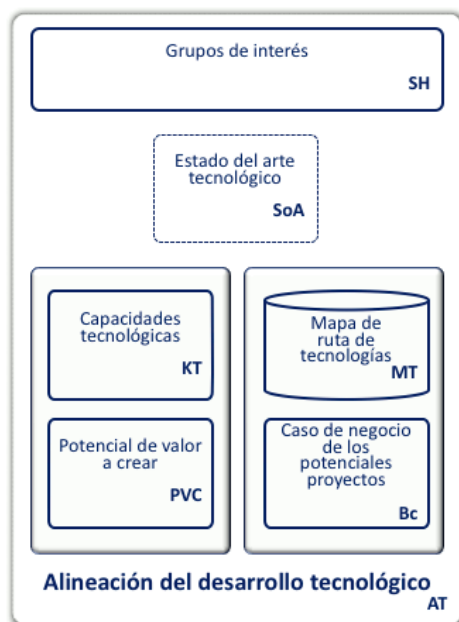
Elementos en la alineación del desarrollo tecnológico

Los elementos del P3S-VB en este segundo proceso se exhiben en la Figura 7-10. Se puede observar que se buscan identificar las capacidades tecnológicas, los recursos requeridos y el potencial de valor a crear. Todo ello alineado con las capacidades esenciales y mejoras en capacidades existentes requeridas para la materialización de los objetivos organizacionales y estratégicos.

Así mismo, se alinean las capacidades a nivel tecnológico, según el estado del arte y el mapa de ruta. Al final este proceso entrega un conjunto de potenciales proyectos, con recursos, beneficios, riesgos y potencial de valor crear, todo ello estructurado en el caso de negocios. Este caso de negocios, alimenta el banco de potenciales proyectos para el proceso de selección del portafolio de TI.

Adicionalmente, se actualiza el mapa de ruta, a partir de las definiciones que se tomen con relación al ALoTI de cada una de las capacidades tecnológicas, y como dichas capacidades evolucionaran en el tiempo.

Figura 7-10. Elementos del modelo P3S-VB para la alineación del desarrollo tecnológico.

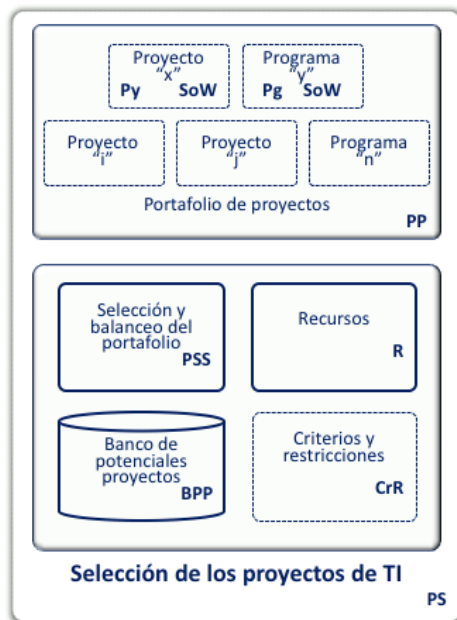


Fuente: Elaboración propia.

Elementos en la selección de los proyectos de TI

Los elementos del modelo P3S-VB asociados al proceso de selección de proyectos de TI se presentan en la Figura 7-11. En este proceso se contrastan los proyectos desde diferentes perspectivas asociadas a los recursos requeridos, potencial de valor a crear, riesgos asociados, y demás factores de maximización y optimización definidos por la empresa.

Figura 7-11. Elementos del modelo P3S-VB para la selección de los proyectos de TI.



Fuente: Elaboración propia.

La selección del portafolio, se realiza a partir del análisis del caso de negocio de las iniciativas del banco de potenciales proyectos. Se evalúan las interacciones entre proyectos, objetivos de valor, y recursos, todo ello a través de las limitaciones y restricciones de los recursos y otras interdependencias. La selección del portafolio, se realiza en tres pasos:

1. El primer paso es lograr el balance entre lo que la empresa necesita y lo que es capaz de lograr (Dye & Pennypacker, 1999).
2. El segundo es, priorizar y elegir aquellos proyectos que se ajusten a los objetivos estratégicos y organizacionales (Chiang & Nunez, 2013; Cooper *et al.*, 1997; Dickinson *et al.*, 2001).
3. El último paso es la toma de decisión y asignación de recursos.

Elementos en la creación y captura de valor del portafolio de TI

Consistente con el anterior proceso, durante la ejecución de los proyectos, se deben generar todos los beneficios planeados. Dichas contribuciones deben crear valor, al contrastarlas con los recursos que se asignaron al proyecto. En consecuencia, como se ilustra en la Figura 7-12 la gestión de los grupos de interés y la generación de valor son los elementos, a través de los cuáles, en este último proceso del modelo P3S-VB, se asegura que: desde la alineación estratégica, pasando por la alineación del desarrollo tecnológico, en la selección de los proyectos del portafolio, y necesariamente en la ejecución de los proyectos, se logró la identificación, gestión, creación y captura de valor.

Figura 7-12. Elementos del modelo P3S-VB para la creación y captura de valor.



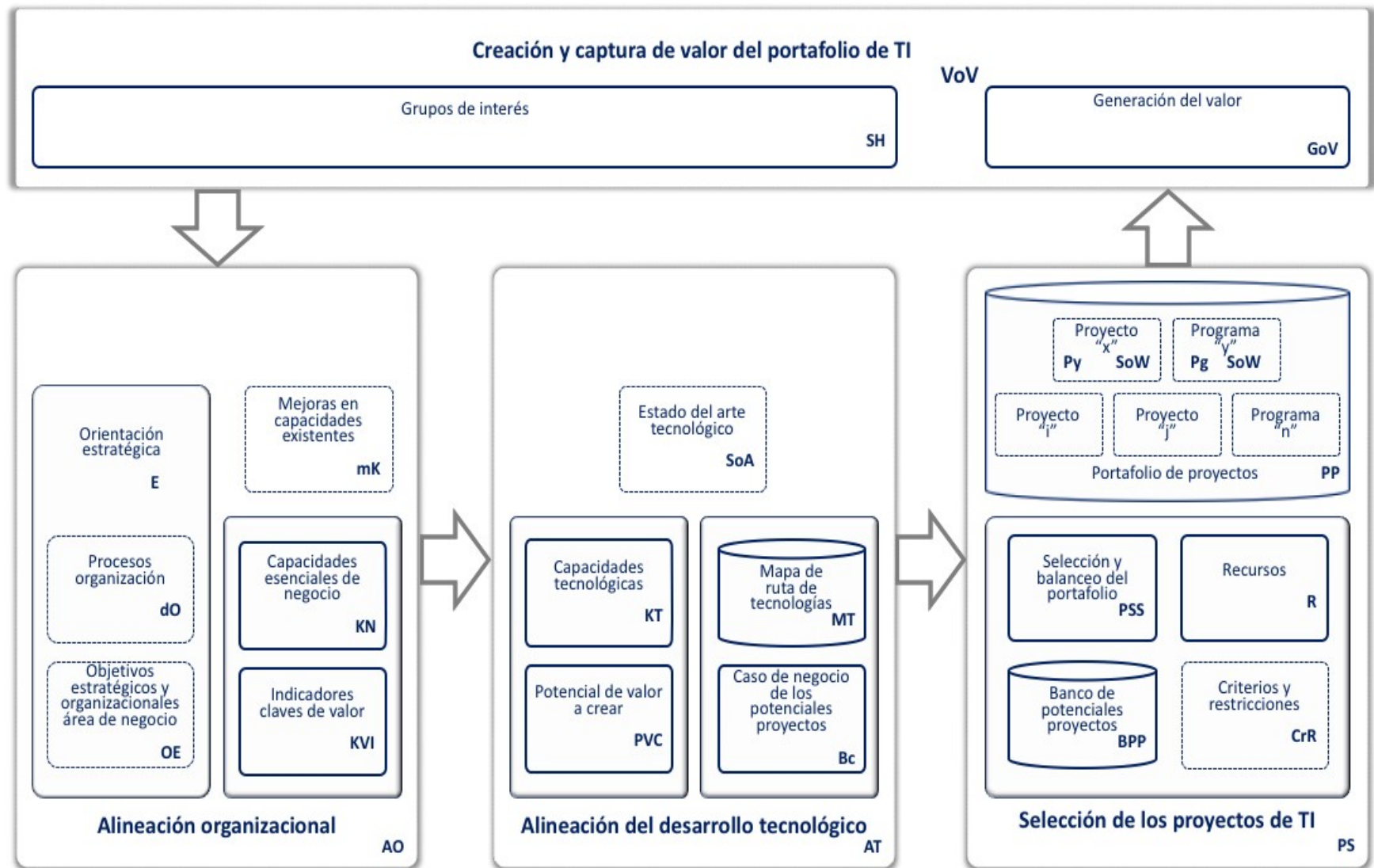
Fuente: Elaboración propia.

La creación y captura de valor del portafolio de TI requiere que durante la ejecución del portafolio se gestione el comportamiento, expectativas y criterios de valoración de los diferentes grupos de interés, en particular el de clientes y usuarios (Argandoña, 2011; Voss & Kock, 2013). Lo anterior implica el monitoreo de dichas perspectivas, no solo con foco los proyectos de manera individual, sino en la interdependencia entre todos los componentes al interior del portafolio (Serrador & Turner, 2015; Turner & Zolin, 2012).

Para concluir, en la Figura 7-13 se presenta la síntesis de lo desarrollado en esta sección, que corresponde con la identificación de elementos del modelo P3S-VB en cada uno de los procesos que lo componen.

En el capítulo ocho de esta tesis, se presenta en detalle el modelo P3S-VB. En particular, en la sección cuatro se describen las características y mecanismos de generación de valor, que cada uno de estos procesos realiza en la selección del portafolio de proyectos de TI.

Figura 7-13. Elementos del modelo P3S-VB.



Fuente: Elaboración propia.

8

MODELO P3S-VB

Los elementos que conforman el modelo fueron, identificados a partir de la revisión de la literatura consignada en el marco teórico de esta tesis. La definición de estos y la relación de los estudios e investigaciones que soportan a cada uno de ellos, se encuentra documentada en el capítulo 7. En este mismo orden de ideas, la identificación de las relaciones entre cada uno de los elementos, así como de los procesos que los agrupan, igualmente se registran en ese capítulo, en la sección de diseño del modelo P3S-VB

Este capítulo describe y detalla el modelo P3S-VB. Este ha sido diseñado manteniendo el rigor de la investigación científica, siguiendo como referencia la metodología de diseño de ciencia DSR-IS, pero con foco en la aplicabilidad práctica. Ergo, las definiciones y decisiones de diseño en la formulación del modelo, así como la selección de las técnicas de modelado se adaptaron a los requerimientos especiales y específicos del contexto de uso y aplicación.

El diseño aplicó los conceptos, hallazgos, validaciones y definiciones logradas a partir de la revisión crítica del marco teórico, implementó las recomendaciones de expertos consultados durante la validación de los productos de investigación, e incorporó las observaciones, formación y experiencia del investigador en la dirección de proyectos y portafolios de TI y telecomunicaciones por más de 24 años.

Este modelo esta descrito a partir de la representación gráfica, complementa su explicación con las características que lo fundamentan, la definición de varios constructos, y la explicación de los aspectos estructurales que permitan su uso en la selección del portafolio de proyectos PPS⁹⁴. Esta investigación contó con la validación de las hipótesis definidas, y realizó la aplicación al caso específico de una compañía de la industria de petróleos en Colombia. No obstante lo anterior, las definiciones aquí consignadas son, de índole universal en la conformación del portafolio de proyectos enfocados en el desarrollo de capacidades tecnológicas, no exclusivamente de TI.

Los proyectos que conforman el portafolio de TI, como se ilustra en la Figura 8-1, tienen entre sus propósitos la incorporación, optimización o modificación de capacidades técnicas para la generación de valor a sus grupos de interés. Las organizaciones tienen como objetivo y aspiran que, con los recursos asignados a dichos proyectos, las capacidades sean incorporadas en

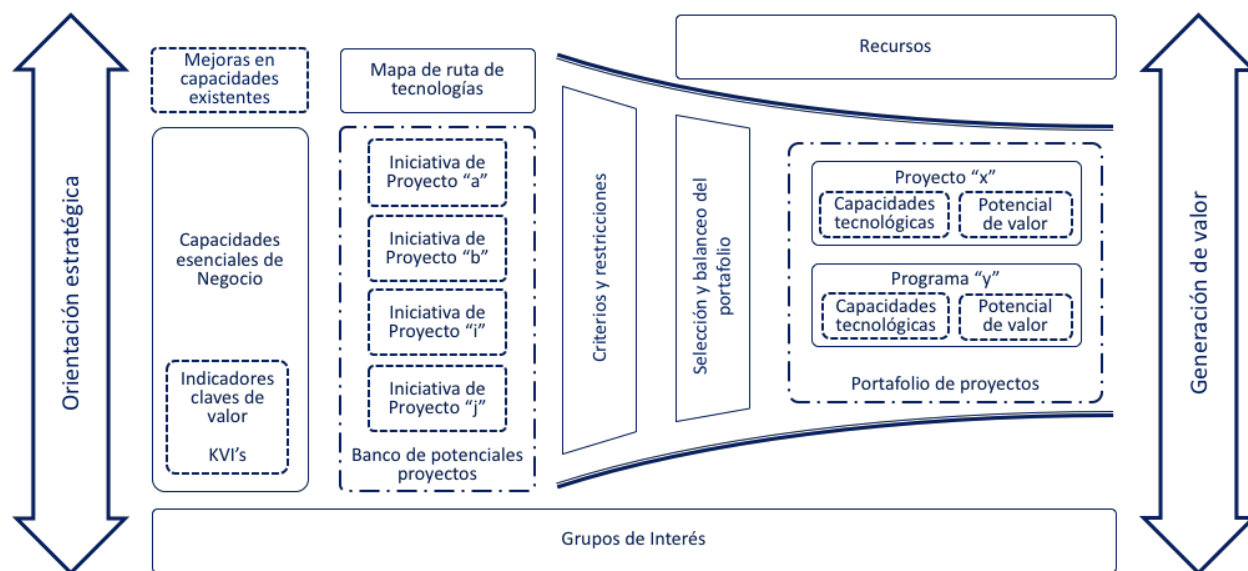
⁹⁴ PPS acrónimo de *Project Portfolio Selection*, o selección del portafolio de proyectos.

oportunidad, alcance, calidad y costo. Al ser utilizados los resultados de dicho alcance, los clientes y usuarios generen beneficios que contribuyan a la creación de valor y éxito de la empresa.

De acuerdo con la Figura 8-1 la selección de los componentes del portafolio depende de:

1. Los recursos técnicos, humanos, de conocimiento y necesariamente financieros disponibles.
2. Las potenciales iniciativas de proyectos requeridas para atender las necesidades y requerimientos de capacidades tecnológicas y de negocio.
3. La alineación de las capacidades tecnológicas con el mapa de ruta.
4. La interrelación entre capacidades técnicas y capacidades esenciales de negocio.
5. La alineación de las capacidades técnicas y de negocio con la orientación estratégica.
6. La aplicación de criterios y restricciones en la elección y priorización de estos componentes.
7. Las expectativas, necesidades, perspectiva y criterios de valoración de los grupos de interés.

Figura 8-1. Elementos principales del modelo.



Fuente: Elaboración propia.

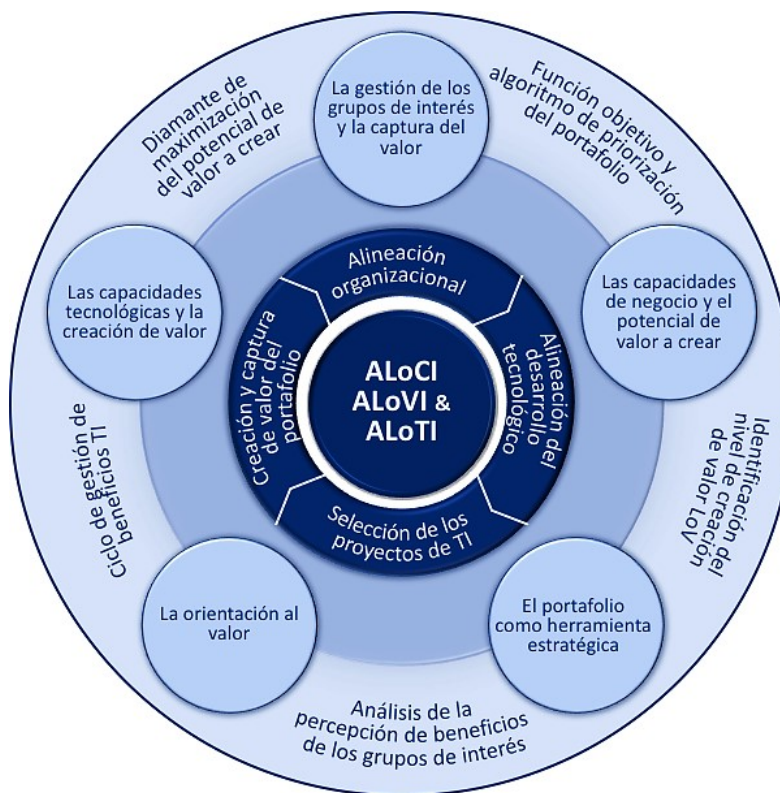
El presente capítulo está organizado en cinco secciones: La primera describe el modelo a nivel general. En la segunda sección se definen los tres nuevos constructos introducidos en esta tesis, los cuáles contribuyen en identificar el nivel apropiado de capacidades, tecnología y valor a incorporar en los proyectos. En la tercera sección se describen los principios que fundamentan el P3S-VB. La cuarta sección presenta los procesos del modelo y detalla sus características. Por último, en la quinta sección, se registran las herramientas definidas para el modelo P3S-VB.

8.1 Modelo P3S-VB para el incremento de valor en la PPS de TI

La ilustración de la Figura 8-2 presenta a nivel conceptual el modelo de procesos para la selección del portafolio de proyectos de TI, basados en valor, P3S-VB. Esta imagen muestra que el modelo gira alrededor de los constructos del ALoCI, ALoVI y ALoTI. Está conformado por cuatro procesos, se fundamenta en cinco principios, y cuenta con cinco herramientas de apoyo.

De conformidad con lo descrito en el capítulo 7; de los hallazgos y conclusiones del marco teórico, capítulos 2 al 6; y en línea con los resultados de la validación de las hipótesis registradas en el capítulo 9, tanto las definidas en el anteproyecto H1, H2, H3 y H4, como las complementarias derivadas del marco teórico, H1.a, H1.b, H1.c y H1.d, se identificó que en la incorporación de las capacidades de negocio y en las tecnológicas, existe un rango en el cual se crea valor. Dicho rango y el nivel en el cual deben desarrollarse cada una de esas capacidades, de negocio y tecnológicas, dieron origen a los constructos ALoCI, ALoVI y ALoTI. Estos nuevos conceptos, como se explican en la sección 2 de este capítulo, son el eje sobre el cual está construido el modelo P3S-VB, en lo concerniente a la identificación, creación y captura de valor.

Figura 8-2. P3S-VB, procesos para la selección del portafolio de proyectos, basado en valor.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 8-2 indica que el modelo P3S-VB adicional a estar desarrollado alrededor de los conceptos del ALoCI, ALoVI y ALoTI, se fundamenta en los cinco principios relacionados a continuación. Ellos guían al modelo P3S-VB para el cumplimiento del objetivo general de esta tesis, y tienen como fin contribuir al propósito de la pregunta base de investigación.

Es así como, con estos cinco principios se orienta el modelo P3S-VB para que apoye la priorización, selección y toma de decisiones del portafolio de TI, desde la perspectiva de la gestión de valor; dando prioridad al desarrollo de las capacidades técnicas en su nivel apropiado; y, relevancia a la generación de impactos positivos en las capacidades de negocio. Todo ello con foco en la generación de beneficios por parte de los grupos de interés, y la captura de valor desde el punto de vista de la organización que asigna los recursos.

En la sección 3 de este capítulo se caracterizan los siguientes cinco principios que fundamentan el P3S-VB:

1. La orientación al valor.
2. El portafolio como herramienta estratégica.
3. Las capacidades de negocio y el potencial de valor a crear.
4. Las capacidades tecnológicas y la creación de valor.
5. La gestión de los grupos de interés y la captura del valor.

Coherentemente con el diseño del P3S-VB, el cual se encuentra documentado en la sección 3 del capítulo 7, este modelo tiene como propósito contribuir en el incremento de valor en cada una de los procesos asociados a la selección del portafolio de TI, y durante la ejecución de los proyectos.

La Figura 8-2 enseña que los siguientes son los procesos que hacen parte de este modelo. Cada uno de estos, se describen y detallan en la sección 3 de este capítulo.

1. Alineación organizacional.
1. Alineación del desarrollo tecnológico.
2. Selección de los proyectos de TI.
3. Creación y captura de valor del portafolio de TI.

En el círculo externo de la imagen de la Figura 8-2, se observan las cinco las herramientas que apoyan los principios y los procesos del modelo. Estas se definen y explican en la sección 5 de este capítulo, y corresponden con:

1. Análisis de la percepción de beneficios de los grupos de interés.
2. Ciclo de gestión de beneficios TI.
3. Identificación del nivel de creación de valor LoV, el ALoTI y el ALoVI.
4. Diamante de maximización del potencial de valor del portafolio de TI.
5. Función objetivo y algoritmo de priorización del portafolio de TI.

8.2 Constructos del nivel apropiado a incorporar en capacidades, tecnología y valor

Declarar que una organización ha desarrollado y alcanzado una capacidad específica, significa que “...la organización (o las partes que la constituyen) tiene la habilidad para realizar una actividad particular de una manera confiable y al menos mínimamente satisfactoria...” (Helfat & Winter, 2011, p. 1244).

Del anterior contexto, se entiende que:

- En una capacidad la “habilidad para realizar” no es simplemente la competencia de un solo individuo, o las características de una máquina, o las facilidades para acceder a las oportunidades del mercado de manera directa. Deberá entenderse “habilidad para realizar” como aquello inherente y propio de la organización que es resultado y fruto de experiencia.
- Una capacidad “mínimamente satisfactoria” implica que el resultado de la actividad es reconocible y funciona al menos mínimamente frente a lo requerido. Es decir, existe un nivel mínimo a partir del cual una capacidad está en la capacidad de entregar valor. Por debajo de ese mínimo, dicha capacidad no contempla un nivel desarrollo apropiado para la empresa.

Complementando lo anterior, es preciso señalar que una capacidad no es sinónimo de disponer de una habilidad sobresaliente, pero la competencia si debe ser confiable y mínimamente satisfactoria. Por lo tanto, aunque una capacidad se define en referencia a un nivel de desempeño, este depende de las características, recursos y estrategia de cada organización (Barney, 1991; Grant, 1991; Helfat *et al.*, 2007; Penrose, 1959; Schreyögg & Kliesch-Eberl, 2007).

Explicado lo anterior, debe decirse que una misma capacidad de negocio o tecnológica tendrá entre distintas empresas (incluyendo dentro de estas, las de un mismo sector económico), diferente nivel de desempeño requerido. Por lo tanto y de acuerdo con la estrategia y recursos de la empresa, es pertinente definir por cada capacidad un nivel de desempeño apropiado a incorporar.

Es necesario indicar que en esta investigación el término “apropiado” y de acuerdo con el Diccionario Oxford en Español (2017) y la RAE (2017), se entiende como algo que está conforme a las necesidades en donde es requerido y que resulta conveniente, adecuado y satisfactorio para el fin que se destina.

A continuación, como resultado de la investigación aquí consignada y teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente con relación al nivel apropiado a incorporar, el autor introduce los siguientes tres constructos.

Nivel apropiado de capacidades a incorporar - ALoCI⁹⁵

Es el nivel de desarrollo y madurez requerido de una capacidad de negocio, con la cual se logran propósitos derivados de la orientación estratégica, se generan beneficios, y los grupos de interés y la misma organización son competentes para capturar el valor.

Nivel apropiado de valor a incorporar - ALoVI⁹⁶

Es el nivel a partir del cual la organización puede capturar valor, como consecuencia que los beneficios percibidos y reconocidos por los grupos de interés sean superiores al costo de los recursos que se asignan al desarrollo de capacidades.

Nivel apropiado de tecnología a incorporar - ALoTI⁹⁷

Es el conjunto de funcionalidades y características de una capacidad tecnológica, en el cual el valor percibido y reconocido por los grupos de interés es superior al costo de los recursos requeridos para su incorporación, permitiendo a la empresa capturar valor.

8.2.1 Nivel apropiado de capacidades a incorporar – ALoCI

De acuerdo con lo arriba expuesto y en el marco de la propuesta de valor que persigue esta investigación, debe decirse que maximizar el balance entre capacidades, recursos, beneficios generados y valor capturado, implica que el modelo P3S-VB contemple como elemento fundamental el ALoCI.

⁹⁵ ALoCI: *Appropriated Level of Capability to Incorporate.*

⁹⁶ ALoVI: *Appropriated Level of Value to Incorporate.*

⁹⁷ ALoTI: *Appropriated Level of Technology to Incorporate.*

En primer lugar debe indicarse que en línea con las investigaciones de Afflerbach *et al.* (2016), Bowman & Ambrosini (2000), Forstner *et al.* (2014), Linhart *et al.* (2015), y de la confirmación de las hipótesis H1 y H3 de esta investigación, cuya validación se documenta en el capítulo 9 de esta tesis; se puede decir que la definición de una capacidad en un nivel de ALoCI más alto que aquel en el cual es apropiado y requerido, no necesariamente contribuye con la maximización del potencial de valor a crear PVC⁹⁸ para la empresa.

Complementando lo anterior Bonham (2005), y la confirmación de las hipótesis H1, H3 y H4 de esta investigación, permiten anotar que las capacidades requieren de un conjunto mínimo de características y funcionalidades, a partir de las cuáles entregan los impactos necesarios para la generación de beneficios B⁹⁹. En otros términos, la definición de una capacidad en un nivel de ALoCI más bajo que el mínimo apropiado y requerido, no permitirá la creación de valor.

Es por lo tanto, necesario en la identificación de las capacidades esenciales de negocio a impactar KN¹⁰⁰, la definición del ALoCI_{mín} a partir del cual se crea valor ($PVC = B/R \geq 1$). Así como, el ALoCI_{máx} máximo en el cual la contribución de beneficios adicionales (ΔB^{101}) es inferior al delta de recursos R¹⁰² requeridos (ΔR). Es decir, las inversiones adicionales que se asignan para llevar el ALoCI_{máx} a un nivel de desarrollo mayor de la capacidad, destruyen valor ($\Delta B < \Delta R \rightarrow PVC < 1$).

La relación de ALoCI_{mín} y ALoCI_{máx} indica que existe un rango $[ALoCI_{mín}, ALoCI_{máx}]$ en el cual el desarrollo de la capacidad genera valor ($PVC \geq 1$). Lo cual, como se ilustra en la Figura 8-3 indica que dentro de ese rango existen diversos escenarios para incorporar en diferentes niveles una misma capacidad. En consecuencia, en la especificación del ALoCI de una capacidad debe contemplarse lo requerido en el presente y el nivel requerido para atender las necesidades futuras de la organización.

⁹⁸ PVC acrónimo usado en esta tesis para Potencial de Valor a Crear. Se calcula como la relación entre los beneficios y los recursos, $PVC = B/R$.

⁹⁹ B acrónimo usado en esta tesis para beneficios.

¹⁰⁰ KN acrónimo usado en esta tesis para capacidades esenciales de negocio.

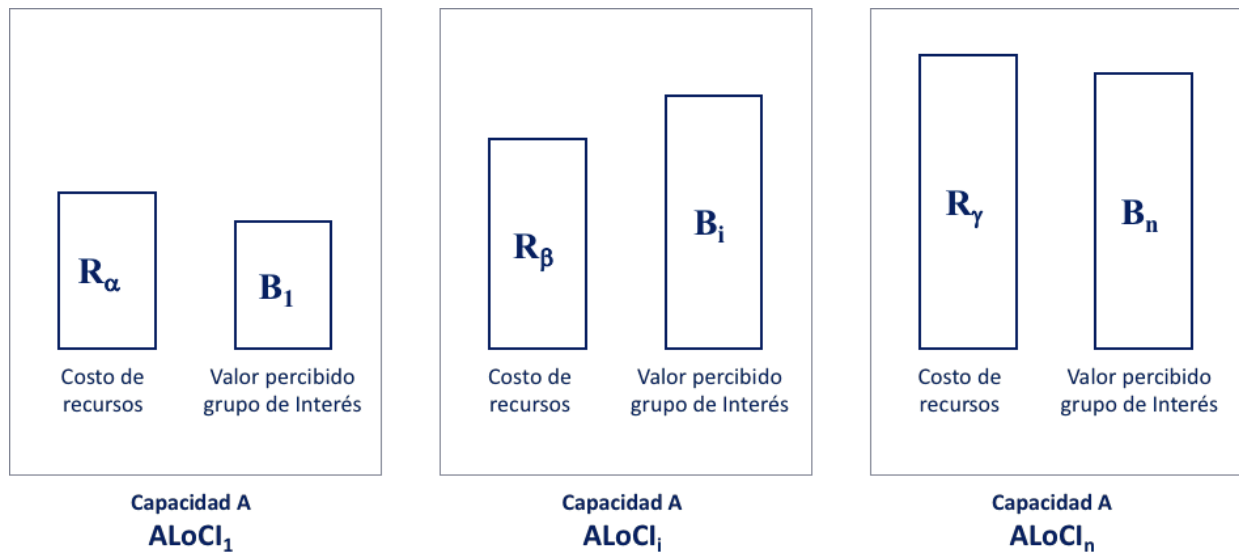
¹⁰¹ ΔB es el delta o diferencial de beneficios (B).

¹⁰² R acrónimo usado en esta tesis para Recursos, incluye los tangibles e intangibles.

La Figura 8-3 contribuye en la definición del ALoCI como constructo del modelo P3S-VB, y permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. Si desde el proyecto se incorpora la capacidad en el nivel $ALoCI_1$, será percibido por parte de los grupos de interés un valor equivalente a B_1 . En consecuencia, la empresa percibirá una perdida teniendo en cuenta que el costo de los recursos es superior al valor de uso percibido ($B_1 < R_\alpha$).

Figura 8-3. ALoCI según los beneficios percibidos por los grupos de interés



Fuente: Elaboración propia a partir de Bowman & Ambrosini (2000, p. 3).

2. Si se desarrolla la capacidad en $ALoCI_i$, el valor de uso será B_i . Teniendo en cuenta que el costo de los recursos es menor que el valor percibido, se dirá que la empresa logra valor de esta inversión ($B_i > R_\beta \rightarrow PVC > 1$).
3. Debe notarse, que los beneficios adicionales ($\Delta B = B_i - B_1$) que se perciben con el incremento del nivel de desarrollo de la capacidad A ($\Delta KN^+ \rightarrow ALoCI_i > ALoCI_1$), implicó un incremento en los recursos asignados ($\Delta R = R_\beta - R_\alpha$). Donde ΔKN^+ representa el incremento positivo de una capacidad. Entendido ese incremento como la adición de nuevas características y funcionalidades, con las cuáles esa capacidad KN tiene el potencial de entregar más beneficios.
4. Lo anterior sugiere preguntarse, cuál es el nivel de desarrollo de la capacidad $ALoCI_{min}$, a partir de la cual el costo de los recursos requeridos se iguala con el beneficio percibido. Así como, identificar los mecanismos para llegar a ese nuevo beneficio percibido (B_i), optimizando o evitando el diferencial de costo de los recursos requeridos (ΔR).

5. Por otra parte, el escenario de la capacidad A en el $ALoCI_n$, propone preguntarse si el incremento a nivel de sus funcionalidades y características ($\Delta KN^+ \rightarrow ALoCI_n > ALoCI_i$), genera igualmente un incremento en los beneficios percibidos ($\Delta B > 0?$). Así como, si ese diferencial de beneficios percibidos igualmente genera valor o pérdida ($\Delta PVC > 1?$). Bowman & Ambrosini (2000), afirman que muchas compras de funcionalidades que las empresas realizan no siempre agregan valor, en la forma como los grupos de interés pueden percibirlo.
6. En el ejemplo de la Figura 8-3 se ilustra que ese incremento en el desarrollo de la capacidad ($ALoCI_n > ALoCI_i$) genera un delta de beneficios positivo ($\Delta B = B_n - B_i > 0$). Sin embargo, al evaluar el diferencial de recursos ($\Delta R^+ \rightarrow R_\gamma > R_\beta$), debe decirse que las características agregadas a la capacidad A (ΔKN^+) para llegar al $ALoCI_n$, aunque sí proveen beneficios adicionales para los grupos de interés ($\Delta B > 0$), no crean un valor adicional para la empresa ($\Delta B < \Delta R \rightarrow \Delta PVC < 1$).
7. En consecuencia, es importante identificar el $ALoCI_{m\acute{a}x}$, como el punto hasta el cual, las inversiones adicionales ($\Delta R > 0$) para incrementar el nivel de desarrollo de una capacidad ($\Delta KN^+ > 0$) no crean mayor valor para la empresa ($\Delta B / \Delta R \leq 1$).

Este escenario típicamente ocurre en los proyectos de TI, donde se agregan características tecnológicas adicionales que:

- Algunos grupos de interés no logran percibir valor de ellas.
- Para extraer el potencial de valor adicional, es requerido cambios organizacionales en competencias de las personas, procesos o modelos de relacionamiento con los grupos de interés, para los cuáles la empresa no es competente o no encuentra ventaja.
- Aunque se encuentre valor en ese delta de características tecnológicas, los costos de operar, administrar y mantenerlas tengan un costo superior.

Por ejemplo, si en un proyecto de TI, en cuyo alcance fue definido construir soluciones de videoconferencia. Puede suceder que, aunque las capacidades de negocio de la empresa no lo requieran, se decida construir una solución de telepresencia. La cual, entregará funcionalidades innovadoras que tendrán bajo nivel de uso, costos altos de adquisición y de operación altos. Resultando con ello, en una reducción de valor económico para la empresa.

8.2.2 Nivel apropiado de valor a incorporar - ALoVI

El valor en la incorporación de una capacidad técnica o de negocio a través de un programa o proyecto estará sujeta, como se ilustra en la Figura 8-3, al costo de los recursos requeridos desde la empresa, con respecto al valor que es percibido y reconocido por parte de los grupos de interés a la organización (CEN, 2000; Iyer, 2009).

En cuanto a lo expuesto en el punto anterior y de conformidad con los escenarios de la Figura 8-3, estudiados en la descripción del ALoCI, se puede concluir que la empresa captura valor, a partir de un nivel mínimo, denominado en esta tesis como $ALoVI_{\min}$. Este nivel es a partir del cual, los beneficios percibidos por los grupos de interés son superiores al costo de los recursos requeridos ($ALoVI_{\min} \rightarrow B \geq R$).

Así mismo se concluye que, dependiendo de las competencias de la empresa para capturar valor, existirá un punto a partir del cual, los costos que se destinen en incrementar el nivel de incorporación de las capacidades se transforman en pérdida de valor para la empresa $ALoVI_{\max}$ ($\Delta R \geq \Delta B$).

A partir de los escenarios propuestos en la Figura 8-3, se puede identificar que un programa o proyecto generara valor ($B > R$) o perdida ($B < R$), según la percepción de valor del uso que hagan las partes interesadas con respecto al grado en el cual es incorporada una funcionalidad o resultado (ALoCI) para atender sus necesidades y expectativas. En consecuencia, dependiendo de las características del proyecto, puede o no existir un $ALoVI_{\max}$. El cual depende de la habilidad de la empresa y sus grupos de interés, para extraer los beneficios correspondientes a los recursos adicionales que se asignen, en el desarrollo de un mayor nivel en sus capacidades.

En razón a lo anterior puede decirse, que existe un rango en el cual la empresa capturará valor. Rango que tiene como límite inferior el $ALoVI_{\min}$ y superior el $ALoVI_{\max}$. Por ende, puede afirmarse que en el propósito de maximizar el valor de los recursos de la organización, las capacidades y el valor a incorporar deben identificarse y desarrollarse en ese rango, en donde los niveles son los apropiados.

Ecuación 8-1. Rango de creación de valor.

$$\text{Rango de creacion de valor: } [ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$$

Fuente: Elaboración propia.

8.2.3 Nivel apropiado de tecnología a incorporar – ALoTI

El ALoTI es parte integral del P3S-VB, su función está asociada a optimizar las inversiones en tecnología; estructurar la evolución del mapa de ruta, identificar los cambios en procesos; y determinar las competencias a desarrollar en las personas, para extraer el potencial de valor asociado a las tecnologías.

Si los resultados de la incorporación de una capacidad tecnológica se encuentran por debajo del $ALoVI_{\min}$, la organización como un todo no percibe valor. A su vez, existen funcionalidades, tecnologías o componentes de la misma que, aunque son incorporadas, al no representar transformación para los grupos de interés ($\Delta B < \Delta R \vee B \leq 0$), se constituyen en fuentes de pérdida de valor ($PVC < 1$). En otras palabras, existe un rango $[ALoTI_{\min}, ALoTI_{\max}]$ en el cual ALoTI genera valor. Por ende, fuera de dicho rango, la relación entre recursos invertidos y beneficios generados representa pérdidas para la empresa.

Todo resultado con potencial de generar beneficios, que no sea o no pueda ser utilizado por las partes interesadas, representa una pérdida de valor. Es decir, se destruye valor al incorporar tecnología con capacidad de transformación positiva en las personas o en sus actividades, cuando no se usa, bien sea porque las personas no están formadas para su aprovechamiento, no quieren, o los procesos organizacionales no lo habilitan.

En línea con lo anterior, puede afirmarse que el desarrollo de las capacidades tecnológicas en un nivel por encima del límite superior del rango del ALoTI, ($ALoTI > ALoTI_{\max}$), implica que el ΔB que se genera por los grupos de interés es inferior al incremento en recursos requeridos ΔR , de manera que se destruiría valor ($\Delta B / \Delta R < 1$). Asimismo, el desarrollo de las capacidades tecnológicas por debajo de ese rango ($ALoTI < ALoTI_{\min}$), no es suficiente para que la interrelación entre cambios tecnológicos, cambios en las áreas de negocio y resultados, provean los beneficios suficientes que permitan crear valor ($B < R$).

Coherentemente debe afirmarse que, en algunos proyectos de TI, para lograr capturar el potencial de valor planeado, no solo es requerido el desarrollo de la capacidad tecnológica en el rango de viabilidad $[ALoTI_{\min}, ALoTI_{\max}]$, sino que es fundamental el aseguramiento de las competencias y habilidades personales, organizativas y relacionales que sean requeridas para la utilización de las TI que se incorporen.

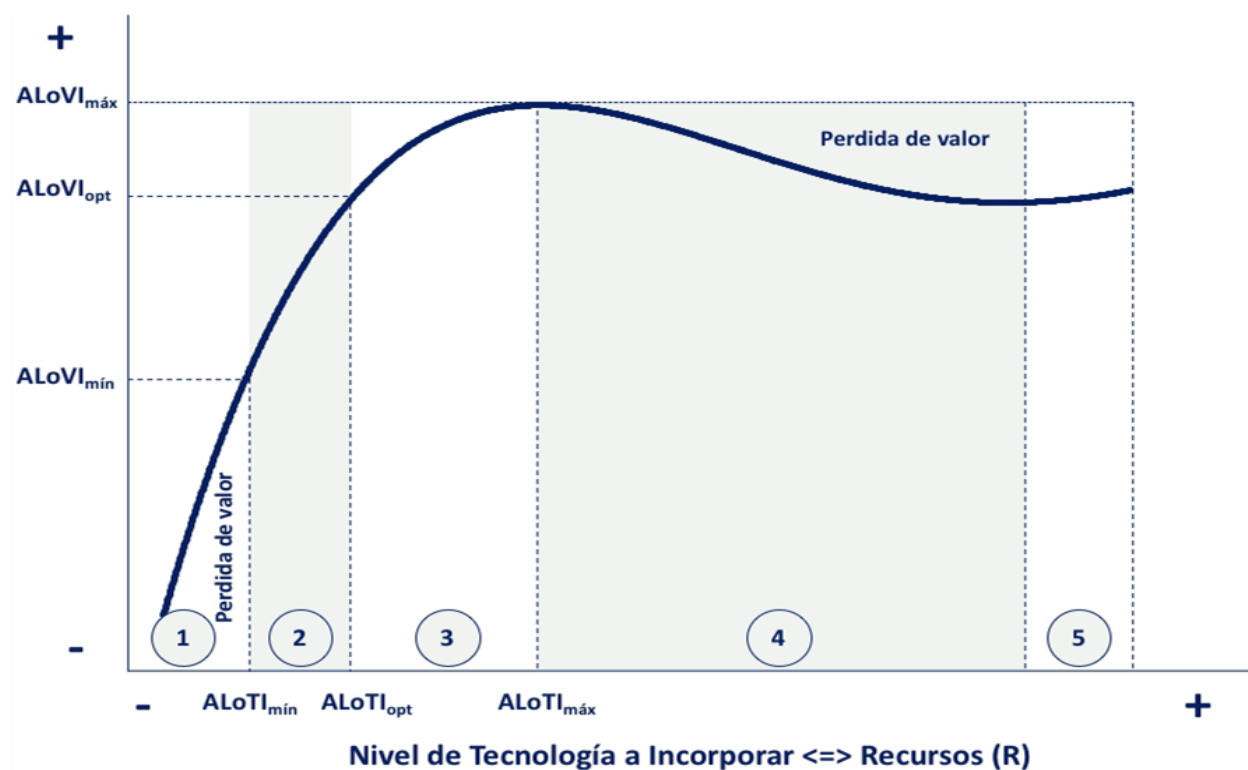
8.2.4 Contribución del ALoCI, ALoVI y ALoTI en la PPS de TI

En el modelo P3S-VB el nivel de incorporación de las capacidades, valor y tecnología, ALoCI, ALoVI y ALoTI son elementos claves en la maximización del uso de los recursos R, con relación al potencial de valor a crear PVC. Como se advierte de la representación gráfica de estos constructos, Figura 8-4, el ALoTI a incorporar en un proyecto, está directamente ligado a los recursos asignados R. Así mismo, el potencial de valor a crear ($PVC = B / R$) representa la relación entre dichos recursos y los beneficios B, que se pueden generar a partir de los proyectos.

La representación gráfica de los constructos ALoCI, ALoVI y ALoTI, presentada en la Figura 8-4, corresponde con las conclusiones del investigador al analizar 53 proyectos de TI en empresas de la industria del petróleo en Colombia, así como a la confirmación de las hipótesis H1, H3 y H4 de esta tesis (validación documentada en el capítulo 9 de este documento). En el análisis de dichos proyectos, se evaluaron las inversiones, beneficios y valor. Se establecieron diferentes escenarios de incorporación de capacidades, los cuáles fueron simulados, a través de su caso de negocios. Como resultado de estas simulaciones y una vez normalizados los datos, se logró identificar en el 73.5% de los casos la forma de la gráfica de la Figura 8-4. El investigador enfatiza, que para los propósitos de este documento se suavizó la figura descubierta y se consolidó con los resultados observados en el otro porcentaje de casos, todo lo anterior con el firme propósito de ejemplificar los escenarios tratados en este numeral.

Conviene detenerse un momento aquí y tener presente que las TI no generan valor autónomamente (Ashurst *et al.*, 2008; Peppard *et al.*, 2007). Es decir, el potencial de beneficios o de creación de valor de las TI, no reside en la posesión, incorporación o acceso a la mismas (Soh & Markus, 1995). Los beneficios y valor suceden cuando se utilizan y se hace uso efectivo de ellas. Este principio implica que aquellas capacidades tecnológicas, componentes o elementos de las mismas, que no sean utilizadas por la organización ($ALoTI > ALoTI_{m\acute{a}x}$), resultan en una pérdida de valor (Ashurst *et al.*, 2008; Grant, 2010). Esto en razón a que los recursos asignados para el acceso a las TI no son compensados con la extracción o captura del potencial de beneficios y valor que las mismas pueden proveer ($\Delta B < \Delta R \rightarrow PVC < 1$) (Grant, 2010; Soh & Markus, 1995).

Figura 8-4. Nivel apropiado de tecnología a incorporar ALoTI.



Fuente: Elaboración propia.

Frente a lo expuesto en la Figura 8-4 es necesario considerar en la identificación de las capacidades y su nivel de desarrollo a incorporar, tanto como en la planeación del alcance de los proyectos y durante la ejecución de los mismos, los siguientes cinco escenarios:

1. Primer escenario, en el cual se ejemplifican aquellas capacidades y proyectos en los cuáles no se crea valor ($PVC < 1$). En consecuencia, deben determinarse las razones por las cuáles los grupos de interés no identifican los impactos generados, o no los reconocen, o no es posible medirlos. Es decir, porque los beneficios reconocidos y medibles son inferiores al costo de los recursos ($B < R$). En caso de que sí encuentren beneficios y se puedan medir, debe evaluarse la razón por la cual no se crea valor.

Es importante observar que desde la perspectiva tecnológica este escenario indica que el conjunto de capacidades y funcionalidades tecnológicas ($ALoTI < ALoTI_{mín}$) propuestas no son suficientes para los objetivos organizacionales. De tal suerte que deben adicionarse los recursos necesarios para que el ALoTI a incorporar, al menos supere el mínimo ($ALoTI \geq ALoTI_{mín}$), dentro del rango en el cual la empresa y sus grupos de interés crean valor $[ALoVI_{mín}, ALoVI_{máx}]$.

El potencial de beneficios que se puede generar por debajo del $ALoTI_{\min}$, no logra ser el suficiente para que los grupos de interés logren una eficiencia y eficacia adicional en sus actividades. Esto indica que, si las TI se incorporan por debajo de ese nivel tecnológico, no se dará la transformación ni se creará valor adicional para la empresa ($PVC < 1$), lo cual se deriva en un proyecto fallido por cuanto las inversiones y recursos asignados no proveerán retorno. Es oportuno clarificar que, en proyectos de TI con deficiencias en la planeación de beneficios, será común identificar proyectos en este segmento. Lo cual no necesariamente significa que requieran un mayor nivel de desarrollo tecnológico. Requieren profundizar en la identificación de los impactos de la tecnología sobre los objetivos de negocio, tanto como identificar los mecanismos para medirlos. Esto último, involucra la medición y transformación de beneficios intangibles.

2. El segundo y tercer escenario pueden considerarse uno solo, por cuanto corresponden al rango en el cual se crea y captura valor [$ALoVI_{\min}$, $ALoVI_{\max}$]. Sin embargo, existe una pequeña diferencia entre el escenario (2) y el (3), relacionada con la tasa con la cual se crea valor. Como se ejemplifica en la Figura 8-4, el diferencial de incremento en beneficios con relación al de los recursos del escenario (2) es mayor que el del número (3) ($\Delta PVC_2 > \Delta PVC_3$).

Este escenario (2) es importante monitorearlo y gestionarlo durante la ejecución de los proyectos, de tal forma que se vigile el costo real de los recursos usados, con relación a la efectiva materialización del alcance y capacidades técnicas, y el comportamiento de los grupos de interés con relación a los resultados de dichos productos. Lo anterior para evitar que, por deficiencia en la dirección del proyecto o en la gestión de beneficios, se descienda al escenario (1), en el cual se destruye el valor.

3. El tercer escenario, correspondiente al rango [$ALoTI_{\text{opt}}$, $ALoTI_{\max}$] aunque su contribución al incremento de valor es menor que la del escenario (2) ($\Delta PVC_3 < \Delta PVC_2$), igualmente corresponde al segmento en el cual los recursos asignados al proyecto crean valor.

Este escenario es igualmente importante considerarlo durante la ejecución de los proyectos. Lo anterior para evitar que los objetivos de valor se trasladen al escenario (4) en el cual se crearía y capturaría valor en un menor nivel al planeado, o peor aún, que descienda al escenario (1).

Al respecto conviene indicar que, en la selección del portafolio es pertinente considerar la factibilidad técnica y riesgos asociados en la incorporación de la tecnología, al igual que la correspondiente al uso de sus resultados por parte de los grupos de interés. Teniendo en cuenta

que, aunque los proyectos se planeen en el rango de generación de valor [$ALoVI_{\min}$, $ALoVI_{\max}$], deficiencias en la dirección del proyecto, o en la gestión de beneficios, o la materialización de riesgos, pueden derivar que un proyecto planeado para capitalizar beneficios termine destruyendo valor o dejando de capturar todo el potencial.

4. Los escenarios (4) y (5), indican que los recursos adicionales que se asignen para incrementar el $ALoTI$ por encima del $ALoTI_{\max}$, aunque generan beneficios ($\Delta B > 0$) no crean valor ($\Delta B < \Delta R$) (Ward & Daniel, 2006). El escenario (4), implícitamente valida la agregación de valor de la gestión de beneficios durante la ejecución del alcance, como complemento de una moderna forma de dirección de proyectos orientada al valor.
5. El quinto escenario, aunque es hipotético, representa escenarios futuros en los cuáles por razones propias de la tecnología o del modelo de negocio de la empresa, sea posible tener un nuevo horizonte de creación de valor, más allá del $ALoTI_{\max}$.

Se comprende entonces que, en la planeación de los proyectos y por consiguiente en la selección del portafolio, los constructos aquí presentados, contribuyen en la identificación de: las capacidades apropiadas ($ALoCI$); el rango en el cual se genera valor [$ALoVI_{\min}$, $ALoVI_{\max}$]; el nivel tecnológico en el cual deben incorporarse las TI ($ALoTI$); y, por consiguiente el rango de los recursos requeridos [$R_{ALoTI-\min}$, $R_{ALoTI-\max}$]. Adicionalmente, como se entiende de la explicación anterior, la gestión de beneficios, el caso de negocios y el mapa de ruta se favorecen, complementan y contribuyen en conjunto con el $ALoCI$, $ALoVI$ y $ALoTI$ a los propósitos del modelo P3S-VB.

El nivel apropiado en la gestión de beneficios de TI

La gestión de beneficios aplicada en proyectos de TI contribuye en el éxito de los productos y resultados que son entregados a clientes, usuarios y demás grupos de interés (Ashurst & Doherty, 2003; Ashurst *et al.*, 2008; Breese, 2012; Serra, 2016). Esta contribución es posible en razón a que la gestión de beneficios se asocia con el proceso de transformación y cambios en la empresa.

Fundamentalmente, la gestión de beneficios de TI pretende que la organización incorpore las capacidades correctas ($ALoCI$, $ALoTI$), para las personas correctas, en el momento correcto, y que todo esto se apropie en la compañía de tal manera que se cree y capture valor ($PVC > 1 \rightarrow B > R$) (Letavec, 2014; Melville *et al.*, 2004; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012).

Para materializar en beneficios y valor el potencial de las TI, debe tenerse en cuenta las siguientes cuatro consideraciones:

1. Todos los proyectos de TI generan resultados, pero no siempre beneficios (Peppard *et al.*, 2007). No todos los cambios que se incorporan con las TI son percibidos como positivos por todos interesados. Esto quiere decir que, en línea con las estadísticas de Bloch *et al.* (2012) y The Standish Group (2013), existe un porcentaje importante de proyectos de TI que generan resultados negativos y que como lo afirma Peppard *et al.* (2007), pueden afectar la sostenibilidad de la empresa. Esta realidad de las TI, plantea tener presente lo siguiente:
 - i. Todo proyecto de TI debe incluir valoración y gestión de potenciales perjuicios. Deben evaluarse los beneficios negativos que se generan con los resultados incorporados e identificar los grupos de interés impactados ($\Delta B < 0 \rightarrow \Delta PVC < 1$). Adicionalmente, debe valorarse la influencia, poder y legitimidad de dichos grupos de interés sobre los objetivos del proyecto y de la empresa. De acuerdo con ello, establecer los mecanismos para gestionar y mitigar los impactos o definir la no incorporación de dichos cambios.
 - ii. Todo proyecto de TI tiene un nivel apropiado de tecnología a incorporar ALoTI. Es decir, si el ALoTI a implementar es inferior al $ALoTI_{\min}$, se pierde valor. En otras palabras, aquella tecnología, componentes o elementos de la misma, que no provean transformación positiva para quien la usa, significa una pérdida de valor para la empresa que la incorpora (Hitt & Brynjolfsson, 1996).
 - iii. Todo resultado con potencial de impacto positivo que no sea utilizado, representa una pérdida (Ward & Daniel, 2006). Por lo anterior y en consonancia con Morcillo & Bueno (1993), puede afirmarse que, en algunos proyectos de TI, para lograr capturar el potencial de valor planeado PVC, no solo es requerido el desarrollo de la capacidad tecnológica rango apropiado [$ALoTI_{\min}$, $ALoTI_{\max}$]; sino que es fundamental el aseguramiento de las capacidades personales, organizativas y relacionales que sean requeridas para la utilización de las TI que se incorporen.
2. Los beneficios de TI deben gestionarse activamente (Peppard *et al.*, 2007). Como se ha indicado en este documento, los beneficios no son resultados que ocurren espontáneamente. De hecho, en muchos proyectos de TI aún después de superada la etapa de estabilización técnica referida por el modelo ITO, debe transcurrir un tiempo adecuado de maduración para que los resultados sean sostenibles (Ward & Daniel, 2006; Zwikael & Smyrk, 2011). Por lo

tanto, la gestión de beneficios de TI no concluye cuando se completa la ejecución técnica del proyecto, sino que transcurre hasta que los beneficios planeados se logran o claramente se concluye que no se materializarán (Zwikaël & Smyrk, 2011).

3. Los gerentes de negocio en conjunto con el conocimiento, información y/o involucramiento de los clientes y usuarios (Bradley, 2012), deben descubrir y valorar las expectativas, necesidades y resultados esperados de las TI. Es decir, es fundamental que los gerentes de negocio comprendan como las TI apalancan los objetivos estratégicos y crean valor para la empresa. Así mismo, los expertos de TI deben estructurar las diferentes alternativas tecnológicas y el mapa ruta $[A_{LoTI_{\min}}, A_{LoTI_{\max}}]$, que permita materializar los resultados y propósitos identificados por gerentes y usuarios.
4. Por último, son los gerentes de negocio y usuarios quienes son responsables por materializar los beneficios empresariales derivados de las TI (Peppard *et al.*, 2007). La realización o materialización de beneficios tiene dos momentos claves.
 - i. El primero cuando gerentes de negocio, o gerentes de beneficios (Bradley, 2012), lideran la formulación de cambios, asignan recursos y aseguran que en la incorporación de las TI asociadas se alcance la generación de los resultados planeados (Chih & Zwikaël, 2015).
 - ii. El segundo cuando usuarios, clientes y/o proveedores (dependiendo del alcance de los resultados planeados generar con las TI), al utilizar dichos resultados y cambios, activen y materialicen los beneficios (Bradley, 2012).

En síntesis, el equipo de proyecto y las personas de las áreas de TI, aunque son responsables por la incorporación de las capacidades tecnológicas asociadas a las nuevas tecnologías (Zwikaël & Smyrk, 2011), no son responsables por la realización o materialización de los beneficios empresariales. El éxito en la captura de valor por parte de las incorporaciones en TI, requiere que los gerentes de las áreas de negocio a impactar con estas inversiones, sean responsables desde la formulación de la iniciativa de transformación hasta la generación de resultados y la utilización de los mismos, por parte de clientes y usuarios (Badewi, 2015; Letavec, 2014). En consecuencia, el reto en la dirección del portafolio, desde la preselección de proyectos es asegurar la participación y liderazgo de todos estos interesados en la gestión de beneficios.

El nivel apropiado en el mapa de ruta y caso de negocios

Las capacidades de negocio tienen evolución, según las condiciones de la empresa en el tiempo, y del ALoCI requerido. Las capacidades de la organización tendrán características y/o funcionalidades que en el tiempo se van agregando, modificando, mejorando o eliminando.

En otras palabras, por ejemplo: una capacidad de negocio KN en el año uno, puede requerirse en un nivel de $ALoCI_x$; dos años después puede requerirse que sus funcionalidades y características lo lleven a ubicarse en un escenario de $ALoCI_{x+i}$; y, varios años después, según ciertas condiciones de la empresa, entorno y mercado, requerirán que estas capacidades evolucionen a un $ALoCI_{x+n}$. Ese ejemplo, permite observar que existe un camino de evolución, o mapa de ruta de las KN.

Las capacidades que se incorporen en la organización, sean estas técnicas o de negocio, entregan valor en el rango $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$. Esto permite afirmar que las diferentes etapas del mapa de ruta están asociadas a los ALoTI a incorporar en las KT, con relación a sus impactos en la creación de valor para el negocio. El desarrollo de cada una de las etapas del mapa de ruta depende, bajo la perspectiva de valor, que los grupos de interés encuentren incremento en sus beneficios, y que la empresa disponga de las competencias para capturar el valor.

8.3 Principios que fundamentan el modelo P3S-VB

El P3S-VB tiene como propósito potencializar la creación de valor en la selección del portafolio de proyectos de TI, para lo cual el modelo se fundamenta en los siguientes cinco principios:

1. La orientación al valor.
2. El portafolio de TI como herramienta estratégica.
3. Las capacidades de negocio y el potencial de valor a crear.
4. Las capacidades tecnológicas y la creación de valor.
5. La gestión de los grupos de interés y la captura del valor.

8.3.1 Orientación al valor

El valor en el modelo P3S-VB es la utilidad adicional que una o varias partes interesadas obtienen, al intercambiar uno o varios recursos que les son útiles y valiosos, para acceder a los impactos positivos que encuentran y le otorgan el uso de bienes o servicios. Esto exige para el uso de los recursos de la empresa, identificar y definir a quienes o que se impacta. Esos impactos deben ser

observados, reconocidos y medidos. Al acceder a dichos efectos, quienes lo realicen, deberán encontrar utilidad y estar dispuestos a pagar por su uso. Esto último, independientemente que el pago se realice con elementos tangibles, intangibles, directos o indirectos para la empresa.

Coherente con lo arriba expuesto se entiende que los beneficios por generar en un proyecto de TI, tienen un componente subjetivo importante. Ergo, el valor incorporado por un proyecto puede abordarse de diferentes maneras, dependiendo su contexto, situación específica, cambios a desarrollar y resultados esperados.

El potencial de valor a crear PVC en el portafolio y para un programa o proyecto es la relación entre el beneficio o resultado medible de un cambio percibido positivo por uno o más de los principales interesados y los recursos asignados para obtenerlos (OGC, 2010).

La Ecuación 8-2 permite comprender que los recursos que se asignen para atender las necesidades y expectativas no solo son monetarios, sino técnicos, humanos, de conocimiento y de tiempo (Barney, 1991; Nelson & Winter, 1982).

Ecuación 8-2. Definición de potencial de valor a crear.

$$PVC \propto \frac{\sum_{j=1}^m \text{Beneficios generados}_{(Satisfaccion\ necesidades\ de\ los\ interesados)}}{\sum_{i=1}^n \text{Recursos usados}_{(Tangibles\ e\ intangibles)}}$$

dónde: $i = 1, \dots, n$; son todos los recursos requeridos para el logro de todos los beneficios generados.

$j = 1, \dots, m$; son todos los beneficios generados a partir de los recursos usados.

Fuente: Adaptado de OGC (2010).

La Ecuación 8-2 indica que el PVC no es absoluto, sino relativo, y por lo tanto puede ser estimado de diversas formas por los diferentes grupos de interés (CEN, 2000; OGC, 2010). Por cuanto las múltiples partes interesadas pueden tener percepciones diferentes de lo que constituye la satisfacción de sus necesidades (PMI, 2017c), tanto como diversas percepciones del valor de uso de los resultados y cambios introducidos por el proyecto. Es así como, en la Ecuación 8-2 se incluye la sumatoria de los beneficios generados desde las perspectivas de todos los interesados.

Por último, debe aclararse que el PVC a nivel de programas y proyectos no necesariamente implica la captura de valor. Esto, entre otras razones, porque quien crea un incremento de valor,

puede o no ser capaz de capturar o retener el valor a largo plazo. En cuyo caso en la PPS¹⁰³ debe definirse, de acuerdo con los criterios que aplique la empresa en la conformación del portafolio, si es viable o no entregar recursos a dicho proyecto, aunque no sea factible capturarlo valor.

Así mismo, es posible que el valor creado con foco en un determinado grupo de interés, sea capturado por otra parte interesada. A este escenario Lepak *et al.* (2007) lo denomina "deslizamiento del valor". En este caso, en la planeación del proyecto es fundamental profundizar quienes son los que identifican el valor y quienes los capturan, de modo que los beneficios que se puedan generar, medir y reconocer, independientemente de los grupos de interés involucrados, sean incluidos en el caso de negocios del proyecto.

En la justificación del caso de negocios debe evaluarse si dicho deslizamiento de beneficios mantiene los propósitos por los cuáles el proyecto requiere ejecutarse. En caso de que esto no sea admisible, dichos criterios deberían descartar el proyecto. Además, debería evaluarse la pertinencia de un proyecto alternativo con alcance los grupos de interés que sí se beneficiarían, identificando la alineación con los objetivos estratégicos y organizacionales de la empresa.

8.3.2 El portafolio como herramienta estratégica

El portafolio de proyectos es una herramienta estratégica que contribuye en el desarrollo de las metas y objetivos empresariales. Mediante la acción coordinada de programas, proyectos y otras actividades. Así como a través del óptimo balance y rendimiento entre recursos, riesgos, capacidades, y valor a crear para los grupos de interés.

Sin embargo, entre las causas del bajo rendimiento de proyectos no exitosos (principalmente proyectos grandes), se identifican brechas significativas entre el plan de proyecto y los objetivos de la estrategia de negocios (Shenhar *et al.*, 2007; The Standish Group, 2013). Esta desalineación implica un desafío de relevancia en el propósito de creación de valor.

Los objetivos estratégicos normalmente son alcanzados a través de la incorporación o mejora de capacidades organizacionales (Serra & Kunc, 2015). Estos propósitos organizacionales se traducen en resultados requeridos para las partes interesadas (Zwikael & Smyrk, 2011). Como consecuencia de la percepción de los impactos positivos de dichos resultados, los grupos de interés

¹⁰³ PPS acrónimo de *Project Portfolio Selection*, o selección del portafolio de proyectos.

retribuirán o retornaran de manera directa o indirecta valor a la organización, constituyendo el fin primordial de la empresa (ISO, 2006; Johnson *et al.*, 2002).

Empero, las necesidades y perspectivas de los diferentes interesados de un proyecto, no son las mismas (Malagón-Barinas, 2015). Por consiguiente, en la planeación del alcance de los proyectos, así como en la PPS, debe realizarse la alineación, balanceo y optimización de las diferentes expectativas y criterios, en función de la maximización del potencial de valor a crear, directo e indirecto. Creación de valor que debe considerar a los principales grupos de interés de acuerdo con Grant (2010), ISO (2006), Johnson *et al.* (2002) y Morris & Jamieson (2004).

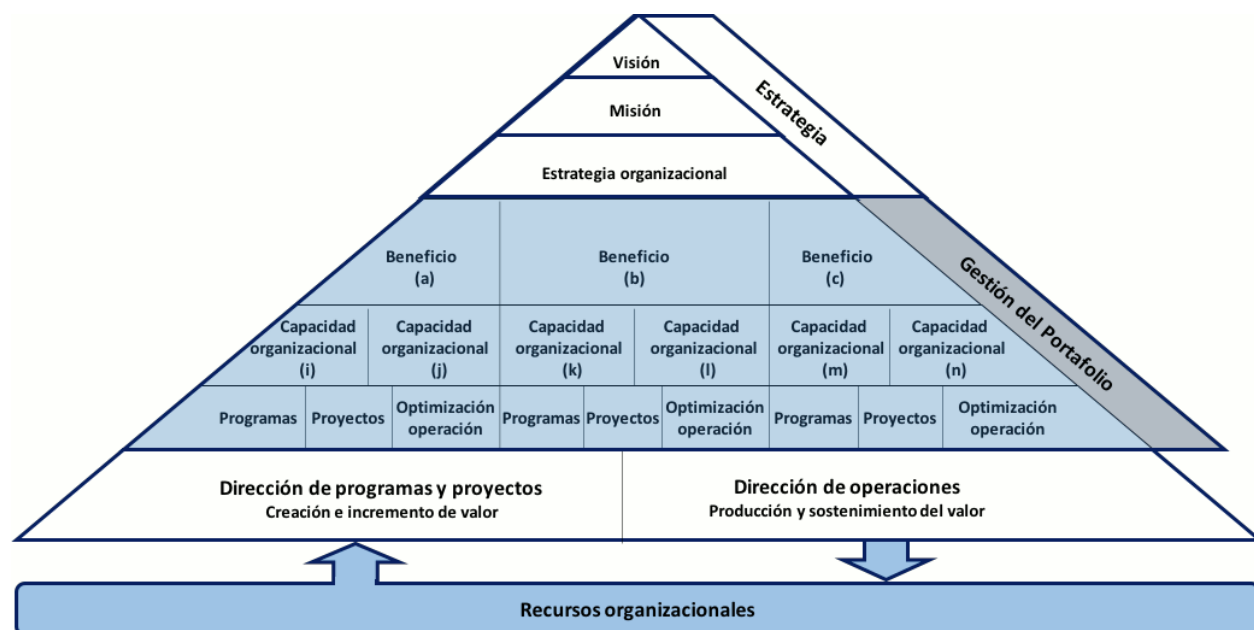
Aunque los proyectos son fundamento en la materialización de los objetivos estratégicos y organizacionales, no todos tienen raíz en la estrategia (Kerzner, 2014b; The Standish Group, 2013; Turner, 2014). En la organización existen otras fuentes que pueden impulsar proyectos (Zwikaël & Smyrk, 2011), las cuales tienen origen en los cambios del entorno interno y externo (Venkatraman & Prescott, 1990).

En la Figura 8-5 se ilustran los diferentes componentes del portafolio. En esa ilustración se observa cómo se articulan esos componentes con el propósito de cerrar las brechas, entre la situación actual y los objetivos estratégicos y organizacionales (Daniel *et al.*, 2014). En este cierre de brechas, se habilitan nuevas capacidades o se promueven cambios en capacidades existentes para generar beneficios y crear valor.

Además, la Figura 8-5 indica que los beneficios generados son consecuencia de los impactos positivos incorporados en una o varias capacidades organizacionales (Teece, 2016), y contribuyen en la materialización de los objetivos estratégicos. Así mismo, los beneficios solo serán “producidos”¹⁰⁴ mediante el uso y aprovechamiento que le den una o varias de las partes interesadas (Zwikaël & Smyrk, 2011). Es durante la operación normal del negocio que los beneficios son generados (Lepak *et al.*, 2007). Así que, la dirección de operaciones es la responsable de asegurar la sostenibilidad de los beneficios y capturar el valor creado desde la dirección de programas y proyectos.

¹⁰⁴ La palabra “producidos” en esto contexto indica que los beneficios se generan si y solo si uno o algunos de los diferentes interesados hacen uso de la mejora positiva incorporada.

Figura 8-5. La entrega de beneficios pilar de la estrategia y fundamento del portafolio.



Fuente: Elaboración propia.

8.3.3 Las capacidades de negocio y el potencial de valor a crear

La contribución del portafolio en la materialización de la estrategia y éxito de la organización depende en gran medida de la alineación de las capacidades requeridas incorporar para el futuro de la empresa. Esto en contraposición a la sola observación de las necesidades del presente.

En la alineación del desarrollo tecnológico y en la selección de los proyectos de TI, basados en el modelo P3S-VB, es necesario establecer el mapa de ruta o trayectoria a seguir en la incorporación de dichas capacidades. Partiendo de las capacidades actuales, y estructurando los mecanismos de transformación, modificación, optimización o cambio (a través de los proyectos y demás elementos del portafolio), hasta obtener el nivel de incorporación de las capacidades requeridas para enfrentar el futuro.

Este mapa de ruta debe permitir en cualquier momento, no solo definir qué opciones deben asegurarse para la organización en el corto plazo, sino también declarar los límites en torno a lo que será probablemente requerido desarrollar en el futuro. Por lo tanto, la compañía, en diferentes puntos del tiempo, podrá establecer los compromisos a largo plazo y cuasi-irreversibles en torno al desarrollo de sus competencias y capacidades (Teece *et al.*, 1997).

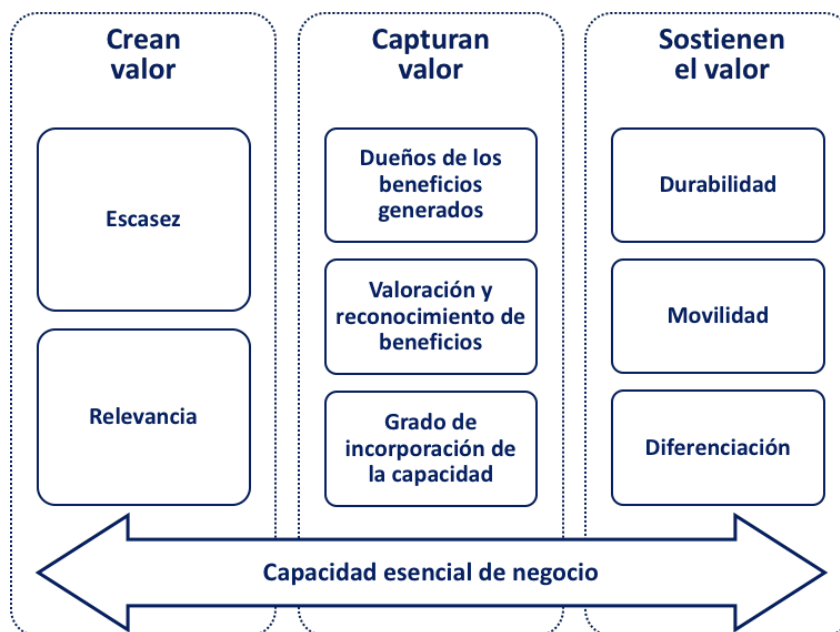
Las capacidades que se identifiquen para atender las necesidades de materialización de la estrategia y con ello alcanzar los propósitos de la situación futura de la compañía, deben reunir las siguientes tres características: (a) crear valor; (b) capturar valor; y, (c) sostener la entrega de valor.

Crear valor

Como se ilustra en la Figura 8-6 en la columna “crear valor”, las capacidades deben caracterizarse por su escasez y relevancia. Estas condiciones son requeridas para generar un impacto suficiente, que contribuya en la creación de valor y ventajas competitivas (Amit & Schoemaker, 1993; Grant, 2010):

- **Escasez:** Una capacidad debe ser escasa, porque si está ampliamente disponible en el sector o la industria, esta será un requisito mínimo que tendrán incorporado todos los competidores, y, por lo tanto, no constituirá una ventaja (Prahalad & Hamel, 1990).
- **Relevancia:** La capacidad debe ser relevante en los indicadores claves de valor KVI, para el éxito de la organización en el mercado. Es decir, la capacidad debe ayudar a la empresa a crear valor para el cliente, usuarios, accionistas, grupos de interés o para sobrevivir a la competencia (Grant, 1991).

Figura 8-6. Características de las capacidades para la creación de valor.



Fuente: Elaboración propia.

Capturar valor

La contribución de las capacidades en el éxito de la organización, está relacionada con el alcance y el mantenimiento de la posición competitiva en el tiempo. Asimismo como se muestra en la columna “Capturar valor” de la Figura 8-6, depende de la habilidad de la empresa para captar y entregar el valor creado (Grant, 2010).

La captura de valor tiene que ver con el reparto de los beneficios originados por las capacidades entre los diferentes actores o dueños de los beneficios generados, teniendo en cuenta que los derechos de propiedad no siempre están totalmente definidos. Por lo tanto, el reto en la identificación de las capacidades. Adicionalmente, está en la asociación de los resultados e impactos de los mismos entre las diferentes partes interesadas.

Sostener la entrega de valor

Tanto la habilidad para crear valor a partir de una capacidad organizacional, como la duración durante la cual se logre sostener la entrega del mismo, son esenciales al evaluar los beneficios creados por las capacidades (Grant, 2010). Como se ilustra en la columna “Sostener el valor” de la Figura 8-6, las propiedades de estas capacidades deben caracterizarse por la:

- Duración o durabilidad.
- Movilidad o transferibilidad.
- Diferenciación o posibilidad de réplica o imitación.

Durabilidad

La durabilidad de los recursos está determinada por el aumento en la velocidad del cambio de las tecnologías, el cual acorta la vida útil de la mayoría de los activos tecnológicos. Sin embargo, la vida útil de las capacidades tendrá mayor resistencia al tiempo (Grant, 2010). Necesariamente el objetivo es asegurar que las capacidades tengan mayor duración que la de los competidores, asegurando la ventaja competitiva y aumentando las utilidades asociadas.

Movilidad o transferibilidad

El medio más sencillo para adquirir los recursos requeridos para imitar la estrategia de otra compañía es comprarlos. Esto implica que la ventaja competitiva asociada sea de corta duración, por cuanto no es escasa.

La habilidad para comprar una capacidad depende de la movilidad o transferibilidad de la misma, es decir que tan factible y costo-efectivo sea transferir esa capacidad entre empresas. Es oportuno indicar que esta habilidad debe evaluarse, tanto del lado del vendedor o proveedor de la capacidad, como de quien la compra o incorpora (Grant, 2010).

Es importante anotar en este punto que las capacidades pueden clasificar como (Dierickx & Cool, 1989; Peteraf, 1993):

1. Perfectamente inmóviles cuando no pueden ser comercializadas o transferidas, por cuanto su valor se deprecia o desaparece en la transferencia.

Imperfectamente móviles cuando pueden ser comercializadas, pero son más valiosas dentro de la empresa que normalmente las emplea, que en otras que pudiesen emplearlas. Los casos de capacidades imperfectamente móviles se relacionan con aquellas de alcance especializado para las necesidades de la empresa (Rumelt, 1987; Williamson, 1975). Este tipo de capacidades requieren ser utilizadas en conjunto con otras o requieren recursos con costos de transferencia excesivamente altos. Sin embargo, alcanzan un alto valor económico cuando son empleadas.

Como se ha explicado, las capacidades perfectamente inmóviles o imperfectamente móviles no son comercializables, y, por lo tanto, permanecen dentro de la organización disponible para su uso a lo largo del tiempo como fuente de ventajas sostenibles. Estas imperfecciones en la movilidad están asociadas con las siguientes cuatro (4) fuentes (Grant, 2010):

1. Inmovilidad geográfica.
2. Información imperfecta.
3. Complementariedad entre recursos, es decir recursos específicos a una organización.
4. Inmovilidad de las capacidades organizacionales.

Diferenciación

La imperfecta movilidad limita que la organización pueda comprar algunas capacidades (Grant, 1991). Por lo tanto, la alternativa es desarrollarlas internamente. Es de tener en cuenta que algunas capacidades pueden ser fácilmente imitadas a través de la copia, pero las capacidades basadas en rutinas organizacionales altamente complejas son poco replicables (Nelson & Winter, 1982).

Estas características de las capacidades, en los propósitos del modelo P3S-VB, exigen que en el alcance de los proyectos de TI se incluyan las acciones, actividades y recursos que sean requeridos para desarrollar habilidades de uso y aprovechamiento de la tecnología en personas y

procesos. En la medida que dichas habilidades se logren, las rutinas organizacionales alcanzaran el nivel de madurez que permitirá elevar al grado de capacidades, las incorporaciones tecnológicas encomendadas a los proyectos desde el portafolio.

Independientemente de lo anterior, debe tenerse en cuenta que las capacidades escasas, no imitables y durables, pueden perder valor en la medida que aparezcan sustitutos adecuados, en línea con las fuerzas de Porter (1980). Por lo tanto, la empresa debe ser dinámica al interpretar estos cambios en el entorno y flexible para actuar en consecuencia en el cierre de brechas entre las capacidades actuales y las requeridas por el nuevo contexto.

8.3.4 Las capacidades tecnológicas y la creación de valor

Las capacidades tecnológicas deben apalancar la incorporación y desarrollo de las capacidades esenciales de negocio, requeridas para la materialización de la estrategia en la organización. Una capacidad tecnológica desarrollada por las TI, es reconocida por la organización, cuando moviliza y despliega los recursos asignados a las TI para:

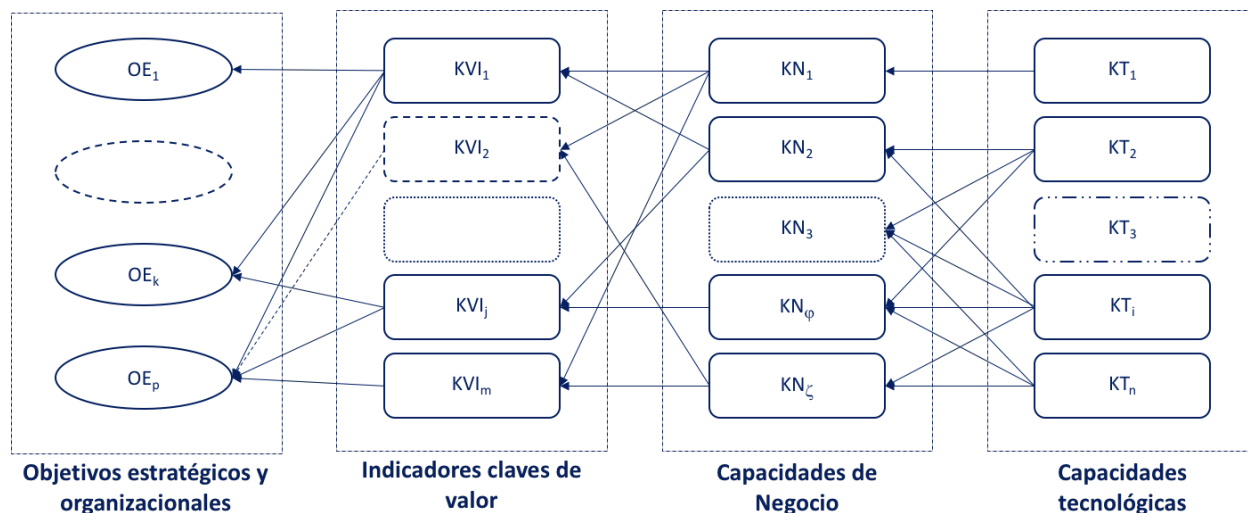
1. Incrementar la agilidad competitiva (Bharadwaj, 2000).
2. Desarrollar una fuerza de trabajo altamente calificada.
3. Contribuir en la materialización de los propósitos estratégicos y organizacionales (Clark *et al.*, 1997).
4. Difundir una amplia variedad de información, aplicaciones, habilidades y competencias, compromisos y valores, a nivel de todas las partes interesadas de la organización, tanto en su perspectiva interna como externa (Byrd & Turner, 2000).

Las TI, como palanca de creación de valor en las capacidades de negocio, exigen de la empresa la habilidad para aprovechar la tecnología como herramienta estratégica de diferenciación de la competencia, y para el desarrollo de bienes y servicios únicos y valiosos. Es decir, lo relevante no es el conjunto de recursos tecnológicos involucrados, sino como esos recursos son aprovechados por la empresa para crear valor. De manera que, pierde importancia la selección de proyectos de TI exclusivamente desde la perspectiva asociada al poder intrínseco de las tecnologías.

Las capacidades tecnológicas conforman o hacen parte, en conjunto con las capacidades personales, las capacidades relacionales y las organizativas, y de las ya nombradas capacidades esenciales del negocio (Morcillo & Bueno, 1993). De aquí se desprenden, como se ilustra en la

Figura 8-7, dos líneas en la identificación de las capacidades tecnológicas. Por un lado, de derecha a izquierda en esta ilustración, se requiere determinar cuáles son las diferentes capacidades tecnológicas (KT) para una capacidad esencial de negocio en particular (KN_{ϕ}). Por otro, deben hallarse las capacidades técnicas que son transversales a más de una capacidad de negocio, a más de un área funcional, o más de un proceso en la organización.

Figura 8-7. Las capacidades tecnológicas en el desarrollo de capacidades de negocio.



Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, la Figura 8-7 enseña que la capacidad de negocio KN_1 para la entrega de resultados capaces de generar beneficios, requiere únicamente de la incorporación de la capacidad técnica KT_1 . No obstante, la KN_1 para lograr contribuir en la materialización del objetivo estratégico OE_1 requiere de la existencia de la KN_2 , la cual a su vez depende de la incorporación de las capacidades tecnológicas KT_2 y KT_i . Se puede con ello decir que, el potencial de creación de valor del proyecto sobre el OE_1 depende de la asignación de los recursos requeridos para la materialización de las KT_1 , KT_2 y KT_i , las cuales generan impactos en las KN_1 y KN_2 . Donde dichos impactos sobre el OE_1 son medidos con el indicador claves de valor KVI_1 .

Es importante observar en el ejemplo de la Figura 8-7, que no obstante el impacto de la KN_1 en el OE_1 , igualmente influye sobre el desempeño de OE_k y OE_p . En cuyo caso, requiere que en adición a los indicadores de valor ya identificados en ese proyecto, (KVI_1 , KVI_j , KVI_m), sea incorporado y definido el KVI_2 , y con él se identifiquen los beneficios asociados al impacto total sobre el OE_p .

La Figura 8-7 indica que a nivel estratégico el desarrollo de las capacidades esenciales de negocio, son el pilar a través del cual se crea valor, y en esa línea el éxito organizacional. Esta ilustración debe analizarse en dos vías, así:

1. Desde los objetivos estratégicos y hacia las capacidades tecnológicas requeridas. En esta perspectiva de análisis, se logran identificar cuáles son las capacidades esenciales de negocio requeridas para lograr los objetivos y metas estratégicas que permitirán éxito.
2. Desde las capacidades tecnológicas a implementar y hacia la orientación estratégica. En esta dirección se identifican cuáles deben ser los indicadores de desempeño a definir, medir y evaluar para asegurar que las capacidades esenciales de negocio realmente contribuyan en la creación de valor. En el mismo tenor, se logra identificar el nivel en el cual dichas capacidades deben ser desarrolladas y cuál debe ser su camino posible de evolución. Lo anterior, de acuerdo con las definiciones estratégicas y escenarios potenciales de cambios en el entorno.

En línea con lo expuesto en la Figura 8-7 se identifica que algunas capacidades de negocio requieren de la incorporación de más de una capacidad tecnológica (KN_2 , KN_3 y KN_ϕ , KN_ζ). Debe observarse que algunas capacidades tecnológicas generan impactos en más de una capacidad de negocio, por ejemplo, KT_2 en KN_2 , KN_3 y KN_ϕ ; KT_i en KN_2 , KN_3 y KN_ζ ; y, KT_n en KN_3 , KN_ϕ y KN_ζ . Estos dos últimos planteamientos permiten comprender que para la identificación de las capacidades, a la luz de los potenciales impactos que crearán valor, es requerido evaluar las:

- Interdependencias entre capacidades tecnológicas.
- Interdependencias entre capacidades de negocio.
- Interdependencias entre capacidades tecnológicas y capacidades de negocio.

Por otra parte, la Figura 8-7 permite identificar tres posibles fenómenos de destrucción de valor en la planeación del alcance de un proyecto:

1. El primero, está asociado con los recursos asignados a la incorporación de la capacidad tecnológica 3. La KT_3 no impacta ninguna capacidad de negocio, no genera ningún beneficio ni contribución en ninguno de los indicadores de desempeño KVI, y tampoco aporta en la materialización de ninguno de los objetivos estratégicos ni organizacionales de la empresa. Este fenómeno por lo general está presente en proyectos de TI, y se encuentra relacionado con:
 - i. El desarrollo de KT o funcionalidades de las mismas, para las cuáles la empresa, los clientes o los usuarios no tienen las competencias para encontrarles o extraerles valor.

- ii. La incorporación de KT sin la previa evaluación de impactos, beneficios o capacidades de negocio relacionadas, etc.
 - iii. La asignación insuficiente de recursos esenciales para lograr que la capacidad tecnológica entregue valor ($ALoTI < ALoTI_{min}$), no necesariamente recursos económicos. En proyectos de TI es común que algún conocimiento experto, a nivel funcional o técnico, no se encuentre disponible o con la calidad requerida en la planeación o ejecución del proyecto.
 - iv. Una deficiente planeación del proyecto y ausencia en la identificación del potencial de valor a crear.
2. El segundo, corresponde a la KN_3 , la cual se beneficia de la incorporación de las capacidades tecnológicas KT_3 , KT_i y KT_n . Sin embargo, los efectos sobre KN_3 o no pueden ser medidos, o no son reconocidos por ninguna de las partes interesadas, o no impactan ningún propósito.
3. El tercero, corresponde con los beneficios medidos con el KVI_2 . Se puede observar que la empresa es capaz de identificar, reconocer y medir beneficios en KVI_2 provenientes de las inversiones en KT_1 , KT_i y KT_n . Empero, dichos beneficios representan impactos positivos en las KN_1 y KN_ζ , no se encuentran alineados a los propósitos estratégicos y organizacionales. En este caso es fundamental evaluar si esto está relacionado con:
- i. Algún requerimiento regulatorio, normativo o legal que deba cumplirse.
 - ii. Alguna oportunidad de mercado u operativa que de manera indirecta impacta los objetivos organizacionales.
 - iii. Una oportunidad tecnológica o de negocio no prevista, la cual invita revisar la orientación estratégica.
 - iv. La influencia o poder de algún tomador de decisión.

8.3.5 La gestión de los grupos de interés y la captura del valor

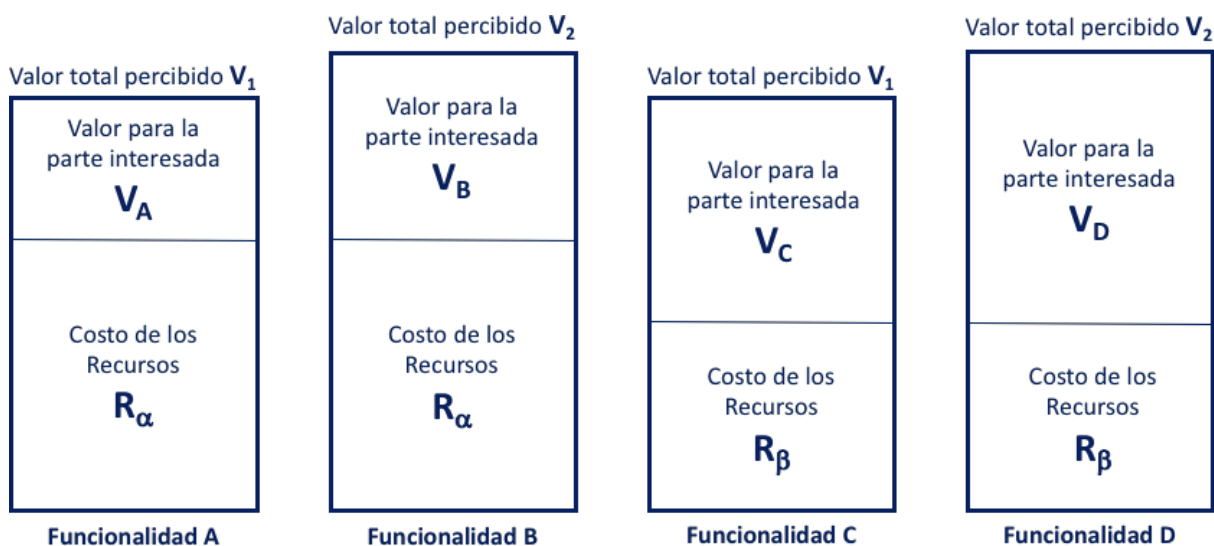
La teoría económica afirma que los consumidores buscan, con los recursos que invierten, maximizar la percepción de valor, a través de la satisfacción de sus necesidades y expectativas con los productos que adquieren (Parkin & Esquivel, 2010). En otras palabras, los grupos de interés infieren o estiman el valor o pérdida marginal que está presente en el diferencial de incremento en características, funcionalidades y utilidades de un bien y servicio, con relación al incremento diferencial de recursos que deben entregar para obtenerlos. A partir de ello y según su juicio, toman la decisión de adquirirlos, buscando maximizar el valor de los recursos que poseen.

Valor percibido por los grupos de interés

La percepción de los grupos de interés sobre el valor de una funcionalidad, utilidad o capacidad tecnológica incorporada por un proyecto se basa en las creencias individuales y perspectivas que tengan sobre los bienes o servicios, sus necesidades, experiencias, deseos y expectativas (Bowman & Ambrosini, 2000; Zeithaml, 1988). Es decir, como se ilustra en la Figura 8-8, los grupos de interés realizan la valoración total de un producto sobre la percepción del valor de uso de lo que reciben (V_1 o V_2), en contraprestación al valor de cambio de lo que entregan (R_α o R_β).

Al aplicar la Figura 8-8 al escenario de programas y proyectos, permite observar que si una parte interesada está expuesta o debe evaluar entre diferentes funcionalidades, resultados o alternativas (A, B, C, D) el valor real que obtendrá (V_A , V_B , V_C , V_D) dependerá del costo de los recursos que deba entregar para utilizarlos (R_α o R_β) y la percepción total de valor que puede lograr con su uso (V_1 o V_2). En consecuencia, el grupo de interés al evaluar entre las funcionalidades del ejemplo de la Figura 8-8, encontrará que logrará maximizar valor con la funcionalidad del escenario D, teniendo en cuenta que el costo de los recursos que debe entregar R_β es menor, y el valor total percibido V_2 es mayor, lo cual lo expone a capturar un mayor valor V_D .

Figura 8-8. Valor total percibido por los grupos de interés.



Fuente: Elaboración propia a partir de Bowman & Ambrosini (2000, p. 3).

Identificación del potencial de valor en proyectos de TI

Las fuentes de beneficios (tangibles o intangibles), asociadas a las inversiones en proyectos de TI, se agrupan según los objetivos organizacionales que permiten lograr (Gregor *et al.*, 2006; Maçada *et al.*, 2012; Mirani & Lederer, 1998; Weill, 1992; Weill & Aral, 2006), así:

- Estratégico.
- Informático u operacional.
- Transaccional.
- Transformacional.

La identificación del potencial de valor a crear (PVC) de estas inversiones implica evaluar la percepción individual de sus principales grupos de interés (clientes y usuarios). Esto, para determinar si las capacidades tecnológicas a incorporar, como un todo, contribuyen con valor o pérdida, según la estimación de uso que de ellas se derive. Es decir, los beneficios (B_x) registrados en el caso de negocios del proyecto $Bc(Py_x)$ deben representar únicamente, aquellos en los cuáles los grupos de interés encuentran valor, respecto al sacrificio o costo que ellos tienen por utilizarlos.

Al menos dos puntos de vista deben ser considerados en la evaluación del valor a crear en TI:

1. En primer lugar, está la percepción de valor de los interesados, la cual se ilustra en los escenarios de la Figura 8-8. Como se advirtió antes, los clientes y usuarios conceptúan según la utilidad que encuentran en los resultados incorporados por el proyecto de TI (Iyer, 2009).
2. En segundo lugar, está el valor que la empresa realmente logra generar y capturar a partir del uso que los grupos de interés realicen de las funcionalidades, resultados y capacidades tecnológicas incorporadas (OGC, 2010).

Por ejemplo, si la organización incorpora a través de un proyecto x , Py_x , una nueva tecnología de colaboración, los usuarios podrán percibir valor al lograr comunicarse con otros de manera instantánea y virtualmente presencial. Con lo cual, estarán dispuestos a cambiar su modo de relacionarse, reunirse y trabajar, así que será altamente probable que usen dichas nuevas funcionalidades. Por su parte, la empresa genera y captura valor con la utilización que los usuarios realicen de la tecnología, entre otros, al disminuir costos y viajes de desplazamiento entre sedes.

La creación y captura de valor en los proyectos de TI requiere no solo del conocimiento de las expectativas y necesidades de los grupos de interés, con relación a las funcionalidades o resultados a incorporar, sino adicionalmente:

1. Identificar el “costo” que intercambian las partes interesadas para apropiar y utilizar las nuevas funcionalidades y tecnologías. Aquí debe entenderse “costo”, como aquello tangible o intangible que las partes interesadas entregan para acceder a los beneficios (Lepak *et al.*, 2007; Winter & Szczepanek, 2008).
 - Ejemplo 1: Al incorporar una tecnología para automatizar un proceso, puede ser requerido que algunos grupos de interés, que operan con manualidad, deban desarrollar nuevas competencias para operar digitalmente, implicando moverse de su zona de confort.
 - Ejemplo 2: Una nueva TI de videoconferencia, requerirá que los interesados eviten viajar.
 - Ejemplo 3: Al desarrollar una TI de analítica y reportes, será requerido reasignar, en otras funciones, a algunos grupos de interés que antes realizaban estos análisis.
 - Ejemplo 4: Al migrar de una operación de ventas fuera de línea (*off-line*) a una en tiempo real, le exigirá calidad en la información que se reporta, y se eliminará la opción de ajustes previos al reporte financiero de ventas, e impedirá que se hagan excepciones al proceso oficial, etc.
2. Identificar, analizar y gestionar la perspectiva desde la cual, los grupos de interés perciben valor de las funcionalidades y tecnologías que se incorporan (Chang *et al.*, 2013). Es decir, deben identificarse los factores de motivación y decisión que llevan a las personas a asumir el “costo” de utilizar la nueva funcionalidad con relación a los beneficios que perciben derivar de dicha decisión.
 - Ejemplo 1: El desarrollo de nuevas competencias asociadas a la nueva TI, puede permitirles a las personas asumir nuevos roles en la empresa e incrementar sus ingresos.
 - Ejemplo 2: Una nueva videoconferencia puede significar mayor efectividad en una toma de decisión, reducción de costos, mejor balance del tiempo laboral y personal, etc.
 - Ejemplo 3: Al contar con una plataforma de analítica y reportes, las personas tendrán tiempo extra para identificar alternativas de decisión, realizar un aporte de conocimiento y no solo operativo, identificar oportunidades antes no visibles en la gestión de su área de negocios o en su desarrollo de carrera.
 - Ejemplo 4: La operación en tiempo real puede permitir disponer del inventario correcto para atender la demanda y con ello incrementar la utilidad de las ventas, mayor conocimiento de los clientes y con ello perfilar los productos y precios, etc.

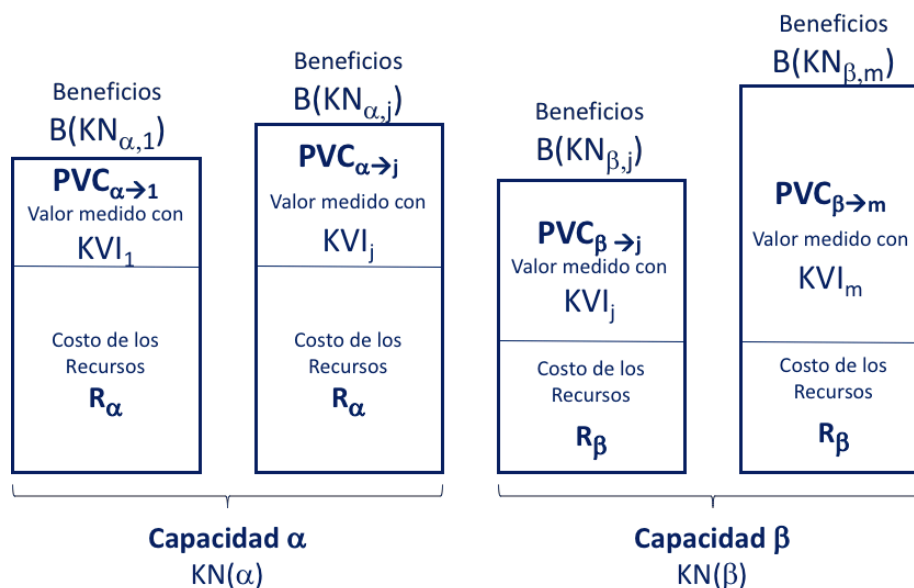
Valoración del potencial de valor en proyectos de TI

Como se enseña en la Figura 8-9, los beneficios de un proyecto de TI son evaluados a través de los cambios positivos en las capacidades de negocio. Estas contribuciones son medidas con los KVI que mejor representen estos impactos. Es así como, en un mismo KVI, deben observarse, identificarse y medirse los beneficios desde las capacidades de negocio que lo afecten.

Por ejemplo, como se explica en la Figura 8-9, los resultados entregados por los recursos R_α asignados en la incorporación de la capacidad α , al ser usados por clientes y usuarios, generan los beneficios $B(KN_{\alpha,1})$ y $B(KN_{\alpha,j})$ medidos con los indicadores KVI_1 y KVI_j . A su vez, con los recursos R_β se incorporará la capacidad β , se generan los beneficios $B(KN_{\beta,j})$ y $B(KN_{\beta,m})$, los cuáles serán valorados con los KVI_j y KVI_m .

Debe observarse que el KVI_j mide los impactos de las capacidades α y β , las cuales deberán valorarse individualmente, identificarse las sinergias entre ellas, y en la totalización no incluir efectos duplicados sobre KVI_j provenientes de α y β . Al realizar la medición directamente en los KVI impactados por las diferentes capacidades a incorporar, se evita el riesgo de duplicación de beneficios existentes al medirlos de manera individual por capacidad (efectos de la sinergia). En consecuencia, si el alcance del proyecto es la incorporación de las capacidades α y β , los beneficios se valorarán con la suma de los impactos en los indicadores $B(KVI_1)$, $B(KVI_j)$ y $B(KVI_m)$.

Figura 8-9. Valoración de beneficios mediante KVI.



Fuente: Elaboración propia a partir de Bowman & Ambrosini (2000, p. 3).

8.4 Procesos del modelo P3S-VB para la creación y captura de valor

El valor que una parte interesada está dispuesta a reconocer por un bien o servicio, está relacionado con su importancia, calidad y utilidad (Iyer, 2009). Es así como, en la creación de valor se considera que la parte interesada intercambia un recurso para acceder al beneficio que le otorga un bien o servicio. Siempre y cuando dicho beneficio satisfaga sus expectativas y necesidades. El valor se creará en la medida que los beneficios sean mayores, al costo de los recursos.

El cálculo del valor considera la dependencia de los recursos asignados y los beneficios asociados en el tiempo. La Ecuación 8-3 muestra que el valor del proyecto x, corresponde al Valor Presente Neto VPN, de la diferencia entre los flujos de beneficios, y flujos de los recursos.

Ecuación 8-3. Cálculo del valor de un proyecto.

$$Val_x^{Py} = VPN \left(\sum_{j=1}^m B_{x,j}^{Py} - \sum_{i=1}^n RI_{x,i}^{Py} - \sum_{j=1}^m RO_{x,j}^{Py} \right)$$

Donde:

$$\sum_{j=1}^m B_j^{Py_x}; \text{ es la suma de todos los beneficios (j= 1, ...m) del proyecto x, } Py_x.$$
$$\sum_{i=1}^n RI_i^{Py_x}; \text{ es la suma de todos los recursos de inversión RI (i= 1, ...n) del } Py_x.$$
$$\sum_{j=1}^m RO_j^{Py_x}; \text{ es la suma de todos los recursos de operación RO (j= 1, ...m) del } Py_x.$$

Fuente: Elaboración propia.

Los recursos se componen de los activos tangibles e intangibles que la organización destina al proyecto, los cuáles deben transformarse en su equivalente financiero. Normalmente, los recursos monetarios de la empresa se expresan entre los destinados a la inversión en activos de capital CAPEX¹⁰⁵ ($RI_i^{Py_x}$), y los recurrentes para lograr la sostenibilidad de las capacidades incorporadas y de los beneficios generados OPEX¹⁰⁶ ($RO_j^{Py_x}$).

¹⁰⁵ CAPEX: Capital Expense, son las inversiones en bienes de capital.

¹⁰⁶ OPEX: Operating Expense, son los gastos de funcionamiento y operativos.

La Ecuación 8-3 indica que el proyecto se debe evaluar desde el momento en el que se realiza la primera inversión y hasta que se captura, por parte de la organización, el último de los beneficios. Por lo tanto, es pertinente identificar los costos (RO_j^{Pyx}) asociados a dar sostenibilidad a las capacidades fuente de generación de dichos impactos de valor, independientemente que la ejecución del proyecto haya concluido.

Coherentemente con el propósito de este numeral, en las siguientes cuatro secciones se describen cada uno de los procesos del modelo P3S-VB. Cada uno de estos procesos, como se identificó en el capítulo 7 contribuyen en la identificación, creación y captura de valor.

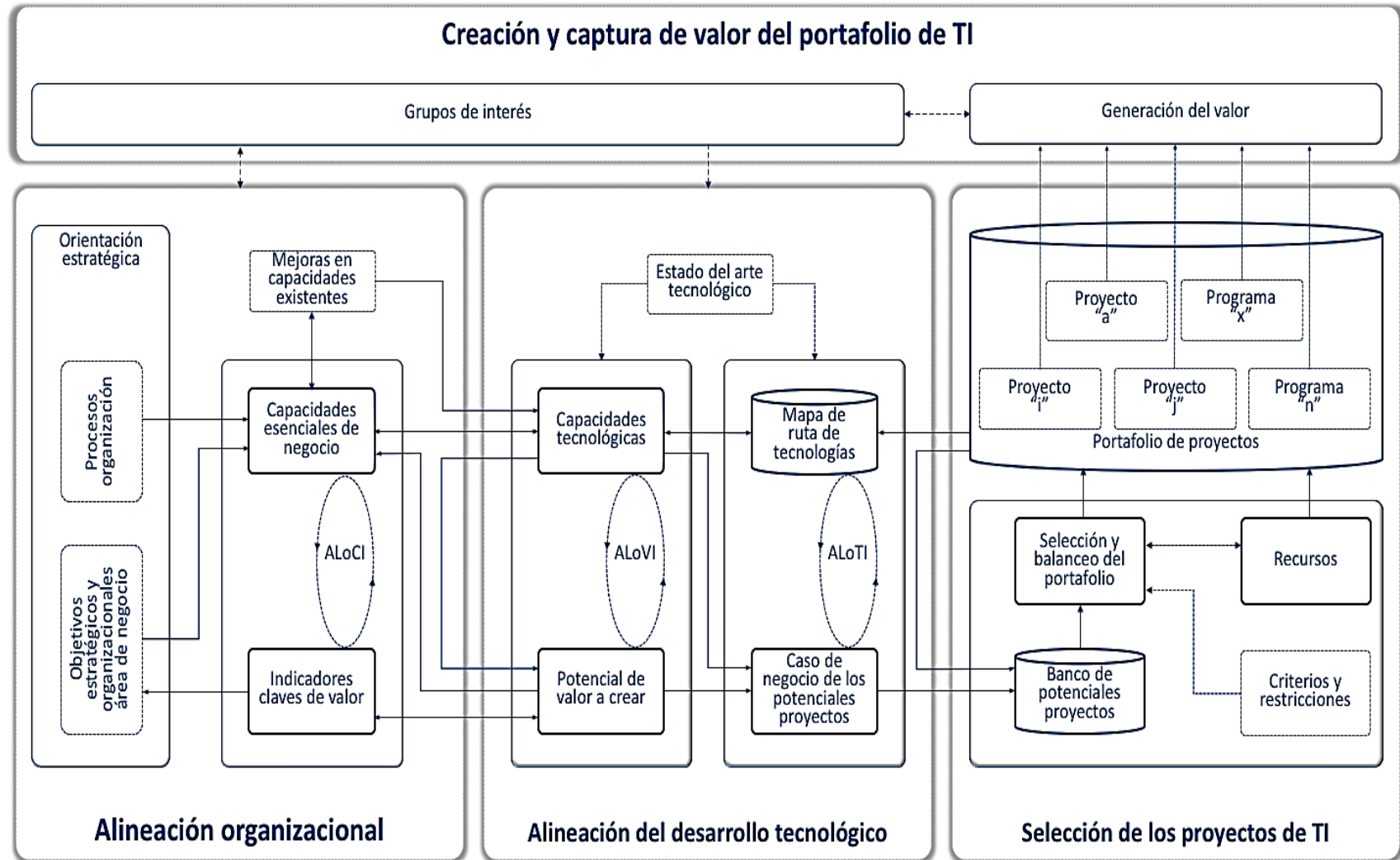
Se ilustran en la Figura 8-10 los procesos para la selección del portafolio de proyectos, basados en valor, modelo P3S-VB. En cada uno de esos procesos, se definen los elementos e interrelaciones entre estos. Asimismo, se enseñan las dependencias e interdependencias entre procesos y entre elementos. Todo ello de conformidad con lo expuesto en el diseño del modelo, el cual se consignó en el capítulo 7.

Igualmente, se observa en la Figura 8-10 la contribución de los constructos del ALoCI, ALoVI y ALoTI en la identificación del rango de creación de valor de los proyectos. Desde el momento en que se determina el nivel apropiado de las capacidades a incorporar (de negocio y tecnológicas) y hasta que se evalúa el caso de negocios.

Vale la pena resaltar que este modelo consolida tres bancos de información. Los cuáles, en la sintaxis usada en la Figura 8-10, se identifican por usar el diagrama de base de datos. Estos tres bancos de información, corresponden con:

1. Mapa de ruta de tecnologías de información, en el cual se consolidan todos los programas de desarrollo tecnológico asociados con la evolución de las capacidades tecnológicas y de negocio en la empresa.
2. Banco de potenciales proyectos, en el cual se consolidan todos los proyectos identificados y evaluados, para ser considerados en la priorización y selección del portafolio.
3. Portafolio de proyectos, el cual contiene todos los proyectos que han sido seleccionados para ejecución. En cada uno de ellos se identifica el alcance de las capacidades tecnológicas a incorporar, las de negocio a impactar, los recursos requeridos, los beneficios planeados, los riesgos asociados, el cronograma de trabajo, y el plan detallado de ejecución.

Figura 8-10. Procesos y elementos del modelo P3S-VB.



Fuente: Elaboración propia.

8.4.1 Alineación organizacional

El primer proceso en la selección del portafolio de proyectos PPS¹⁰⁷, según el modelo P3S-VB, es la alineación organizacional. Este, como se enseña en la Figura 8-10, tiene como propósito identificar las capacidades esenciales de negocio, las mejoras en capacidades existentes, alineadas a los objetivos estratégicos y organizacionales, tanto como a los procesos. Igualmente en este proceso, se determinan los indicadores claves de valor, KVI, y el nivel apropiado en el cual deben ser incorporadas esas capacidades, ALoCI.

Características del proceso de alineación organizacional

En este proceso es importante observar que las implicaciones estratégicas de la PPS involucran aspectos internos y externos a la compañía. Los cuáles influyen el curso normal de las operaciones empresariales. Por consiguiente, los potenciales proyectos que se identifican en este primer grupo de procesos corresponden con:

1. Mejoras en capacidades organizaciones existentes.
2. Requerimientos de nuevas capacidades asociadas con la orientación estratégica.
3. Evaluación de la pertinencia de continuar, o no, con la incorporación de las capacidades asociadas a los proyectos del portafolio en ejecución.

La orientación estratégica, Figura 8-10, refleja la perspectiva de la empresa para relacionarse con sus grupos de interés, tomar decisiones estratégicas y hacer negocios, y está relacionada con:

1. Los objetivos estratégicos de las áreas de negocio. Los cuáles contienen las metas pretendidas por la estrategia (Zwikaël & Smyrk, 2012).
2. El propósito del portafolio en la entrega de valor a la organización y a sus grupos de interés (OGC, 2011a; PMI, 2017b; Ward & Daniel, 2012).
3. El impacto de la alineación de las capacidades esenciales de negocio con los objetivos estratégicos de la compañía (Dierickx & Cool, 1989; Penrose, 1959; Wernerfelt, 1984).
4. Los factores críticos de éxito, tanto a nivel de portafolio como de proyecto. (Cooke-Davies, 2002; Malagón-Barinas, 2014; Markowitz, 1991).

¹⁰⁷ PPS *Project Portfolio Selection*, o selección del portafolio de proyectos.

En línea con lo anterior, de acuerdo con la revisión crítica del marco teórico y en el desarrollo de esta tesis, se identificaron dos elementos principales de la orientación estratégica: (a) los procesos de la organización; y (b) los objetivos estratégicos y organizacionales.

Los objetivos estratégicos y organizacionales, ilustrados al interior del recuadro de la orientación estratégica en la Figura 8-10, contribuyen en:

1. Identificar el cierre de brechas requerido entre las capacidades actuales y las futuras en cada área de negocio.
2. Facilitar la alineación de los cambios impulsados desde el portafolio, con los propósitos de creación de valor en la empresa.
3. Permitir la identificación del desempeño requerido. Con lo cual se puede medir, monitorear y evaluar el logro de los propósitos asociados a cada capacidad.

En la identificación de las capacidades esenciales de negocio a nivel de área funcional, es de utilidad conocer la interrelación e interdependencias entre procesos, así como entre procesos y capacidades. Teniendo en cuenta que una capacidad puede tener efecto sobre un proceso y generar determinados impactos, pero simultáneamente promover o ser parte (con otras capacidades) de otros efectos en el mismo proceso o en otros procesos en la organización.

En ese orden de ideas, para asegurar la identificación de las capacidades esenciales del negocio, es requerido tener presente el cómo se logran los objetivos. Para lo cual, el entendimiento de los procesos y como estos se ejecutan en la empresa por personas y capacidades tecnológicas contribuye en la identificación de los potenciales proyectos a seleccionar en el portafolio, y los indicadores claves de valor, KVI, asociados.

Los KVI, relacionados en el proceso de la alineación organizacional, Figura 8-10, son requeridos para medir, monitorear y evaluar los cambios incorporados desde el portafolio. Al igual que para evaluar el logro de los objetivos organizacionales y estratégicos. Asimismo, los KVI permiten estimar los beneficios, identificar los escenarios en los cuales las capacidades que se desarrollen desde el portafolio entregan valor, y por lo tanto el rango de los recursos requeridos para alcanzarlas.

En relación con lo anterior y soportado en los estudios de Jenner (2014), Flyvbjerg (2006), Lin *et al.* (2005), Peppard *et al.* (2007) y Ward *et al.* (2008), entre muchos otros, debe afirmarse que:

1. La definición de los KVI asociados a los cambios a incorporar desde los proyectos, no es una

tarea sencilla y especialmente cuando dichos impactos representan intangibles. Sin embargo, no es una tarea imposible (Hubbard, 2014).

2. Deben evaluarse los mecanismos de medición y de recolección de las evidencias e información asociada a los KVI.
3. Debe evaluarse y verificarse la eficacia, fiabilidad y validez de estos instrumentos de medición. Al igual que la factibilidad de usarlos para la trazabilidad, medición y evaluación del estado actual, el avance y los resultados.
4. Es necesario establecer, tanto la valoración actual, como la futura esperada de cada uno de los KVI.
5. La inadecuada o inexistente definición de los KVI asociados a los impactos incorporados desde el portafolio, conlleva sobreestimar los beneficios y potencial de valor a crear.
6. La ausencia de KVI medibles, usables y asociados a las capacidades a impactar, induce a equivocadas decisiones en la definición de viabilidad de los proyectos y selección del portafolio. Limitando la gestión de beneficios y captura de valor.

Por último, vale mencionar que en la estructuración del portafolio de proyectos, se hace necesario observar los cambios requeridos a desarrollar o mejorar en las capacidades esenciales de cada área organizacional, inicialmente de manera independiente, pero luego de manera integral. Ello teniendo en cuenta que el conjunto de las capacidades esenciales de la totalidad de las áreas en la organización, al interactuar bajo la orientación estratégica y las rutinas organizativas, alcanzan la vista integral de capacidades organizacionales de la empresa como un todo.

Generación de valor en el proceso de alineación organizacional

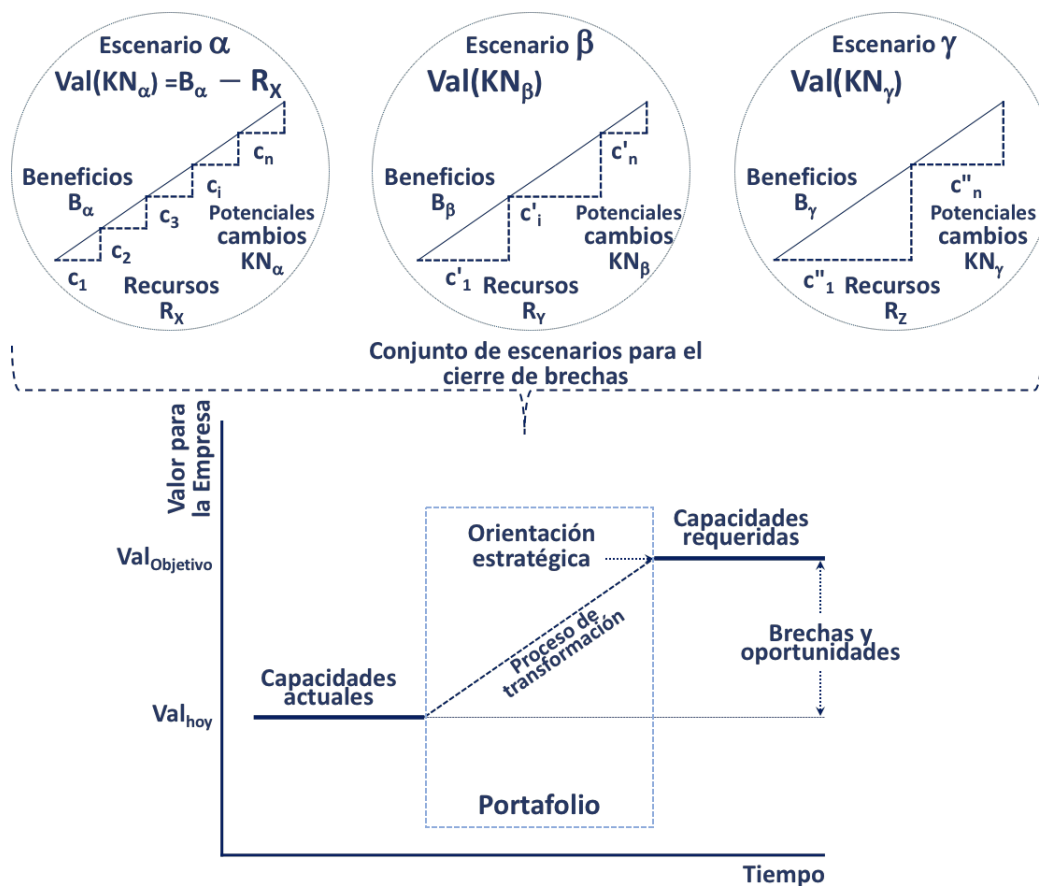
Como se observa en la Figura 8-11, la incorporación de capacidades organizacionales, compromete el cierre de brechas entre la situación actual (Val_{Hoy}) y la futura deseada ($Val_{Objetivo}$) (Teece, 2009). En este cierre de brechas una misma capacidad KN puede ser incorporada a través de diferentes escenarios, y en cada caso entregar diferentes niveles de desarrollo de las capacidades a lo largo del tiempo.

En el ejemplo, estos escenarios (α , β o γ) en el desarrollo de una misma KN, corresponde con $KN_{\alpha}:\{c_1, c_2, c_3, c_i, c_n\}$, $KN_{\beta}:\{c'_1, c'_i, c'_n\}$, y $KN_{\gamma}:\{c''_1, c''_n\}$. Cada escenario ofrece un conjunto

diferente de beneficios (B_α , B_β , B_γ). Al igual que, cada uno de ellos requiere la asignación de un conjunto de recursos relacionados con el alcance a desarrollar (R_X , R_Y , R_Z).

Lo descrito anteriormente, permite concluir que el valor generado en cada escenario, es excluyente uno del otro, así que $Val(KN_\alpha) \neq Val(KN_\beta) \neq Val(KN_\gamma)$. Del mismo modo, los recursos requeridos ($R_X \neq R_Y \neq R_Z$).

Figura 8-11. Selección de escenarios en el cierre de brechas e incorporación de capacidades.



Fuente: Elaboración propia a partir de Serra & Kunc (2015).

En atención a lo anterior, debe tenerse en consideración que desde la identificación de los proyectos que serán postulados en la PPS, deberá identificarse: la alineación de las capacidades con la orientación estratégica; como, el potencial de valor a crear de cada uno de los escenarios factibles (α , β o γ), en los cuales se pueden desarrollar las diferentes KN. Además cabe señalar, que la definición del escenario en el cual se debe incorporar la KN, corresponde con el alcance y propósito del ALoCI.

Desde otra perspectiva, pero igualmente complementaria con los propósitos del proceso de alineación organizacional del modelo P3S-VB, la Figura 8-11 permite identificar que: la evaluación de los escenarios de creación de valor (α , β , γ); que contribuyen en los objetivos de la situación futura; así como, la valoración de los beneficios (B_α , B_β , B_γ), obliga que existan mecanismos de medición y trazabilidad en el proceso para alcanzarlos. Estos mecanismos, de índole financiero y no financiero, como se ha indicado en el capítulo 7 son los Indicadores Claves de Valor o KVI.

Estos dos tipos de KVI pueden ser aplicados así: (a) indicadores financieros para la medición del rendimiento y comportamiento en el corto plazo (Kaplan & Norton, 2016); y, (b) indicadores no financieros para evaluar los objetivos de alcance estratégico con efectos en el largo plazo (Irani & Love, 2002). Es importante advertir que:

- La medición de los beneficios no es una tarea sencilla, aunque no imposible.
- Deben definirse los mecanismos para medir la variación o mejora en los KVI.
- Es requerido establecer el estado actual de los KVI que serán impactados.
- Se requiere definir, al nivel adecuado, de acuerdo con los objetivos de la organización y de los principales involucrados.

8.4.2 Alineación del desarrollo tecnológico

El segundo proceso del modelo P3S-VB y como lo exhibe la Figura 8-10, es la alineación del desarrollo tecnológico. La cual tiene como propósito principal, identificar las capacidades tecnológicas KT requeridas, y su nivel apropiado de incorporación, ALoVI y ALoTI. Con ello, contribuir en el desarrollo de las capacidades de negocio KN identificadas en el proceso de alineación organizacional. Al igual que en la creación de valor para los grupos de interés y para la empresa.

También, en este proceso se determinan los recursos requeridos y los beneficios asociados a cada una de las KT, se calcula el potencial de valor a crear PVC, y se identifican los riesgos asociados a su implementación. Todo esto se utiliza en la construcción del modelo financiero y el caso de negocios del proyecto. A partir de lo cual, se actualiza el mapa de ruta de tecnologías y se alimenta el banco de potenciales proyectos, para ser evaluados y priorizados en el proceso de selección de proyectos de TI.

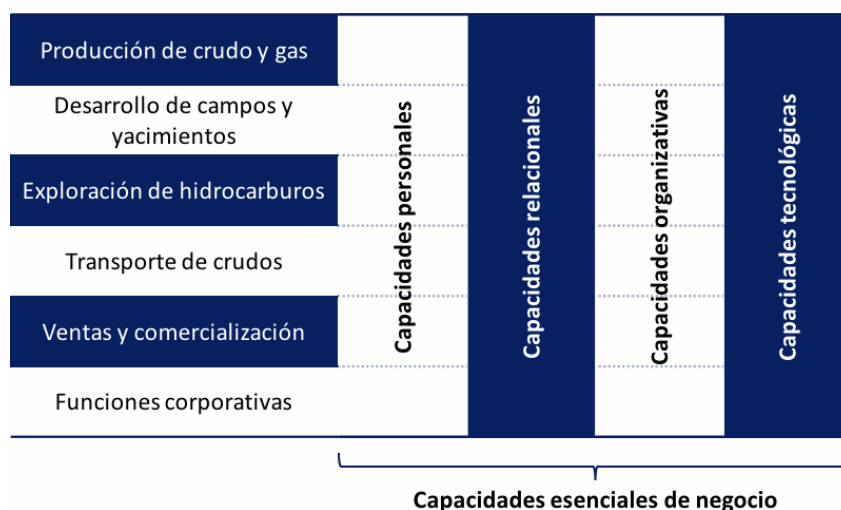
Características del proceso de alineación del desarrollo tecnológico

La contribución del proceso de alineación del desarrollo tecnológico, desde el punto de vista de la creación de valor a crear, es medida en términos de:

1. El aporte individual de cada proyecto, a uno o más de los objetivos del portafolio.
2. La habilidad para generar beneficios y capturar valor, a partir de las capacidades técnicas y organizacionales que se pretenden incorporar.
3. La viabilidad técnica de la tecnología en la organización.
4. La eficiencia en el uso de los recursos, que requiere sean asignados desde el portafolio.
5. La magnitud y probabilidad asociada al conjunto de riesgos.

En línea con lo expuesto en el marco teórico, las capacidades tecnológicas o técnicas conforman o hacen parte, en conjunto con las capacidades personales, las capacidades relacionales y las organizativas, de las ya nombradas capacidades esenciales del negocio. En la Figura 8-12 y dando alcance a la clasificación de Morcillo & Bueno (1993), cada uno de estos tipos de capacidades pueden desagregarse en las requeridas por cada área funcional (Grant, 2010), asegurando la integración entre ellas como un todo.

Figura 8-12. Tipos de capacidades y áreas funcionales en la organización.



Fuente: Elaboración propia.

La identificación y planeación de beneficios, y el cálculo del potencial de valor a crear por un proyecto, están relacionadas con la percepción de los grupos de interés. Esa percepción está relacionada con la utilidad que ellos obtienen al usar los cambios o impactos incorporados en las

capacidades. Al menos dos puntos de vista deben ser considerados en la evaluación del valor a crear en proyectos de TI:

1. La percepción de valor por parte de los clientes y usuarios (Iyer, 2009).
2. El valor que la empresa realmente logra generar y capturar a partir del uso que los grupos de interés realicen de las capacidades tecnológicas incorporadas (OGC, 2010).

Por otra parte, el desarrollo de las capacidades tecnológicas implica la apropiación de tecnologías. En el contexto de las TI, estas tecnologías pueden tener como origen, productos desarrollados por otras organizaciones, o productos desarrollados directamente por la misma empresa. Ahora bien, independientemente del origen de las TI, estas están expuestas a los avances tecnológicos de uno, varios o todos los componentes que las conforman. Las TI que la empresa apropie para el desarrollo de sus capacidades técnicas, en paralelo a lo que sucede al interior de la empresa, están evolucionando. Por ello, se puede decir que el estado de arte tecnológico, señalado en la Figura 8-12, representa la oferta de capacidades tecnológicas, existentes y futuras, que pueden apropiarse para resolver necesidades en la organización.

En concordancia con lo anterior, en la identificación del ALoTI deben observarse el estado del arte y la evolución de las tecnologías. Porque los efectos del estado tecnológico actual y futuro, habilitarán la generación de nuevos beneficios, así como la captura de valor adicional. En el mismo tenor a lo expuesto, puede suceder que la evolución de las tecnologías genere pérdida de valor. En cuyo caso, igualmente la referenciación del ALoTI de cada KT, con respecto al estado del arte es requerido.

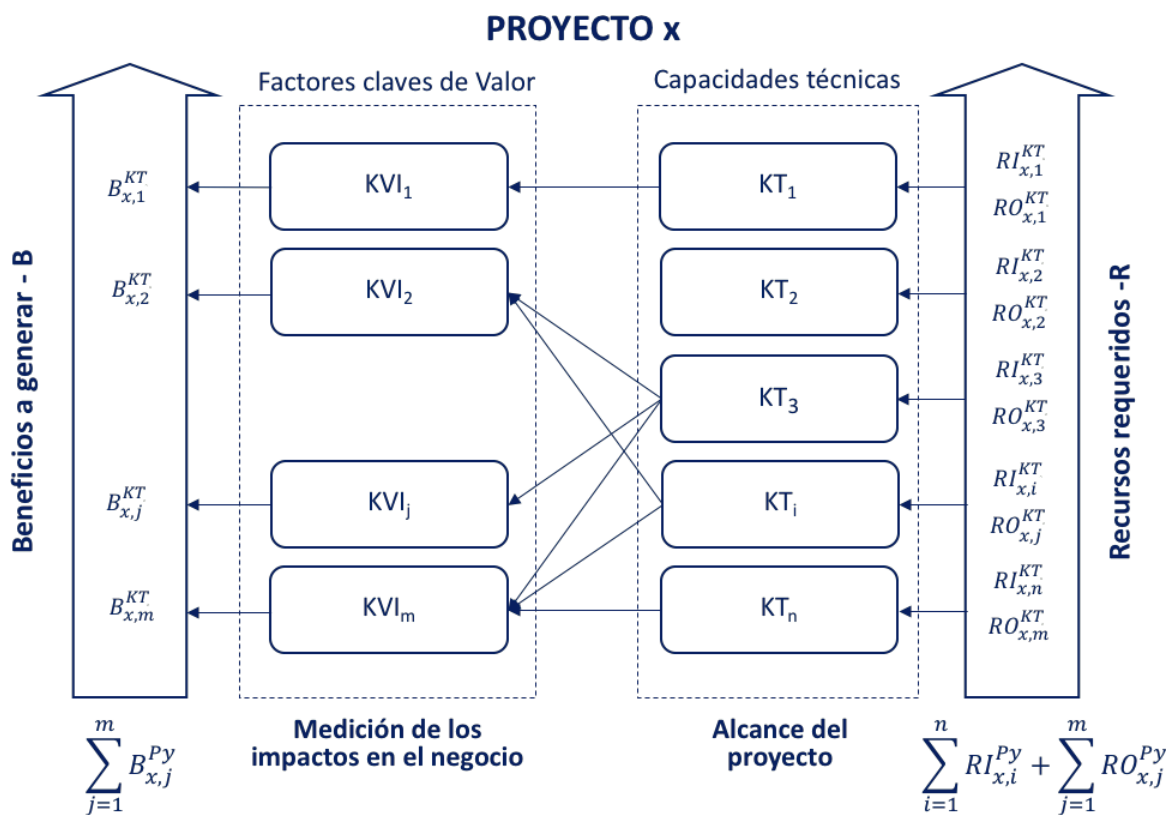
Por último, este proceso de alineación del desarrollo tecnológico, concluye con la generación de dos grandes entregables (Ashurst & Doherty, 2003; Chih & Zwikael, 2015; Kopmann *et al.*, 2015; Nielsen & Persson, 2017; Probert *et al.*, 2013):

1. El mapa de ruta, en donde se consignan los programas de desarrollo tecnológico de cada una de las KT y KN asociadas.
2. El caso de negocios, el cual describe la justificación y recomendación del proyecto. Incluyendo en su modelo financiero, la razonabilidad para la selección del proyecto y asignación de recursos. Esto, en términos de las KT a incorporar, las KN a impactar, los beneficios identificados, los riesgos de la implementación, y el potencial de valor a crear.

Generación de valor en el proceso de alineación del desarrollo tecnológico

Un proyecto tiene como propósito materializar el alcance encomendado por la organización desde el portafolio. El alcance del proyecto es la suma de todas las capacidades tecnológicas, los cambios en los procesos de negocio impactados y las habilidades en las personas que deben ser incorporadas y desarrolladas por el proyecto, para que clientes y usuarios encuentren valor al usarlas. Estas deben lograr los propósitos encomendados desde el portafolio y requeridos por las capacidades esenciales de negocio.

Figura 8-13. Generación de valor desde la alineación del desarrollo tecnológico.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Figura 8-13, la triple restricción se puede interpretar así:

- El alcance como la tecnología, el nivel tecnológico (ALoTI), los requisitos y el conjunto total de capacidades KT_1 , KT_2 , KT_3 , KT_i y KT_n .
- El tiempo de implementación está relacionado con el cronograma del proyecto y la oportunidad en la cual esas capacidades son requeridas para generar impacto y crear valor.
- El costo del proyecto está asociado con los recursos que la organización asigna para impactar

y materializar el potencial de creación de valor asociado al alcance y propósito del proyecto. Es decir la suma de todos los recursos de CAPEX (RI^{KT}) y OPEX (RO^{KT}) requeridos, por cada una de las capacidades técnicas (KT) a desarrollar.

En la parte izquierda de la Figura 8-13 se representan los beneficios desde los proyectos, como la suma de todos los beneficios factibles a generar ($B_{x,1}^{KT}$, $B_{x,2}^{KT}$, $B_{x,j}^{KT}$ y $B_{x,m}^{KT}$) y medir (KVI_1 , KVI_2 , KVI_j , KVI_m). A su vez, en la parte derecha de la misma ilustración se señalan cuáles de las capacidades técnicas (KT_1 , KT_3 , KT_i , KT_n) a incorporar, proporcionan impactos capaces de crear valor a partir del conjunto de recursos requeridos.

En este punto es relevante identificar en la planeación de los proyectos, aquellas capacidades técnicas como la KT_2 que, al ser contrastadas contra los objetivos, propósitos o caso de negocios, no aporten a la creación de valor. Si estas KT_2 son suprimidas del alcance, no afectan ni los objetivos, ni propósito del proyecto, y por el contrario pueden contribuir en el incremento del valor, en razón a que se evitan inversiones innecesarias, $RI_{x,2}^{KT}$ y $RI_{x,2}^{KT}$.

Existe adicionalmente otro reto en la alineación del desarrollo tecnológico, el cual involucra el análisis de los grupos de interés, y su habilidad para reconocer y extraer el potencial de valor identificado en los proyectos. En este punto se debe determinar si la totalidad de los impactos y potenciales beneficios relacionados en el caso de negocio, representa valor para los grupos de interés foco del proyecto, y si es factible técnicamente la incorporación y uso de estas capacidades en la empresa. Resultado de esta evaluación pueden surgir, al menos, los siguientes tres casos:

1. Capacidades o funcionalidades tecnológicas que requieran la modificación de procesos organizacionales asociados, o no, con las capacidades a incorporar. Así que, en la planeación del proyecto deberá incluirse en su alcance y recursos lo pertinente a los ajustes requeridos en los procesos.
2. Capacidades o funcionalidades tecnológicas en las cuáles sea requerido el desarrollo de competencias en los grupos de interés, normalmente clientes y usuarios. Esto con el fin de que ellos cuenten con la habilidad para identificar, utilizar y, por ende, reconozcan el valor. Igualmente, el alcance y los recursos para el desarrollo de estas competencias deben integrarse en el caso de negocios del proyecto.
3. Capacidades o funcionalidades tecnológicas cuyos impactos no sea posible extraerles valor. De manera que en la alineación del desarrollo tecnológico deben suprimirse las capacidades y

funcionalidades que no aportarán valor, en caso de ser técnicamente posible. Esto puede estar relacionado con:

- i. La baja madurez de los procesos de negocio.
- ii. Brechas en competencias y cambios en personas y procesos que sea inalcanzables o inviables o exista alguna limitación que lo obstaculice.
- iii. Impedimentos técnicos o tecnológicos en la integración, interconexión, incorporación o migración de estas capacidades.
- iv. Restricciones normativas, regulatorias o legales que obstruyan la generación de beneficios por parte de los grupos de interés.
- v. Por alguna otra condición propia de la empresa, del sector económico, del mercado, o de sus grupos de interés.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, el mapa de ruta de tecnologías debe actualizarse con las decisiones que surjan del ajuste en alcance de las capacidades y funcionalidades asociadas a implementar, así como de las que se decidan postergar. Ello en razón a que, el mapa de ruta como programa de desarrollo tecnológico, describe los pasos que la organización requiere seguir para alcanzar las funcionalidades y características propuestas en la visión de futuro, de las capacidades técnicas requeridas y por desarrollar. En consecuencia, para cualquier decisión sobre los componentes del mapa de ruta deben igualmente registrarse y valorarse sus efectos.

La función del mapa de ruta, adicionalmente, se extiende como guía contra la cual se deben evaluar y alinear las nuevas capacidades tecnológicas a incorporar; conceptuar sobre la viabilidad y razonabilidad técnica de las mejoras a capacidades existentes; y, como fuente de potenciales proyectos a postular en la PPS. La contribución de valor aportada por el mapa de ruta va más allá de ser referente, a través, del programa de desarrollo tecnológico, y se extiende su aporte a:

- Identificar capacidades tecnológicas o funcionalidades que puedan encontrarse duplicadas o puedan desarrollarse a partir de las existentes.
- Identificar interrelaciones entre capacidades a incorporar, y entre estas y las existentes.
- Identificar interrelaciones entre proyectos, recursos y capacidades.
- Identificar sinergias en agregación de beneficios, resultantes de la integración e interrelación entre capacidades.

- Evaluar el impacto en la organización, como resultado de cambios en la incorporación de las capacidades definidas en el programa de desarrollo tecnológico.
- Evaluar el impacto de cambios, en el alcance y nivel a desarrollar en capacidades (ALoCI, ALoTI) y funcionalidades, durante la ejecución de los proyectos.

Por último, debe indicarse que la alineación del proyecto con el desarrollo tecnológico, a la luz de los impactos y capacidades en los cuáles es factible extraerles valor, se complementa del caso de negocios para declarar la viabilidad total del proyecto en la empresa. Es así como, el caso de negocio se constituye en una herramienta fundamental para el análisis, razonabilidad de negocio, razonabilidad económica, y toma de decisión sobre los potenciales proyectos a postular en la PPS.

La estructuración del modelo económico del caso de negocio tiene como propósito la transformación de la razonabilidad de negocio, los recursos requeridos y el potencial valor a crear. Todo ello debe convertirse en términos económicos y probabilidades de ocurrencia de los riesgos asociados. De tal modo que se puedan construir escenarios de análisis y toma de decisión, en igualdad de términos, entre los diferentes proyectos a evaluar en la selección del portafolio.

El modelo P3S-VB contempla la valoración de los diferentes flujos del modelo económico del caso de negocios, mediante el cálculo del VPN¹⁰⁸. En caso de disponer de la información asociada a la probabilidad de ocurrencia de los riesgos o decisiones que deban suceder durante la ejecución o uso del alcance del proyecto, se ajusta dicha evaluación con el valor esperado. Así mismo, en el P3S-VB se consideran los diferentes escenarios en los cuáles el proyecto tiene la factibilidad de entregar valor. De tal suerte que, en la PPS y dependiendo de los criterios, recursos disponibles y potencial de valor ofrecido por cada escenario del proyecto, se decida por aquellos que maximicen el uso de los recursos y el valor a capturar.

8.4.3 Selección de los proyectos de TI

El tercer proceso del P3S-VB tiene como propósito la definición del portafolio de proyectos, así como los recursos a asignar a cada uno de ellos. En este proceso se contrastan los proyectos desde diferentes perspectivas asociadas a los recursos requeridos, potencial de valor a crear, riesgos asociados, y demás factores de maximización y optimización definidos por la empresa.

¹⁰⁸ VPN: Valor presente neto.

Características del proceso de selección de los proyectos de TI

Como se muestra en la Figura 8-10, la selección del portafolio se realiza a partir del análisis del caso de negocio de las iniciativas agrupadas en el banco de potenciales proyectos. Se evalúan las interacciones entre proyectos, objetivos de valor, y recursos requeridos, todo ello a través de las limitaciones y restricciones de los recursos y otras interdependencias. El primer paso es lograr el balance entre, lo que la empresa necesita y lo que es capaz de lograr. En muchos casos, es preferible definir lo mejor que se puede alcanzar con los recursos limitados disponibles, más allá de intentar una solución perfecta, pero inviable (Dye & Pennypacker, 1999). El siguiente paso es, priorizar y elegir aquellos proyectos que se ajusten a los objetivos estratégicos y organizacionales (Chiang & Nunez, 2013; Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 1997; Dickinson, Thornton, & Graves, 2001). Y el último paso es, la toma de decisión y asignación de recursos.

El reto en la creación de valor en la PPS es establecer los mecanismos para identificar potenciales proyectos valiosos, y a partir de ahí, tomar decisiones informadas. Este banco de iniciativas debe irse estructurando a medida que se identifican las capacidades esenciales de negocio, las mejoras en capacidades existentes y sus respectivas capacidades tecnológicas. De modo tal que cuando se determine el potencial de valor a crear, se definan los recursos requeridos y se estructuren los casos de negocio, las iniciativas propuestas y a seleccionar para el portafolio, sean las que contribuyan con el mayor retorno para la empresa y grupos de interés.

La dirección del portafolio tiene entre sus propósitos lograr la mejor evaluación, selección, priorización y asignación de sus limitados recursos internos, con el fin de materializar sus objetivos organizacionales y estratégicos (Amit & Schoemaker, 1993; Nelson & Winter, 1982; OGC, 2011a; PMI, 2017b; Prahalad & Hamel, 1990). Como parte de estos procesos de selección del portafolio, se identifican las interrelaciones entre programas, proyectos y se asignan los recursos según los criterios y restricciones propias de la organización.

Los recursos requeridos para los potenciales proyectos a conformar el portafolio, normalmente son mayores a los que la empresa tiene disponibles para asignar (Archer & Ghasemzadeh, 1999). A su vez, en la empresa existen requerimientos de nuevas capacidades o mejoras en las existentes, que son requeridas como consecuencia de obligaciones de cumplimiento y normatividad legal o para evitar riesgos del negocio (Zwikaël & Smyrk, 2012). Asimismo, la viabilidad tecnológica de incorporar alguna TI en la organización puede implicar mayor complejidad y desafíos técnicos y

organizacionales para la empresa; y, para extraerle valor a las TI puede ser requerido un gran desafío en el nivel de madurez de los procesos y capacidades esenciales de negocio (Aral & Weill, 2007; Bonham, 2005; Kearns & Lederer, 2004; Kearns & Sabherwal, 2006; Tallon, 2007; Tallon *et al.*, 2000). Por otra parte, algunos proyectos, aunque no tengan el aporte de valor pretendido por la empresa, pueden ser de la preferencia de tomadores claves de decisión con el poder e influencia suficiente para hacerlos parte del portafolio (Levin & Wyzalek, 2015). Estas y otras limitaciones, restricciones y criterios deben considerarse en la selección del portafolio.

La selección del portafolio, por lo tanto, debe considerar criterios, limitantes y restricciones (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Cooper *et al.*, 2002b; Killen *et al.*, 2008; Meskendahl, 2010), evaluar el riesgo asociado (McFarlan, 1981, 1984) y lograr el balance entre:

1. El uso óptimo de los recursos.
2. La viabilidad del logro de los objetivos estratégicos y organizacionales.
3. La factibilidad o viabilidad de la tecnología en la organización.
4. La gestión de la perspectiva de las partes interesadas.

El análisis de riesgo de proyectos de TI siguiendo el marco de referencia de McFarlan (1981), está asociado con la complejidad técnica de las TI a incorporar. Entre los riesgos de mayor notoriedad en un proyecto de TI, se tiene: (a) la integración y compatibilidad con tecnologías existentes; (b) la habilidad de la organización para desarrollar, asegurar y sostener las competencias requeridas por clientes y usuarios para el aprovechamiento de las TI; (c) el tiempo de implementación; y, (d) el acceso a recursos críticos de conocimiento requerido en la implementación de los proyectos de TI.

Adicional a ello, en la revisión crítica del marco teórico y la validación con expertos de TI y proyectos, se identificaron como restricciones y criterios a considerar en la PPS:

1. Madurez de los procesos y capacidades de negocio involucrados (Afflerbach *et al.*, 2016; Forstner *et al.*, 2014; Lehnert *et al.*, 2017; Linhart *et al.*, 2015; Röglinger *et al.*, 2012).
2. Interdependencia entre proyectos y, entre proyectos y portafolio (Archer & Ghasemzadeh, 1999; Bathallath *et al.*, 2016; Santhanam & Kyparisis, 1996).
3. Calidad en la planeación del potencial proyecto (Ashurst, 2011).
4. Aseguramiento de recursos para las capacidades mínimas. Son aquellas a partir de las cuales se puede extraer valor (Bonham, 2005).

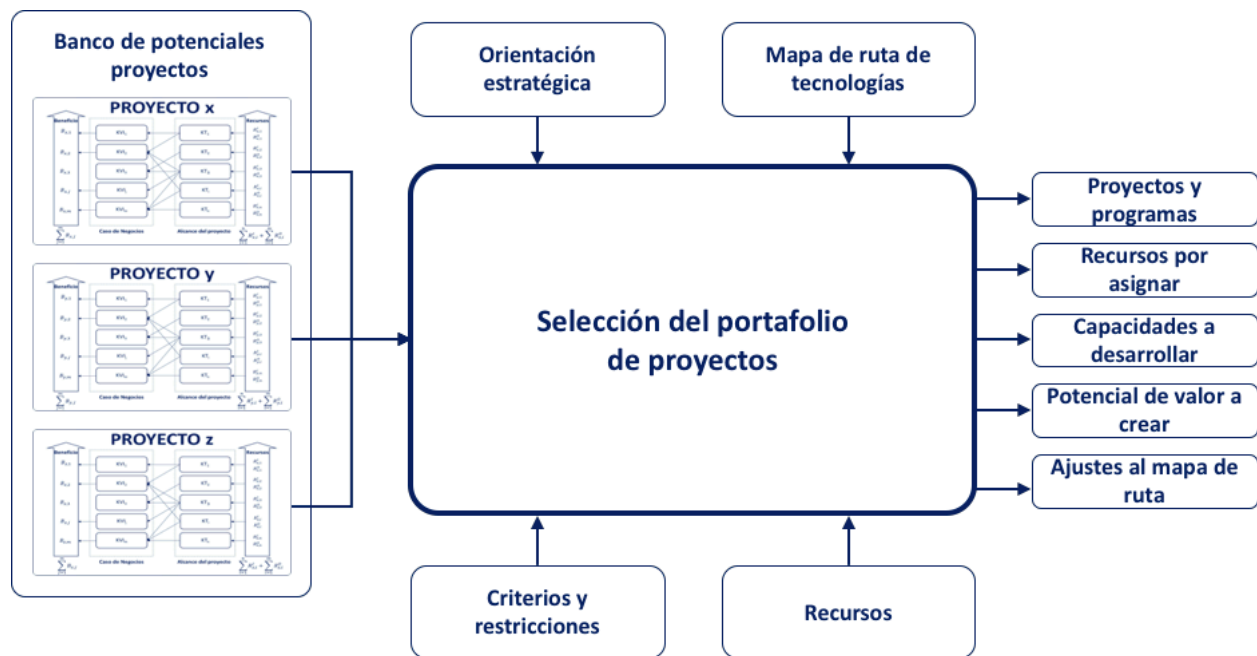
Todas las anteriores dimensiones a nivel de criterios, limitaciones y riesgos, son interdependientes y, por lo tanto, no deben considerarse de manera aislada (Meskendahl, 2010).

Una vez definido el conjunto de proyectos, se debe balancear el portafolio, cuyo propósito es garantizar que el portafolio resultante esté equilibrado en factores como: cronograma; cobertura de los objetivos estratégicos; impacto en propósitos, requerimientos y necesidades del negocio; nivel de definición o planeación de los proyectos; interacción entre proyectos; riesgos; perfil de retorno o de creación de valor; recursos disponibles y requeridos; y los criterios y restricciones definidas para la selección del portafolio (Levine, 2005; Meskendahl, 2010; OGC, 2011a; PMI, 2017b). El producto final del modelo P3S-VB es la definición del portafolio de proyectos de TI a ejecutar.

Generación de valor en el proceso de selección de los proyectos de TI

La Figura 8-14 muestra la relación entre el banco de potenciales proyectos, la orientación estratégica, el mapa de ruta de tecnologías, los recursos a asignar y los criterios y restricciones asociadas a la PPS.

Figura 8-14. Generación de valor en la selección de los proyectos de TI.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el modelo P3S-VB cada una de las iniciativas que conforman el banco de potenciales proyectos está representada a través de su caso de negocios. Así mismo, en el modelo P3S-VB los proyectos que se postulan a la PPS, son aquellos con potencial de creación de valor, alineados a los propósitos de la organización y en línea con el plan de desarrollo tecnológico, consignado en el mapa de ruta.

Teniendo en cuenta que los recursos requeridos por el banco de potenciales proyectos normalmente son mayores a los disponibles en la empresa, la PPS debe maximizar el potencial de valor a crear de la totalidad del portafolio y optimizar la asignación de dichos recursos. Mediante el análisis de los proyectos preseleccionados y a partir de los parámetros obtenidos en la evaluación individual de cada uno de ellos, la PPS debe valorar las interacciones e interdependencias entre proyectos, objetivos de valor y recursos requeridos.

Por otra parte, debe mencionarse que el portafolio a ejecutar requiere ser balanceado, de modo tal que, los propósitos definidos para el mismo, así como las expectativas desde la orientación estratégica encuentren armonía en los componentes seleccionados (programas, proyectos y otras actividades). Para ello, el diamante de maximización del potencial de valor, herramienta descrita en la sección 5 de este capítulo, contribuye en la identificación de los mejores escenarios de eficiencia del portafolio (Markowitz, 1952), con foco en la optimización entre el nivel de rendimiento esperado (valor a crear y recursos a asignar) y el riesgo asumido (Pinto, 2016; PMI, 2017a).

El primer paso en la selección de los proyectos del portafolio es definir el balance entre lo que la empresa necesita y lo que es capaz de lograr; es preferible definir lo mejor que se puede alcanzar con los recursos limitados disponibles, más allá de intentar una solución perfecta, pero inviable (Dye & Pennypacker, 1999).

El siguiente paso es priorizar aquellos proyectos que son requeridos para cumplir con alguna normatividad, ley o para evitar un riesgo de negocio.

El tercer paso, es evaluar en conjunto todos los proyectos que se ajusten a la orientación estratégica y plan de desarrollo tecnológico. Este paso plantea una oportunidad de creación de valor adicional, al considerar los diferentes escenarios de creación de valor posibles en cada proyecto. Y el último paso es la toma de decisión y asignación de recursos.

Como se explicó anteriormente, los proyectos de TI tienen un rango $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$ en el cual crea y captura valor. Todo ello alineado al nivel de desarrollo requerido en las diferentes capacidades a incorporar ($ALoCI$ y $ALoTI$), al igual que, al valor que los grupos de interés pueden generar. De tal suerte que, los diferentes escenarios de creación de valor, dentro del rango factible $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$, ofrecen la oportunidad de asignar recursos a un conjunto mayor de proyectos. Cada uno de ellos, para incorporar el nivel tecnológico $ALoTI$ que mejor contribuya a la maximización de valor del conjunto total de propósitos del portafolio.

Así, por ejemplo, el proyecto x de la Figura 8-14 puede resultar seleccionado para incorporar las capacidades tecnológicas en un $ALoTI$ nivel 3 de 5; nivel en el cual se maximice el uso de los recursos asignados al proyecto x (R_x), y cuyos potenciales beneficios puedan ser usados por clientes y usuarios; en consecuencia, la empresa pueda capturar valor.

En el mismo ejemplo, el proyecto y puede definirse para ser ejecutado en un $ALoTI$ nivel 5 de 5; lo que indica que la organización y sus interesados tienen o tendrán las competencias y habilidades para extraer todo el potencial de valor asociado.

Por su parte, el proyecto z puede requerir ejecutarse en una primera fase en un $ALoTI$ nivel 2 de 5 ($ALoTI_2 > ALoTI_{\min}$), bien porque existen restricciones para extraer un mayor valor de la tecnología, o porque los beneficios adicionales no son los suficientes para merecer la asignación de los recursos requeridos para un mayor nivel de desarrollo tecnológico. En conclusión, desde la vista del portafolio, se maximiza el uso de los recursos y el potencial a valor a capturar.

8.4.4 Creación y captura de valor del portafolio de TI

El último proceso del P3S-VB tiene como propósito el aseguramiento de la creación y captura de valor. Esto requiere que durante la ejecución del portafolio se gestione el comportamiento, expectativas y criterios de valoración de los grupos de interés, en particular el de clientes y usuarios (Argandoña, 2011; Voss & Kock, 2013). Asimismo, es necesario el monitoreo de expectativas de beneficios, no solo de los proyectos de manera individual, sino en la interdependencia entre todos los componentes al interior del portafolio (Serrador & Turner, 2015; Turner & Zolin, 2012).

Características del proceso de creación y captura de valor del portafolio de TI

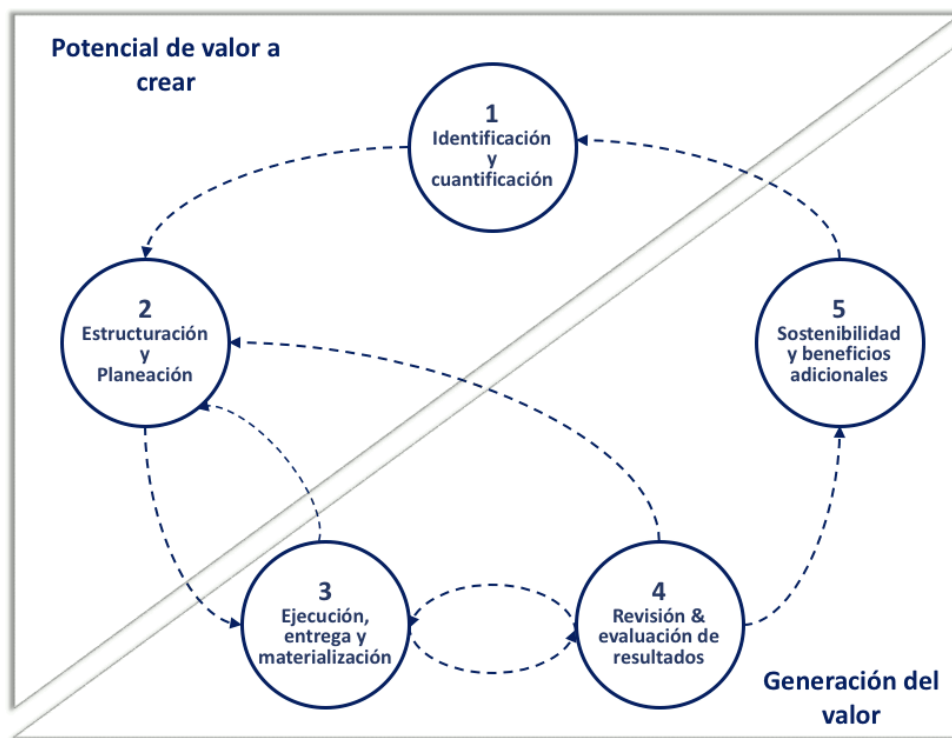
Desde la perspectiva del portafolio de TI, las capacidades tecnológicas deben incorporar impactos

positivos que generen beneficios. Dichas contribuciones deben crear valor, al contrastarlas con los recursos que se asignaron al proyecto. En consecuencia, el propósito de este proceso dentro del P3S-VB es asegurar que en cada uno de los otros tres procesos previos, en el paso por cada uno de sus elementos, y en la ejecución de los proyectos se identifique, gestione, cree y capture valor.

La gestión de beneficios BM, contribuye en el desempeño del P3S-VB, desde la identificación y estimación del potencial de valor a crear, acompañando todos los procesos del P3S-VB, y hasta la ejecución de los proyectos. (Kodukula, 2014; PMAJ, 2005). Como se ilustra en la Figura 8-15, la gestión de beneficios se divide en dos grupos de proceso.

1. El primero es responsable el potencial de valor a crear. Este incluye los procesos de identificación, cuantificación y estructuración del plan de beneficios.
2. El segundo es responsable por la generación de valor. En este grupo de procesos se debe asegurar que durante la ejecución de los proyectos los beneficios se realicen; se evalúen los resultados e impactos asociados los productos y servicios incorporados; y, se habiliten los mecanismos para la sostenibilidad de los beneficios.

Figura 8-15. Potencial de valor a crear y generación del valor.



Fuente: Elaboración propia.

La participación de los grupos de interés, durante todas las fases de selección del portafolio, así como en todo el ciclo de ejecución de los proyectos y de la gestión de beneficios, es fundamental, no solo para asegurar el desempeño de los proyectos, sino para lograr la creación y captura de valor. Lo anterior, en razón a que permite:

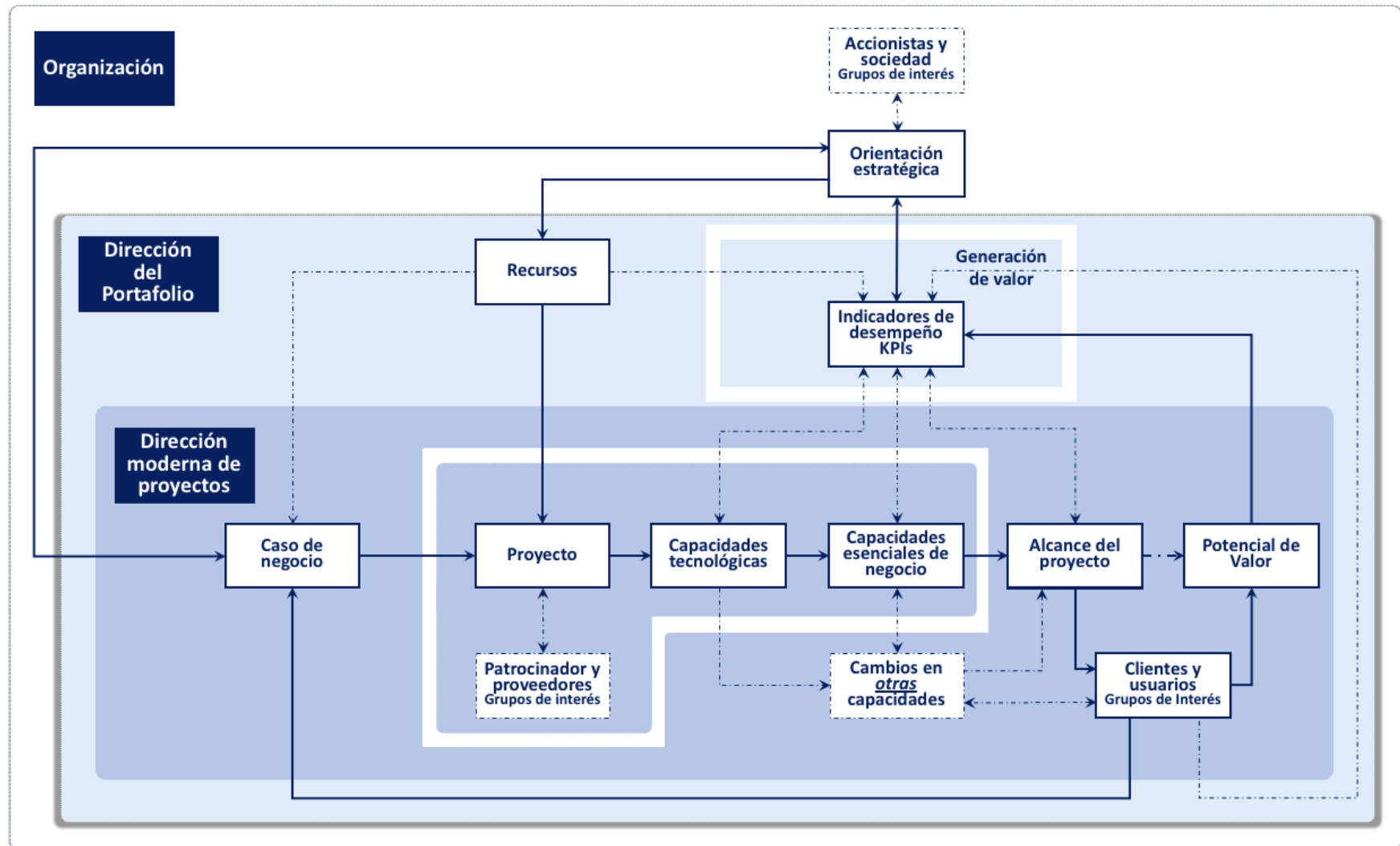
1. Comprender los factores organizacionales e intereses particulares de las personas que puedan tener algún tipo de impacto, influencia o poder sobre los objetivos del proyecto y que puedan afectar la capacidad de la organización para implementar los cambios requeridos y lograr los beneficios esperados (Letavec, 2014; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012).
2. Obtener la asignación, aceptación y compromiso de roles y responsabilidades por parte de los grupos de interés, con relación los resultados, beneficios y objetivos empresariales. Así como para identificar los factores organizacionales que permitirán o frustrarán la materialización de los beneficios (Jenner, 2014; OGC, 2010; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012) .
3. Identificar otros cambios que estén o puedan ocurrir a nivel interno o externo en la empresa, y cuyos resultados y beneficios afecten los cambios o el compromiso y percepción de uno o varios de los grupos de interés sobre la iniciativa objeto de planeación (Ward & Daniel, 2012).
4. Contribuir en la apropiación, utilización y sostenibilidad de los beneficios generados con la incorporación de las TI (Bradley, 2012; Jenner, 2014; Ward & Daniel, 2012).

Generación de valor en el proceso de creación y captura de valor del portafolio de TI

En la ejecución de los proyectos debe asegurarse que los beneficios efectivamente sean generados, y por esa vía, la empresa capturaré valor. De tal forma que este proceso involucra dos elementos importantes en el modelo P3S-VB, la generación de valor y la gestión de los grupos de interés.

La Figura 8-16 representa la visión de la dirección de los proyectos y del portafolio en el contexto del P3S-VB. Se puede observar que la orientación a la generación de valor es el eje principal de la dirección del portafolio. La gestión de los grupos de interés (patrocinador del proyecto, proveedores, equipo de proyecto, clientes y usuarios) es el cimiento de la creación de valor durante la dirección de los proyectos.

Figura 8-16. Dirección del portafolio y proyectos – P3S-VB



Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de la Figura 8-16 indica que la misión de los proyectos es contribuir al desarrollo de las capacidades esenciales de negocio. Utilizando para ello un conjunto de recursos que la organización entrega, para que, con la orientación de un patrocinador, el soporte de proveedores y la labor del equipo de proyecto, se materialice el alcance y desarrollo de capacidades tecnológicas.

La dirección moderna de proyectos según lo muestra la Figura 8-16 tiene como propósito adicional a materializar el alcance en tiempo y costo, la entrega de resultados capaces de contribuir con impactos positivos, los cuáles al ser utilizados por clientes y usuarios generan el potencial de valor o beneficios planeados del proyecto.

A su vez, la dirección del portafolio en interacción con los propósitos organizacionales, enmarcados en su orientación estratégica, evalúa y gestiona la generación de valor de los proyectos. Como se enseña en la Figura 8-16, la dirección del portafolio genera valor desde la evaluación del caso de negocio del potencial proyecto, la asignación óptima de los recursos, la identificación y gestión de los grupos de interés que contribuyen o afectan la creación y captura de valor, así como el monitoreo del cumplimiento de la promesa de valor de los proyectos, durante su etapa de ejecución, así como en la etapa de uso de los productos incorporados.

Ahora bien, es importante considerar, como se advierte de la Figura 8-16, que la generación de valor en la ejecución de los proyectos y dirección del portafolio pretende maximizar y materializar el potencial de valor a crear de cada uno de los proyectos del portafolio. En consecuencia, el potencial de valor a crear relacionado con un cambio incorporado desde los proyectos, como se observa en la Figura 8-16, es analizado, evaluado, utilizado y valorado por los diferentes grupos de interés.

En este punto, debe anotarse que algunos de estas partes interesadas encontrarán beneficio directo de dicho valor a crear, otras posiblemente se impactarán positivamente de manera indirecta, otros potencialmente encontrarán perjuicio o impactos negativos y, otras tantos no percibirán beneficio ni perjuicio del cambio.

En el modelo P3S-VB, durante las fases de la PPS, se maximiza el uso de los recursos y el potencial de valor a crear. No obstante, la gestión de interesados representa el reto principal para la creación y captura de valor. Teniendo en cuenta que no solo es importante la incorporación de cambios, sino la gestión asertiva de los grupos de interés para la generación de los beneficios.

Adicionalmente, en la planeación y ejecución de los proyectos deben identificarse mecanismos para evitar, mitigar y gestionar los impactos negativos o perjuicios, tanto como aquellos beneficios con baja tasa de contribución (Letavec & Bolles, 2012). Debe buscarse crear el mayor valor acumulado posible de estos cambios (Cooper *et al.*, 2001; Markowitz, 1991).

8.5 Herramientas del modelo P3S-VB

El P3S-VB se apoya, entre muchas, en cinco herramientas para contribuir con el incremento de valor en la selección del portafolio de proyectos de TI. Estos instrumentos ayudan a determinar y gestionar los beneficios, a analizar la percepción de los grupos de interés sobre los beneficios, a identificar las capacidades organizacionales, a maximizar el potencial de valor a crear en la selección del portafolio, a evaluar el ALoTI y el ALoVI, y en la selección de los proyectos de TI.

En las siguientes secciones se presentan cada una de estas herramientas. Es relevante considerar el aporte que cada una de ellas provee en las diferentes etapas de la PPS de TI, y la marcada contribución del nivel apropiado de tecnología y valor a incorporar, ALoTI y ALoVI.

8.5.1 Análisis de la percepción de beneficios de los grupos de interés

La Figura 8-17 esquematiza la herramienta de análisis de la percepción de beneficios y perspectivas de los grupos de interés. Este componente de apoyo en el modelo P3S-VB, permite identificar los diferentes escenarios para el análisis de la percepción de beneficios o perjuicios, desde el punto de vista de las partes interesadas.

A continuación, se describen los diferentes escenarios en la percepción de los beneficios y perjuicios desde el punto de vista de cada una de las partes interesadas (PI) del proyecto:

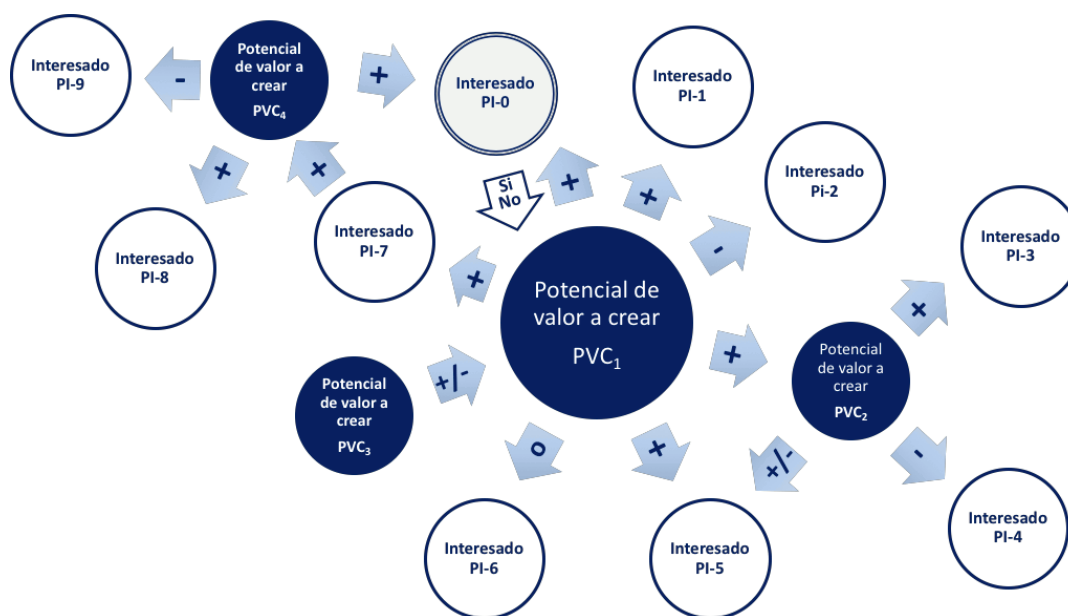
1. PI-0 es la PI¹⁰⁹ responsable por la toma de decisión y asignación de los recursos requeridos para incorporar el cambio asociado a PVC₁. Es decir, es el dueño de los recursos para materializar PVC₁, quien durante la planeación y ejecución del proyecto tiene decisión sobre su alcance, continuidad, cambios o cancelación.

¹⁰⁹ PI: Parte interesada en el proyecto. La enumeración de partes interesadas de la Figura 8-17 no tiene ninguna relación directa con uno u otro grupo de involucrados de la empresa. Por lo tanto, deberá analizarse el impacto en cada PI desde el punto de vista de los principales involucrados con el cambio que es incorporado por la empresa.

2. Se supone que para PI-0, como responsable de asignación de los recursos, el resultado del PVC_1 debe representar un beneficio. Sin embargo, del análisis que se realice podrá identificarse que el beneficio que captura PI-0 de PVC_1 , puede ser el resultado del beneficio percibido por otras partes interesadas, las cuales le retornan de manera directa o indirecta valor a este.
3. PI-1 percibe PVC_1 como positivo. Por lo tanto, para PI-1 este será un beneficio, independientemente de la percepción de las otras partes interesadas.
4. PI-2 percibe el PVC_1 como algo negativo para ella. Así que, independientemente de lo percibido por PI-1, este cambio le es perjudicial. En ese sentido, desde el proyecto deberá evaluarse el impacto de la percepción de PI-2.

Debe valorarse la magnitud del perjuicio percibido, el nivel de influencia de este involucrado sobre el proyecto y sobre la totalidad de resultados del portafolio. Adicionalmente debe contrastarse el perjuicio sobre PI-2, con relación al nivel de inversión requerido para PVC_1 y la magnitud del beneficio a crear para las otras partes interesadas.

Figura 8-17. Análisis de la percepción de beneficios de las partes interesadas en un proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

5. Las partes interesadas 3, 4 y 5 (PI-3, PI-4 y PI-5) no observan un impacto directo del PVC_1 , sin embargo, si perciben beneficios o perjuicios del PVC_2 . De acuerdo con los escenarios planteados en la Figura 8-17, PVC_1 (valor asociado a un impacto planeado incorporar por el proyecto), generará de manera colateral el impacto PVC_2 .

En este análisis, el PVC₂ no necesariamente corresponde con un cambio planeado incorporar por el proyecto. Por lo tanto, corresponde como un beneficio emergente derivado de PVC₁.

6. Es así como, los impactos positivos que se perciben por parte de PI-3 y PI-5(+)¹¹⁰ son beneficios indirectos o emergentes del PVC₁. Con lo cual, en el análisis de beneficios acumulados de PVC₁ deberá incorporarse lo creado para PI-3 y PI-5 como consecuencia de PVC₂.
7. Por su parte, el perjuicio percibido por PI-4 y PI-5(-)¹¹¹ deberá evaluarse en un ejercicio similar al planteado para PI-2, teniendo en consideración que este impacto es indirecto en la incorporación de PVC₁. En este análisis deberá evaluarse la relevancia de PI-4 sobre los cambios planeados por PVC₁ y considerar la magnitud del riesgo de su percepción sobre los resultados y beneficios del proyecto.
8. PI-5 percibe beneficios de manera directa de PVC₁ e indirectamente también puede beneficiarse del surgimiento de PVC₂. Por ello, deberá evaluarse la magnitud de estos dos impactos sobre PI-5, determinar si estos beneficios son excluyentes uno del otro, o si existe algún traslape que deba considerarse al realizar la valoración integral del impacto positivo a crear por PVC₁.

Sin embargo, este análisis invita a contemplar que sucede si PI-5 percibe beneficio directo de PVC₁ e indirectamente es perjudicado por PVC₂ (heredado de PVC₁). En este escenario, se hace necesario un análisis integral de este grupo de involucrados. Dependiendo de la magnitud de beneficios y perjuicios percibidos, relevancia de esta parte interesada sobre los resultados a incorporar por el portafolio y los riesgos asociados a ello, decidir ajustes sobre el alcance a desarrollar en PVC₁, mitigar los perjuicios de PVC₂ sobre PI-5 o ignorarlos.

9. PI-6 no percibe ni beneficios ni perjuicios como consecuencia de PVC₁. Ahora bien, si PI-6 es un grupo de involucrados de relevancia para la empresa y para los resultados de los cambios a incorporar, deberán identificarse las razones por las cuales no existe una percepción positiva de este grupo de interés. Así mismo, deberán realizarse los ajustes a PVC₁ o evaluar la gestión requerida para cambiar la percepción de PI-6 sobre los resultados de PVC₁. Este tipo de análisis

¹¹⁰ Aquí se denota con (+) el escenario en el cual RC-2 impacta positivamente a PI-5.

¹¹¹ Aquí se denota con (-) el escenario en el cual RC-2 impacta negativamente a PI-5.

deberá realizarse, no solo cuando existan partes interesadas que no perciben los impactos incorporados, sino cuando los perciben como negativos.

10. PI-7 es un caso interesante en este análisis de escenarios. Con los beneficios que captura de PVC₁, PI-7 emprende de manera autónoma la incorporación de PVC₄, con lo cual se generan impactos positivos para PI-8. Es importante observar que este escenario refleja, en parte, la propuesta de Porter & Kramer (2011) sobre la creación de valor compartido. El valor compartido surge cuando los cambios PVC₄, que autónomamente incorpora PI-7, crean beneficio y valor para PI-0.
11. El análisis de lo pertinente a la percepción de PI-9, en este caso, no está sujeto a PVC₁, sino a lo que decida incorporar PI-7 en PVC₄.
Aunque no es propósito de PVC₁ el impacto en PI-9, si debería evaluarse que los resultados de PVC₄, no incorporen perjuicio para las partes interesadas relevantes del proyecto y en un contexto más amplio de la organización.
12. Por último, es importante realizar el análisis de los impactos sobre PVC₁ desde otros cambios PVC₃ planeados desde el portafolio, bien sea desde el mismo proyecto, a nivel de un programa o desde algún otro tipo de iniciativa. Este escenario plantea la necesidad de:
 - Evaluar la agregación de beneficios de cada cambio a incorporar, de manera independiente y en conjunto con otros cambios.
 - Analizar las necesidades de inversión requeridas por cada cambio y de manera integral con los otros cambios.
 - Valorar la contribución individual y acumulada de estos cambios a los objetivos de la organización.
13. Por lo tanto, en la vista a nivel del portafolio, es pertinente considerar las interdependencias entre los PVC₁'s con los PVC₃'s, el requerimiento de los recursos escasos a asignar y la contribución acumulada de beneficios a generar, buscando optimizar estas relaciones de creación de valor a nivel del portafolio de la organización.

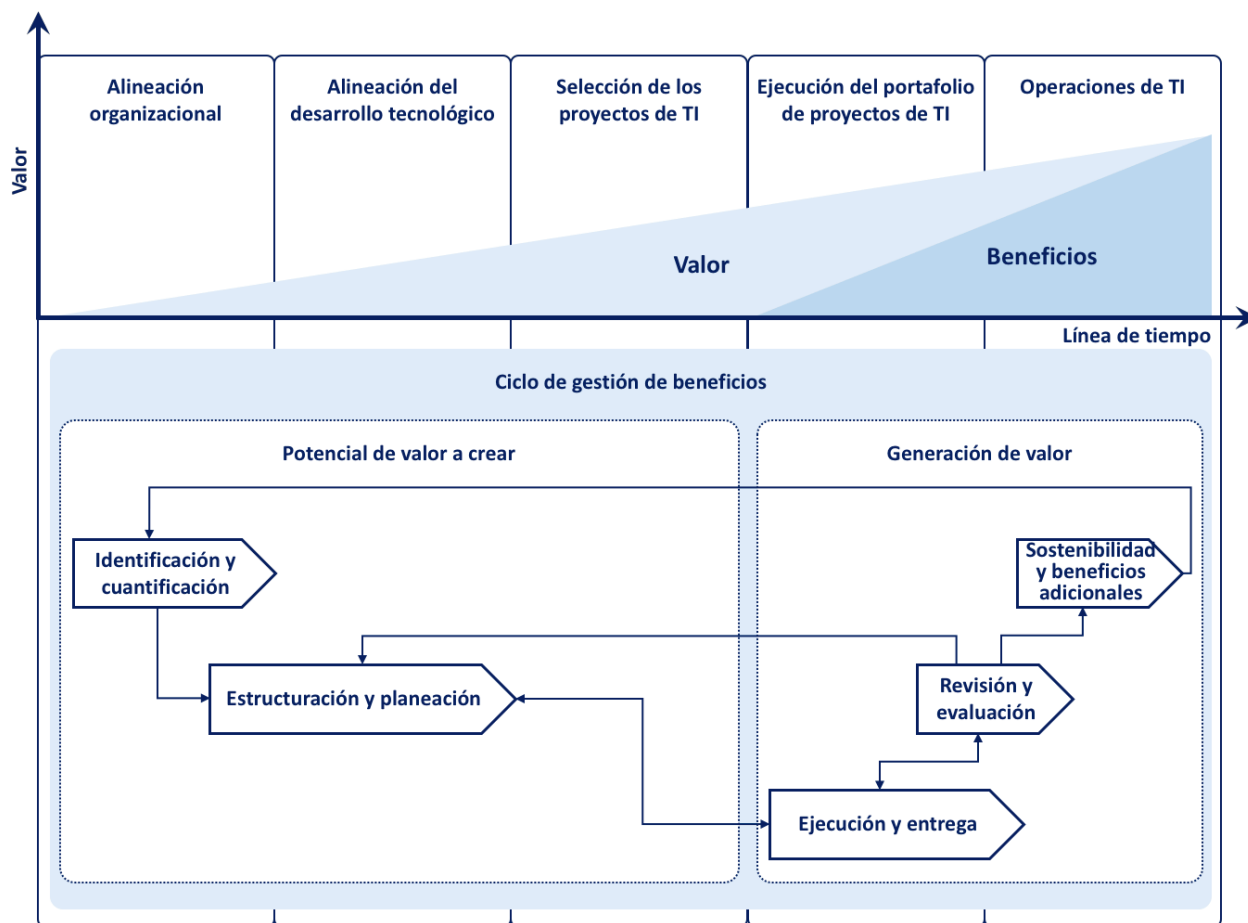
8.5.2 Ciclo de gestión de beneficios TI

En la revisión crítica de la literatura científica, industrial y dedicada a la gestión de beneficios, se identificó que el modelo de ciclo de gestión de los beneficios de TI desarrollado por la Universidad

de *Cranfield* (Ward *et al.*, 1996), es el dominante y el que agrupa consistentemente todos los procesos requeridos en la gestión de beneficios.

En la Figura 8-18 se presenta la adaptación de este ciclo a los propósitos y alcance del modelo P3S-VB. De modo que, como herramienta contribuya en la identificación, planeación, materialización, evaluación y sostenibilidad de los beneficios, y por esa vía se contribuya en la generación de valor para la organización.

Figura 8-18. Ciclo de gestión de beneficios modelo P3S-VB.



Fuente: Elaboración propia.

Identificación y cuantificación de potencial de valor

En este proceso se determina el potencial de valor a crear PVC de la iniciativa de TI. De acuerdo con su naturaleza, se alinean los potenciales beneficios con los procesos, capacidades y objetivos estratégicos y organizacionales (PMI, 2017c; Ward & Daniel, 2012). Así mismo se identifican los beneficios que son más relevantes y de impacto para los tomadores de decisión.

En la identificación del PVC, es requerido un conocimiento significativo de la empresa, sus productos, clientes, procesos, entorno competitivo, industria y demás factores que pueden afectar a la organización. Asimismo, es requerida una comprensión completa de la orientación estratégica y objetivos organizacionales de las diferentes áreas de negocios (Letavec, 2014). En ese orden de ideas, es probablemente el proceso más complejo y crítico de todo el ciclo de gestión de beneficios.

Los beneficios deben estructurarse para comprender el efecto potencial de la TI en las capacidades y procesos de negocio. De igual manera, deben desarrollarse los mecanismos de medición KVI (Ashurst & Doherty, 2003). Aquellos beneficios que no puedan ser medidos, no pueden integrarse en el caso de negocio y por lo tanto no existen (Ward & Daniel, 2012). Se debe identificar de cada beneficio:

- ¿En qué negocio ocurrirá?
- ¿Cómo puede cuantificarse y medirse?
- ¿Cuál es el mecanismo para medir el estado actual o línea base?
- ¿Quién será el responsable por el aseguramiento y medición?
- ¿Qué capacidades de las TI, y qué cambios en el negocio determinan esos beneficios?

La calidad en la cuantificación del PVC es un factor de alto impacto de este proceso. Por un lado, es relevante la necesidad de estimar y valorar los potenciales beneficios. Y por el otro, como lo advierten *Capability Management* (2006), citado por Jenner (2014), Flyvbjerg (2006), Lin *et al.* (2005), Peppard *et al.* (2007) y Ward *et al.* (2008), es la actividad en la cual típicamente se sobrestiman los beneficios y por lo tanto se induce a equivocadas decisiones en la definición de viabilidad de la iniciativa o en su continuidad durante la ejecución.

Otro aspecto a considerar en esta etapa es evaluar la viabilidad de implementación de los cambios necesarios en las TI (Fitzgerald, 1998), en los procesos y en las personas para lograr los resultados y beneficios identificados. En consecuencia, se requiere:

1. Analizar las características de las capacidades a incorporar en relación con su perfecta inmovilidad (Dierickx & Cool, 1989; Peteraf, 1993) o su imperfecta movilidad (Rumelt, 1987; Williamson, 1975). Estas imperfecciones en la movilidad están asociadas con la: inmovilidad geográfica; información imperfecta; complementariedad entre recursos, es decir recursos que sean específicos o exclusivos a una organización; e, inmovilidad de las capacidades organizacionales.

2. Evaluar si el nivel tecnológico (ALoTI), tanto como el nivel de la capacidad organizacional (ALoCI) a incorporar con la iniciativa de TI es el apropiado para la empresa [ALoVI_{min}, ALoVI_{máx}]. Lo anterior, en razón a que los cambios que se requieran realizar a nivel de competencias en personas o en los procesos excedan las capacidades de gestión de la organización, o sean insuficientes o excedan lo requerido por la empresa para lograr sus objetivos de negocio.

Estructuración y planeación del potencial de valor a crear

Tiene como propósito la elaboración del plan completo para lograr la materialización del potencial de valor a crear, así como la estructuración del caso de negocios para evaluar la viabilidad de la inversión (Ward & Daniel, 2012). Se requiere definir un responsable del área de negocio por cada uno de beneficios dentro del plan. Aquellos beneficios a los que no sea posible asignar responsable o estructurar un plan, deberán ser descartados (Ward *et al.*, 1996).

Los propósitos y actividades principales de este proceso, de acuerdo con Jenner (2014), OGC (2010), PMI (2017c) y Ward & Daniel (2012), son:

1. Realizar una descripción detallada del perfil de cada uno de los beneficios esperados tanto en las TI, capacidades, procesos y áreas de negocio, como en la organización. Para cada beneficio y cambio debe determinarse y acordarse claramente el responsable por su logro.
2. Definir los *drivers* de negocio a través de indicadores de valor KVI y medidas cuantitativas asociadas. Debe evaluarse y verificarse la eficacia de estos instrumentos de medición, teniendo en cuenta que serán los utilizados para realizar la trazabilidad, monitoreo y medición de la gestión y entrega de beneficios.
3. Definir la línea base o estado actual de los KVI y medidas cuantitativas asociadas.
4. Estimar, cuando sea factible, los valores esperados u objetivos de mejora durante la ejecución de la iniciativa y principalmente en la etapa de utilización de los resultados entregados al incorporar las nuevas TI. Esta actividad supone que muchos de los cambios pueden ser cuantificados previamente. La base, justificación y criterios de estas estimaciones deben acordarse con los responsables de los beneficios y las áreas de negocio en donde se reflejan.
5. Estimar cuando serán generados los beneficios, cómo y por quien.
6. Definir la responsabilidad o propiedad por todos los cambios en la TI, procesos, competencias de las personas, áreas de negocio y objetivos organizacionales que serán implementados o

impactados con el proyecto. Esto con el fin de gestionar los incidentes con los grupos de interés que afecten el logro de los cambios.

7. Definir los criterios por utilizar para evaluar si cada cambio se ha logrado con éxito.
8. Realizar un estudio detallado de los diferentes grupos de interés relacionados con los cambios, beneficios y objetivos organizacionales que serán afectados por la incorporación de las TI.
9. Desarrollar un análisis completo de los riesgos, desde la perspectiva de los grupos de interés con relación a las capacidades, cambios, resultados y beneficios (Malagón-Barinas, 2014, 2015; PMI, 2017a).
10. Determinar una red completa y documentada de la dependencia entre beneficios. Esta tiene el propósito de articular los análisis de impacto en la toma de decisiones sobre cambios a modificar (incorporar o excluir), relación entre inversiones, habilitadores de TI, cambios y resultados en el negocio, y beneficios generados.

Ejecución, entrega y materialización de beneficios

En este proceso, durante la ejecución de los proyectos y el portafolio, se incorporan las TI, se realizan los cambios desde la TI en los procesos, se desarrollan las nuevas competencias y cambios de comportamiento en las personas, y se generan los resultados asociados a las nuevas capacidades técnicas y organizacionales de acuerdo con lo planeado (Ward *et al.*, 1996).

Durante este proceso, en el ciclo de los beneficios, se ejecutan todas las acciones necesarias para generar todos los resultados especificados en el plan de beneficios (Ashurst & Doherty, 2003; PMI, 2017c). Según lo anterior y en línea con Ashurst (2011), Serra (2016) y Zwikaël & Smyrk (2011) debe afirmarse que el alcance de este proceso va desde el momento en que se da inicio al proyecto desde el portafolio y hasta que los beneficios son utilizados de manera estable por parte de los grupos de interés, en armonía con lo expuesto en el modelo *ITO*.

Las actividades y propósitos principales de este proceso en el ciclo de beneficios son (Ashurst, 2011; Jenner, 2014; Letavec, 2014; PMI, 2017c; Ward & Daniel, 2012):

1. Monitorear el entorno organizacional, los cambios, resultados, beneficios y objetivos del proyecto de TI. Debe asegurarse que se mantengan alineados con los objetivos estratégicos.
2. Asegurar, para la vista del portafolio, el plan de beneficios en la aprobación del proyecto.
3. Gestionar las interdependencias entre proyectos y programas en la vista del portafolio.

4. Monitorear y gestionar los riesgos sobre el plan.
5. Evaluar el progreso de los indicadores de desempeño KVI y medidas cuantitativas asociadas a la medición y entrega de los beneficios.
6. Asegurar que los cambios y resultados a nivel de las TI y en los procesos de negocio mantienen su propósito y son integrables en la operación continua del negocio.
7. Realizar seguimiento y control del progreso de las actividades del plan de beneficios. Debe gestionarse en conjunto con el de la ejecución de los proyectos de TI.

Para gobernar la materialización de beneficios y asegurar la entrega de valor a la empresa, es requerido que se asigne un gerente o dueño de benéficos (Jenner, 2014; OGC, 2010; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012). Las responsabilidades del gerente de beneficios incluyen, trabajar en conjunto con los gerentes de las áreas de negocio y patrocinador del proyecto; evaluar el efecto de nuevos beneficios, cambios y resultados sobre los objetivos organizacionales; y, determinar si la empresa está en la capacidad de materializar los beneficios.

Revisión y evaluación de resultados

En la medida que se van incorporando los cambios, entregando resultados y creando valor, debe hacerse seguimiento, monitoreo, control y revisión para evaluar el cumplimiento del plan (Letavec, 2014; Serra, 2016). Así mismo, una vez las nuevas TI en el negocio han entregado resultados y son utilizados por los grupos de interés, debe realizarse una evaluación que permita determinar, realmente, que fue logrado por el proyecto (Ward & Daniel, 2012).

Los KVI y las medidas asociadas para cuantificar los beneficios son evaluados y contrastados respecto a la línea base que fue determinada en el proceso de planeación (Serra, 2016). Esto con el fin de identificar la magnitud real de los impactos que se van alcanzando durante la ejecución, y el grado en el cual fueron alcanzados los beneficios planeados (Letavec, 2014).

En todos los casos, la revisión y evaluación de beneficios debe enfocarse, desde la perspectiva empresarial, hacia la maximización del valor y en aumentar la probabilidad de éxito de la captura de valor en inversiones futuras (Ward & Daniel, 2012). A su vez esta revisión permite (Letavec, 2014; PMI, 2017c; Ward & Daniel, 2012):

1. Evaluar qué beneficios previstos se han logrado e identificar los factores que afectan o afectaron su materialización.

2. Identificar qué beneficios esperados no se han logrado y decidir si se pueden tomar medidas correctivas para obtenerlos o si deben ser abandonados.
3. Identificar los beneficios emergentes que se hayan logrado y las desventajas o perjuicios que han resultado.
4. Evaluar la alineación de los beneficios materializados con los objetivos estratégicos y organizacionales, y tomar acciones cuando corresponda para maximizar los propósitos de la compañía.
5. Actualizar los perfiles de beneficios basados en los cambios en las condiciones del negocio y otros factores empresariales.
6. Revisar la estabilidad de los cambios y resultados entregados. Así como, la habilidad de apropiación por parte de la organización y de los grupos de interés, para hacer sostenibles la generación de resultados y captura de valor.
7. Entender cómo mejorar el proceso de gestión de beneficios para todos los proyectos.

Sostenibilidad y beneficios adicionales

La sostenibilidad e identificación de beneficios emergentes es el proceso final del ciclo de vida de los beneficios. El propósito de la sostenibilidad de los beneficios es asegurar que la empresa y en particular las áreas de negocio impactadas por las TI incorporadas, sean capaces de mantener la generación de beneficios a través de la utilización de las nuevas capacidades tecnológicas y resultados entregados, cuando el programa o proyecto que las incorporó cierre (Letavec, 2014).

En este proceso se deben capitalizar los beneficios emergentes que surgen con las capacidades tecnológicas ya incorporadas (Serra, 2016). Lo cuáles no se habían previsto en las etapas de identificación y planeación. Por lo tanto, en esta etapa se busca maximizar y extender la entrega de valor a partir de los cambios y resultados ya incorporados (Ward & Daniel, 2012).

Para asegurar la sostenibilidad de los beneficios es requerido (Letavec, 2014):

1. Monitorear y evaluar el desempeño continuo de los cambios y resultados entregados.
2. Establecer procesos e infraestructura para proveer servicio y soporte a las capacidades incorporadas en las TI y en las áreas de negocio.
3. Asegurar que los procesos estén operando conforme son requeridos para maximizar los beneficios planeados.

Por otro lado, debe afirmarse que en este proceso deben evaluarse las mejoras adicionales que ahora son posibles con la nueva TI y con los nuevos niveles de desempeño alcanzados en las áreas de negocio (Letavec, 2014; Serra, 2016). Para tal objetivo, deben involucrarse a las principales partes interesadas y cualquier otra persona que pueda contribuir, en identificar las oportunidades y beneficios que puedan extraerse de las capacidades de TI y de negocio ya incorporadas.

Estos beneficios adicionales pueden lograrse, bien sea realizando cambios en los negocios, o extendiendo o modificando las TI a través de nuevos programas o proyectos (Ward & Daniel, 2012). En este último caso, los nuevos beneficios potenciales deben ser el punto de partida para estructurar la nueva inversión (Serra, 2016). Si lo anterior no se realiza, el potencial para maximizar el valor de las inversiones en las TI se desaprovecha. Así que, la identificación de beneficios adicionales de las TI ya incorporadas debe ser un proceso dinámico y continuo (Ward & Daniel, 2012).

8.5.3 Identificación del nivel de creación de valor LoV , el $ALoTI$ y el $ALoVI$

En este numeral se describen los mecanismos para el cálculo del nivel de creación de valor LoV para una capacidad tecnológica (KT) y para un proyecto (Py). Al igual que el nivel de captura de valor $\overline{LoV}$, el factor de maximización del valor del proyecto en el portafolio, fDM_x^{Py} . Así como las técnicas para determinar el $ALoTI$, el $ALoVI$ y el rango de creación de valor, $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$, de un proyecto de TI a partir de las capacidades tecnológicas, KT_i , los recursos requeridos para su incorporación, R_i^{KT} , y los beneficios identificados, B_i^{KT} .

Nivel de creación de valor – LoV

El indicador de creación de valor LoV ¹¹² se desarrolló a partir de la experiencia del investigador y se fundamentó en el índice de valor a recursos¹¹³ o *value for money ratio VMR* propuesto en

¹¹² LoV : *Level of Value* es un término definido en el desarrollo del modelo P3S-VB que indica la proporción de valor que se crea en una capacidad técnica con respecto al total a crear en el proyecto. Así como, la participación en valor a crear de un proyecto en la totalidad planeada a nivel del portafolio.

¹¹³ En OGC (2010) se encuentra en inglés así “...shows an assessment of value for money...” (OGC, 2010, p. 53), sin embargo el contexto en el cual lo desarrolla y lo explica, corresponde a la definición de recursos dada en esta investigación. En consecuencia, se trata este indicador aquí como indicador de valor a recursos.

*Management of Value*¹¹⁴ (OGC, 2010). El VMR tiene como propósito optimizar el uso de los recursos, como pilar de la ingeniería de valor (SAVE, 2007). El modelo P3S-VB adaptó y validó el VMR y de ahí se derivaron las siguientes formulas. Para la relación de las capacidades técnicas KT en los proyectos, se definió la Ecuación 8-4. Y, para la contribución de los proyectos en el portafolio, la Ecuación 8-5.

La Ecuación 8-4(a) indica que el LoV_i^{KT} de una KT_i al interior de un proyecto x , Py_x , es la relación entre el aporte de beneficios de esa KT_i en el proyecto, ($\Delta B_i^{KT} = B_i^{KT} / B_x^{PY}$), con respecto al porcentaje de recursos del proyecto, que se requieren para la incorporación de la misma, ($\Delta R_i^{KT} = R_i^{KT} / R_x^{PY}$).

En otras palabras, y usando para mejor comprensión la Ecuación 8-4(b), el LoV_i^{KT} es la contribución incremental de potencial de valor de la KT_i en la oferta de valor de la totalidad del proyecto Py_x , ($LoV_i^{KT} = \Delta B_i^{KT} / \Delta R_i^{KT} = \Delta PVC_i^{KT} = PVC_i^{KT} / PVC_x^{PY}$).

La Ecuación 8-4(c) muestra que el $\overline{LoV_i^{KT}}$ calcula el nivel más probable de creación de valor.

Ecuación 8-4. Nivel de creación de valor de una KT en un proyecto.

$$\overline{LoV_i^{KT}} = \frac{B_i^{KT} * rTB_i^{KT}}{\sum_{j=1}^m (B_j^{KT} * rTB_j^{KT})} * \frac{\sum_{k=1}^n R_k^{KT}}{R_i^{KT}} = \left(\frac{B_i^{KT}}{B_x^{PY}} / \frac{R_i^{KT}}{R_x^{PY}} \right) * \frac{rTB_i^{KT}}{rTB_x^{PY}} \quad (a)$$

$$\overline{LoV_i^{KT}} = \frac{PVC_i^{KT}}{PVC_x^{PY}} * \frac{rTB_i^{KT}}{rTB_x^{PY}} \quad (b)$$

$$\overline{LoV_i^{KT}} = LoV_i^{KT} * \frac{rTB_i^{KT}}{rTB_x^{PY}} \quad (c)$$

Fuente: Elaboración propia.

Los factores de la Ecuación 8-4, son descritos en la Tabla 8-1.

¹¹⁴ Management of value es la guía para gestión del valor en programas, proyectos y portafolios. La cual hace parte del compendio de buenas prácticas a las que pertenece Prince 2 ®.

Tabla 8-1. Factores para el cálculo del LoV de una KT en un proyecto.

Factor	Significado o cálculo
LoV_i^{KT}	Relación de beneficios planeados a recursos en una KT . Representa la relación entre el PVC_i^{KT} de la KT_i con relación al PVC_x^{Py} del Py_x . $LoV_i^{KT} = \frac{PVC_i^{KT}}{PVC_x^{Py}}$ • Sí, el $LoV_i^{KT} > 1$, indica que la KT_i contribuye a crear valor en el proyecto x. • Sí, el $LoV_i^{KT} \leq 1$, debe evaluarse si la KT_i contribuye en el PVC^{KT} de otra KT, en cuyo caso deben evaluarse de manera conjunta. En caso contrario esa KT_i no es requerida en el proyecto.
$\overline{LoV_i^{KT}}$	Relación entre los beneficios probables a recursos requeridos. Indica que tanto del valor planeado crear de una KT , probablemente se generara. Es un indicador de la factibilidad del uso de los productos a incorporar.
B_i^{KT}	Mejoras percibidas positivas por uno o más interesados, como consecuencia de la utilización que hacen de los resultados incorporados, a través de la KT_i . Estos son calculados, a través de la suma del Valor Presente de todos sus flujos.
B_x^{Py}	Suma de todos los beneficios identificados y medibles en el proyecto x . $\sum_{j=1}^m B_j^{KT}$
$\sum_{j=1}^m (B_j^{KT} * rTB_j^{KT})$	Es la suma de todos los beneficios probables que se pueden obtener a partir de la totalidad de las KT , de la KT_1 a la KT_m , identificadas a incorporar en un proyecto Py_x en particular. Valor esperado de beneficios $\mu(B_x^{Py}) = B_x^{Py} * rTB_x^{Py} = \sum_{j=1}^m (B_j^{KT} * rTB_j^{KT})$.
rTB_i^{KT}	Probabilidad $p(B_i^{KT TB})$ de generar beneficios a partir de los impactos de la KT_i .
rTB_x^{Py}	Probabilidad $p(B_x^{Py TB})$ de generar los beneficios planeados en el Py_x . $rTB_x^{Py} = \frac{\sum_{j=1}^m (B_j^{KT} * rTB_j^{KT})}{B_x^{Py}}$
R_i^{KT}	Los recursos se componen de los activos tangibles e intangibles que son requeridos para incorporar la KT_i . Normalmente, los recursos se expresan entre los de inversión en activos de capital CAPEX ($R_{KT_i}^I$) y los recurrentes para la sostenibilidad de las KT asociadas OPEX ($R_{KT_i}^O$), es decir $R_i^{KT} = R_{KT_i}^I + R_{KT_i}^O$. Estos se calculan, a través de la suma del Valor Presente de todos sus flujos. Deben incluirse aquí, los $R_{KT_i}^O$ asociados a dar sostenibilidad a la KT durante el periodo que entregue beneficios.
$R_x^{Py} = \sum_{k=1}^m R_k^{KT}$	Es la suma de todos los recursos requeridos $R_x^{Py} = \sum_{k=1}^m R_k^{KT} = \sum_{k=1}^m R_{KT_k}^I + \sum_{k=1}^m R_{KT_k}^O$, para incorporar todas las KT del proyecto x , desde la KT_1 y hasta la KT_m . Son los recursos totales del proyecto Py_x .
PVC_i^{KT}	Potencial valor por crear a partir de KT_i . Es igual a $PVC_i^{KT} = \frac{B_i^{KT}}{R_i^{KT}}$
PVC_x^{Py}	Potencial valor por crear del proyecto x . Es igual a $PVC_x^{Py} = \frac{B_x^{Py}}{R_x^{Py}}$

Fuente: Elaboración propia.

La Ecuación 8-5(a) indica que el nivel de captura de valor. $\overline{LoV_x^{Py}}$ de un proyecto x , Py_x , al interior de un portafolio de TI, PP_{TI} , es la relación entre el aporte de beneficios de esa Py_x en el portafolio, $(\Delta B_x^{PY} = B_x^{PY} / B_{TI}^{PP})$, con respecto al porcentaje de recursos del proyecto, que se requieren para la incorporación de la misma, $(\Delta R_x^{PY} = R_x^{PY} / R_{TI}^{PP})$, y afectado por el factor de maximización del valor del proyecto en el portafolio, $fDM_x^{Py} = \frac{pCV_x^{Py}}{pCV_{TI}^{PP}}$.

El fDM_x^{Py} representa la relación entre la probabilidad de generar valor con el proyecto, pCV_x^{Py} con respecto a la probabilidad de generar valor en el portafolio pCV_{TI}^{PP} . La probabilidad pCV_x^{Py} se calcula a partir de los factores de maximización del portafolio descritos en la sección 8.5.4 de este documento. Estos factores de maximización, están asociados con el potencial de creación de valor $LoCV_x^{Py}$, y la viabilidad en capturar dicho valor $LoFV_x^{Py}$, estos igualmente se explican en la sección mencionada.

A su vez, la probabilidad de generar valor en el portafolio se calcula como la relación entre los beneficios ponderados del proyecto al portafolio y la probabilidad de generar valor de cada proyecto, $pCV_{TI}^{PP} = \frac{\sum_{j=1}^m (B_j^{Py} * pCV_x^{Py})}{B_{TI}^{PP}}$.

Ecuación 8-5. Nivel de creación de valor de un proyecto en el portafolio de TI

$$\overline{LoV_x^{Py}} = \frac{\Delta B_x^{PY}}{\Delta R_x^{PY}} * \frac{pCV_x^{Py}}{pCV_{TI}^{PP}} \quad (a)$$

$$\overline{LoV_x^{Py}} = \frac{PVC_x^{Py}}{PVC_{TI}^{PP}} * fDM_x^{Py} \quad (b)$$

$$\overline{LoV_x^{Py}} = LoV_x^{Py} * fDM_x^{Py} \quad (c)$$

Fuente: Elaboración propia.

Los factores de la Ecuación 8-5 se describen en la Tabla 8-2.

Tabla 8-2. Factores para el cálculo del LoV de un proyecto en el portafolio.

Factor	Significado o cálculo
LoV_x^{Py}	Nivel de creación de valor del proyecto Py_x. Es la relación de beneficios planeados a recursos de un proyecto o programa x. Al igual que, es la contribución de valor de un Py_x con relación al PVC_{TI}^{PP} del portafolio de TI. $LoV_x^{Py} = \frac{PVC_x^{Py}}{PVC_{TI}^{PP}}$ • Sí, $LoV_x^{Py} > 1$, indica que el Py_x crea valor en el portafolio. • Si, $LoV_x^{Py} \leq 1$, debe evaluarse si el Py_x es requerido por algún requerimiento de ley, normativo o para mitigar algún riesgo de negocio. Al igual, si ese Py_x contribuye en la creación de valor de otro $Py_{\neq x}$. En cuyo caso, debe incluirse dicho alcance en el otro $Py_{\neq x}$, y evaluarlos de manera conjunta, aunque se requieran ejecutar por separado. En caso contrario ese Py_x no es requerido en el portafolio.
$\overline{LoV}_x^{Py}$	Nivel de captura de valor. Indica que tanto del PVC de Py_x , probablemente se generara. Es un indicador del nivel probable de captura de valor del proyecto x .
pCV_x^{Py}	Probabilidad $p(B_x^{Py_{cv}})$ de generar valor con el proyecto Py_x . Este factor se calcula a partir de los factores de maximización del portafolio D^+LoV . Y contempla tanto los elementos que contribuyen en la creación de valor $LoCV_x^{Py}$, tanto como la factibilidad de lograrlo $LoFV_x^{Py}$. Estos se definen en la sección 8.5.4 de este capítulo.
pCV_{TI}^{PP}	Probabilidad $p(B_{TI}^{PP_{cv}})$ de generar valor del portafolio. $pCV_{TI}^{PP} = \frac{\sum_{j=1}^m (B_j^{Py} * pCV_x^{Py})}{B_{TI}^{PP}}$
fDM_x^{Py}	Factor de maximización del valor del proyecto en el portafolio. $fDM_x^{Py} = \frac{pCV_x^{Py}}{pCV_{TI}^{PP}}$
R_{TI}^{PP}	Recursos requeridos asignar desde el portafolio para los programas, proyectos y otras actividades preseleccionadas, desde la Py_1 y hasta la Py_n . $R_{TI}^{PP} = \sum_{i=1}^n R_i^{Py}$
PVC_{TI}^{PP}	Potencial valor por crear del portafolio de proyectos de TI. $PVC_{TI}^{PP} = \frac{B_{TI}^{PP}}{R_{TI}^{PP}}$

Fuente: Elaboración propia.

Determinar el $ALoTI$ y $ALoVI$

La Ecuación 8-4 permite calcular el nivel de creación de valor LoV_i^{KT} de una KT_i en un proyecto Py_x . Este índice permite identificar la proporción de valor que se crea en una capacidad técnica PVC_i^{KT} con respecto al total a crear en el proyecto PVC_x^{PY} . De manera tal que, en un proyecto x se tendrá una clasificación o priorización, a partir del LoV_i^{KT} , de cada una de sus KT_i .

Para mayor ilustración en la Tabla 8-3 se presentan los datos de un proyecto de TI, en una compañía de petróleo en Colombia. Como se ilustra en este ejemplo, el proyecto identificó diez KT para la incorporación de los cambios e impactos requeridos para contribuir en objetivos estratégicos y organizacionales OE, a través de algunas capacidades de negocio KN . El estimado total de recursos requeridos eran de 10.494 KUSD¹¹⁵ y el potencial de beneficios de 21.156 KUSD.

La Tabla 8-3 presenta para cada una de las KT_i la probabilidad estimada de generar los beneficios planeados rTB_i^{KT} ; la identificación de esta probabilidad $p(B_i^{KT_{TB}})$ se realizó mediante juicio de expertos. Igualmente, en esta tabla se ilustra el aporte de beneficios ($\Delta B_i^{KT} = B_i^{KT} / B_x^{PY}$) de cada una de estas capacidades. Asimismo, se indica el porcentaje de recursos del proyecto que se requieren para la incorporación de las mismas ($\Delta R_i^{KT} = R_i^{KT} / R_x^{PY}$).

Tabla 8-3. Ejemplo 1, cálculo del LoV en proyecto de TI.

KT	R_i^{KT} (KUSD)	B_i^{KT} (KUSD)	rTB_i^{KT}	ΔR (KT)	ΔB (KT)	LoV_i^{KT}	PVC_i^{KT}	PVC_x^{PY}	ΔrTB (KT)	$\overline{LoV_i^{KT}}$
KT01	441	5.874	99%	4%	28%	6,61	13,32	2,02	1,24	8,22
KT02	981	2.220	76%	9%	10%	1,12	2,26	2,02	0,96	1,07
KT03	1.330	1.016	57%	13%	5%	0,38	0,76	2,02	0,72	0,27
KT04	396	490	96%	4%	2%	0,61	1,24	2,02	1,21	0,74
KT05	2.254	6.299	62%	21%	30%	1,39	2,79	2,02	0,78	1,08
KT06	775	774	93%	7%	4%	0,50	1,00	2,02	1,17	0,58
KT07	568	384	78%	5%	2%	0,34	0,68	2,02	0,98	0,33
KT08	849	738	53%	8%	3%	0,43	0,87	2,02	0,67	0,29
KT09	538	441	50%	5%	2%	0,41	0,82	2,02	0,63	0,26
KT10	2.362	2.920	94%	23%	14%	0,61	1,24	2,02	1,18	0,72
R_x^{PY}	10.494									
	B_x^{PY}	21.156								
		rTB_x^{PY}	80%							

Fuente: Elaboración propia a partir del proyecto de TI x de la compañía COL en el año 2016.

¹¹⁵ KUSD: Miles de dólares.

Ahora bien, aplicando las formulas de la Ecuación 8-4, para cada uno de estos datos, se llega a las siguientes cuatro importantes observaciones. Las cuáles conllevan a determinar el ALoTI y el rango en el cual entregan valor $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$.

1. El potencial de valor a crear estimado del proyecto $PVC_x^{Py} = B_{TI}^{PP} / R_{TI}^{PP}$, es decir sin afectarlo por la probabilidad $p(B_x^{PyTB})$, es 2,02. Esto indica que, por cada recurso que se asigne al proyecto, este tiene el potencial de generar beneficios de hasta 2,02 veces.
2. La probabilidad de generar ese plan de beneficios es del 80%, $rTB_x^{Py} = \frac{\sum_{j=1}^m (B_j^{KT} * rTB_i^{KT})}{B_x^{Py}}$. Es

decir, el PVC_x^{Py} más probable es 1,6, que resulta de multiplicar $rTB_x^{Py} * PVC_x^{Py}$. Esto significa que el potencial de valor del proyecto estará en el rango entre el valor planeado 2,02 veces y el más probable 1,6 veces los recursos que se asignen. Con lo cual se puede conceptuar que, durante la generación de valor es altamente probable que de aquí la empresa capture al menos el 80% del potencial identificado.

Adicionalmente, esta probabilidad a nivel del proyecto permite observar que aquellas KT con probabilidad inferior, $p(B_i^{KT_{TB}}) < p(B_x^{PyTB})$, requerirán mayor esfuerzo en la gestión de beneficios y necesariamente en la gestión de sus grupos de interés asociados.

La relación entre estas probabilidades se presenta en la columna $\Delta rTB(KT)$. Ahí se muestra que aquellas KT en donde la $p(B_i^{KT_{TB}}) > p(B_x^{PyTB})$, el nivel de creación de valor más probable será mayor $\overline{LoV_i^{KT}} > LoV_i^{KT}$. Por lo tanto, si el aporte en creación de esas KT es $LoV_i^{KT} > 1$, no solo estas conforman el conjunto de KT asociadas al ALoTI, sino que, en la ejecución del proyecto, debe mantenerse foco en ellas y atención desde la gestión de valor y de grupo de interés, para evitar deficiencias en su materialización, o que, en un control de cambios se modifiquen o supriman del alcance.

3. El nivel de creación de valor $LoV_i^{KT} \geq 1$ muestra las KT que agregan valor y contribuyen en el proyecto $PVC_i^{KT} \geq PVC_x^{Py}$. Por ende, estas KT_i hacen parte del ALoTI del proyecto.
4. El nivel de creación de valor $LoV_i^{KT} < 1$, señala aquellas KT que contribuyen en un grado menor a la totalidad del PVC_x^{Py} del proyecto x . Es decir, donde el aporte de valor de la KT_i es menor al total a crear en el proyecto $PVC_i^{KT} < PVC_x^{Py}$. En ese orden de ideas, aquellas KT_i con $LoV_i^{KT} < 1$, deben evaluarse adicionalmente según el PVC_i^{KT} .

- i. Sí, $LoV_i^{KT} < 1$ y $PVC_i^{KT} \geq 1$ y $\Delta rTB_i^{KT} \geq 1$, esas KT_i generan beneficios a partir de los recursos que se le asignen y tienen mayor probabilidad de capturar valor. Y, que, aunque no incrementen el potencial de valor a crear del proyecto PVC_x^{Py} , al incluirse en el ALoTI no destruyen valor.
- ii. Sí, $LoV_i^{KT} < 1$ y $PVC_i^{KT} \geq 1$ y $\Delta rTB_i^{KT} < 1$, esas KT_i generan beneficios a partir de los recursos que se le asignen. Sin embargo, el factor $\Delta rTB_i^{KT} < 1$ indica que el $\overline{LoV_i^{KT}} < LoV_i^{KT}$ y $\overline{LoV_i^{KT}} \ll 1$. Por lo tanto, esas KT_i destruyen valor en el proyecto y no deben incluirse en el ALoTI.
- iii. Sí, $LoV_i^{KT} < 1$ y $PVC_i^{KT} < 1$, esas KT_i no deben incluirse en el alcance del proyecto x , y por lo tanto, deben excluirse del ALoTI.

En síntesis, el resultado del anterior ejemplo permite identificar que las KT_i que contribuyen en el potencial de valor del proyecto o que no destruyen el valor a crear, son las que cumplen las condiciones de la Ecuación 8-6 (a) y (b).

Ecuación 8-6. Evaluación de las KT a incluir en el ALoTI.

$$(a) \quad KT_i \in ALoTI \leftrightarrow$$

$$(LoV_i^{KT} \geq 1) \vee ((LoV_i^{KT} < 1) \wedge (PVC_i^{KT} \geq 1) \wedge (\Delta rTB_i^{KT} \geq 1))$$

$$(b) \quad KT_i \notin ALoTI \leftrightarrow$$

$$((LoV_i^{KT} < 1) \wedge (PVC_i^{KT} < 1)) \vee ((LoV_i^{KT} < 1) \wedge (PVC_i^{KT} \geq 1) \wedge (\Delta rTB_i^{KT} < 1))$$

Fuente: Elaboración propia

Retomando el ejemplo de la Tabla 8-3, se puede decir que las KT_i que hacen parte del nivel apropiado de tecnología a incorporar, $ALoTI$, son KT_1 , KT_2 , KT_4 , KT_5 , KT_6 y KT_{10} . En línea con esto, en la Figura 8-19 (a) y (b) se graficaron los diferentes conceptos tratados en este numeral, organizando las capacidades KT de acuerdo con la prioridad obtenida a partir del LoV_i^{KT} .

La Figura 8-19(a) señala la relación entre el acumulado de recursos requerido por cada una de las KT_i , desde la de mayor LoV_i^{KT} hasta la menor. Por su parte, la Figura 8-19 (b) presenta dicha relación, según la cantidad de KT_i en el eje de las X. Es así como, se puede deducir que:

1. Las $KT_i \in ALoTI$, KT_1 , KT_2 , KT_4 , KT_5 , KT_6 y KT_{10} , se encuentran en el rango $[ALoTI_{\min}, ALoTI_{\max}]$.
2. Existe una KT_i , desde la cual se inicia la captura de valor, es decir el $ALoTI_{\min}$. Esta KT_i es la de mayor LoV_i^{KT} . En otras palabras, el $ALoTI_{\min}$ es igual a:

$$ALoTI_{\min} = \underset{KT_i \in [ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]}{argm\acute{a}x} LoV_i^{KT}$$

3. Las KT_i cuyo $LoV_i^{KT} \geq 1$, son aquellas cuyo grado de contribución al valor es mayor o igual al del proyecto $PVC_i^{KT} \geq PVC_x^{Py}$. Con lo cual se puede decir que, el $ALoTI_{opt}$ óptimo es el conformado por dicho conjunto de KT .

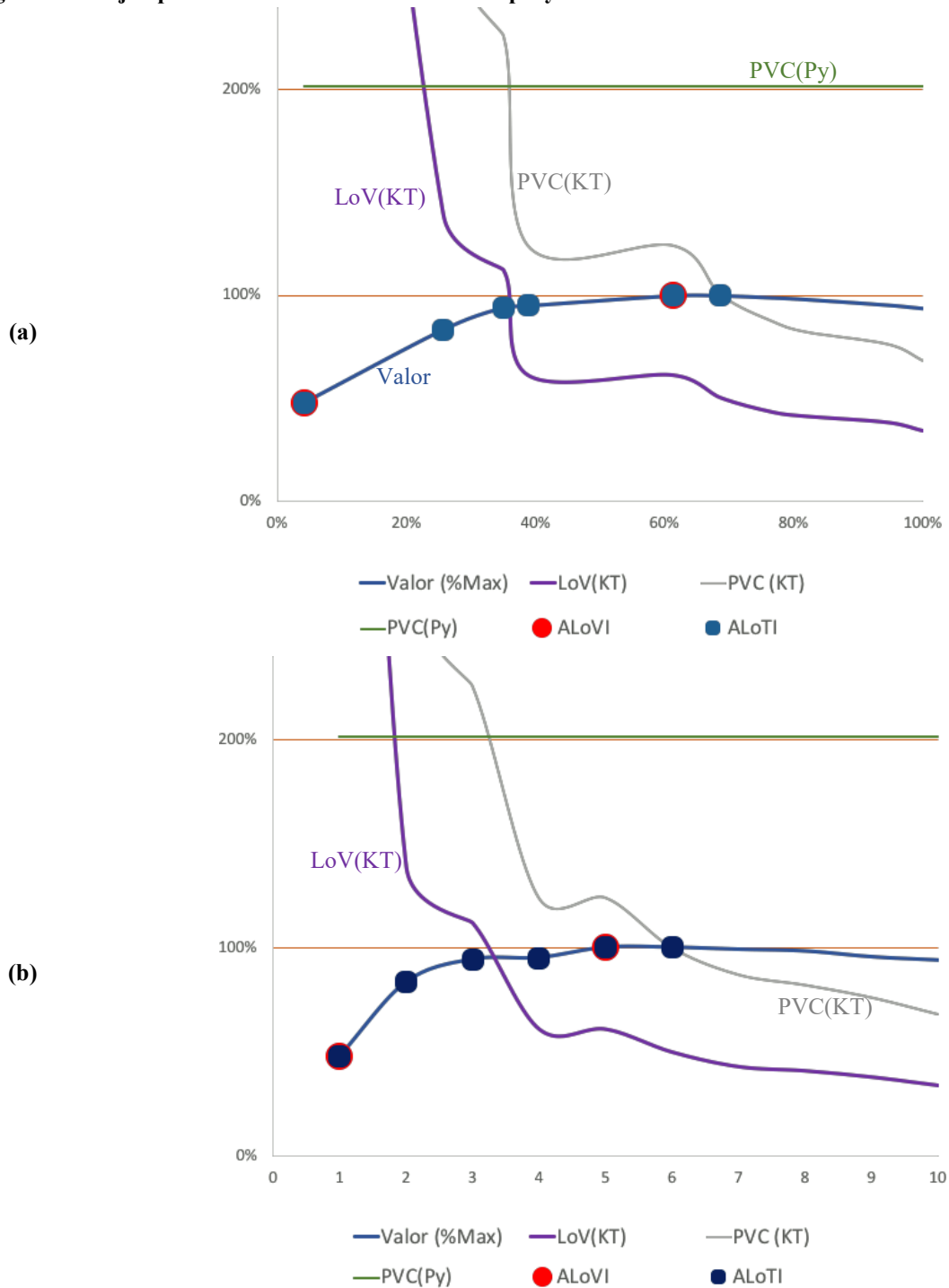
$$ALoTI_{opt} \rightarrow \{KT_i \mid LoV_i^{KT} \geq 1\}.$$

En el ejemplo de la Tabla 8-3, son las KT_1 , KT_5 y KT_2 . En ese orden crean valor respectivamente. Las otras capacidades tecnológicas KT_4 , KT_6 y KT_{10} , aunque su $PVC_i^{KT} \geq 1$, es inferior al PVC_x^{Py} , por lo cual no hacen parte del conjunto óptimo.

4. Todas las KT_i que pertenecen al rango $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$ conforman el $ALoTI_{\max}$. Es decir, el $ALoTI_{\max} \mid \forall KT_i \in [ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$.
5. El valor creado por las capacidades, funcionalidades o características que conforman el $ALoTI_{\min}$ representa el $ALoVI_{\min}$, siempre y cuando sea mayor que cero (0). Es decir, $ALoVI_{\min} = \sum_i^n (B_i^{KT} - R_i^{KT}) \geq 0 \mid KT_i \in ALoTI_{\min}$.
6. El $ALoVI_{\max}$ es cuando la diferencia de recursos a beneficios de cada una de las KT_i es la mayor y positiva. $ALoVI_{\max} = \sum_i^n (B_i^{KT} - R_i^{KT}) > 0 \mid KT_i \in ALoTI_{\max}$; donde $i=1, \dots, n$.

Por otra parte, en la Tabla 8-4 y Figura 8-20 se ilustra un segundo ejemplo. En este es interesante observar la agregación de valor y aporte del nivel de creación de valor LoV_i^{KT} , así como del cálculo del nivel apropiado de capacidades tecnológicas a incorporar, $ALoTI$ y del $ALoVI$.

Figura 8-19. Ejemplo 1. Identificación del ALoTI en proyectos de TI.



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 8-4 se encuentra organizada según el LoV_i^{KT} , de mayor a menor. Se observa de la tabla y figura en mención, que el $PVC_x^{Py} = 0,97$, es decir el proyecto por cada recurso que se asigna devuelve en beneficios, solo el 97%, en otras palabras, no crea valor.

Tabla 8-4. Ejemplo 2, cálculo del LoV en proyecto de TI.

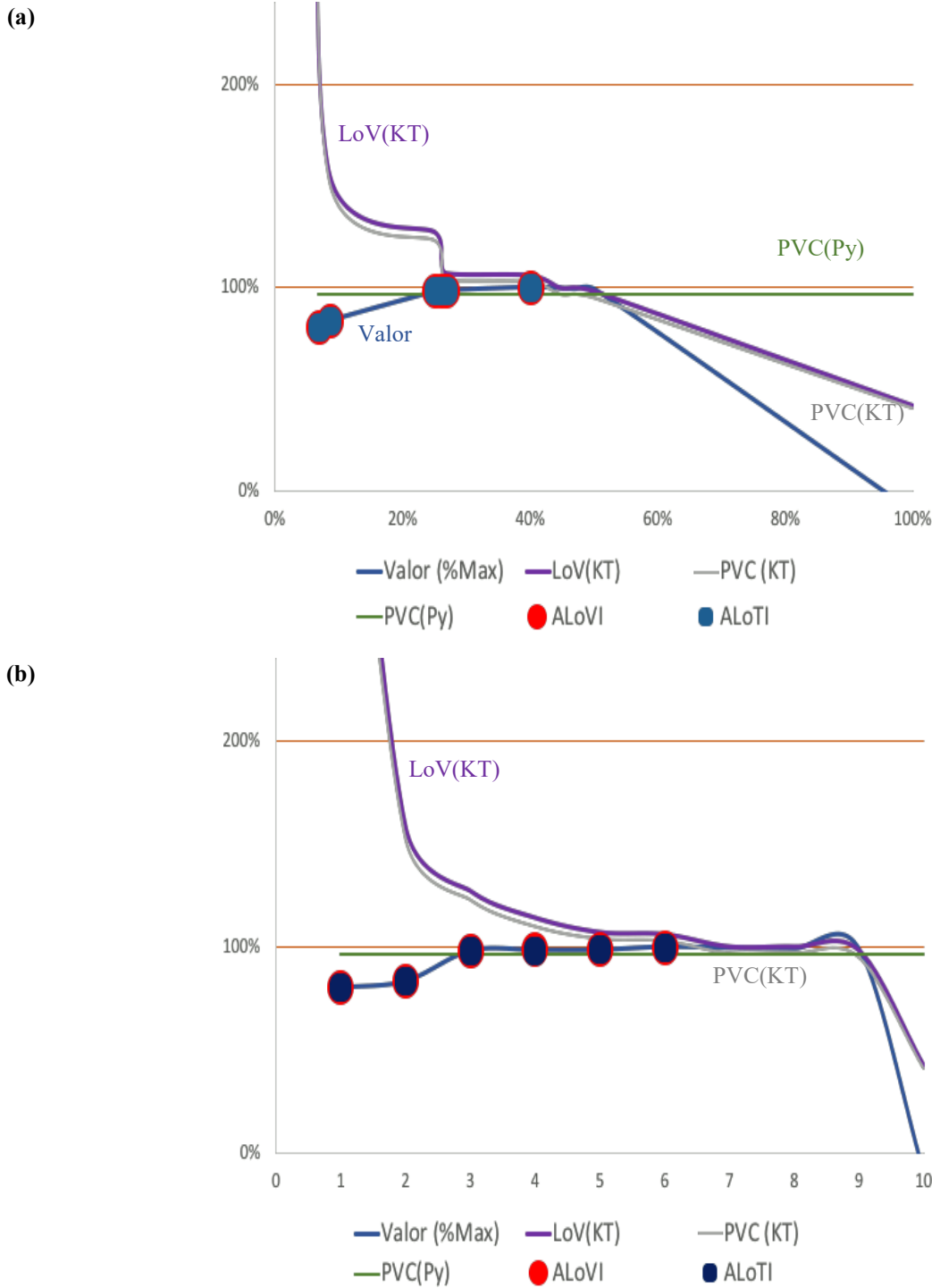
KT	R_i^{KT} (KUSD)	B_i^{KT} (KUSD)	rTB_i^{KT}	ΔR (KT)	ΔB (KT)	LoV_i^{KT}	PVC_i^{KT}	PVC_x^{Py}	ΔrTB (KT)	$\overline{LoV_i^{KT}}$
KT10	1.181	4.893	85%	7%	29%	4,28	4,14	0,97	1,04	4,45
KT04	280	428	70%	2%	3%	1,58	1,53	0,97	0,86	1,35
KT08	2.912	3.592	79%	17%	21%	1,27	1,23	0,97	0,97	1,23
KT01	163	180	79%	1%	1%	1,14	1,10	0,97	0,97	1,10
KT09	142	147	88%	1%	1%	1,07	1,04	0,97	1,08	1,15
KT03	2.295	2.361	56%	13%	14%	1,06	1,03	0,97	0,69	0,73
KT05	789	766	61%	5%	5%	1,00	0,97	0,97	0,75	0,75
KT06	442	430	89%	3%	3%	1,00	0,97	0,97	1,09	1,09
KT07	530	503	92%	3%	3%	0,98	0,95	0,97	1,13	1,10
KT02	8.658	3.555	100%	50%	21%	0,42	0,41	0,97	1,23	0,52
R_x^{Py}	17.392	16.855								
B_x^{Py}										
rTB_x^{Py}										
			79%							

Fuente: Elaboración propia a partir del proyecto de TI x de la compañía COL en el año 2016.

No obstante, la condición del proyecto $PVC_x^{Py} \leq 1$ identifica que las KT_i hasta el punto del $ALoVI_{máx}$ si contribuyen en la creación de valor. Por lo tanto, si el alcance del proyecto SoW_x se acota a implementar el conjunto de KT_i que se encuentra dentro del rango de creación de valor $[ALoVI_{mín}, ALoVI_{máx}]$, el $PVC_x^{Py} \geq 1$.

De acuerdo con los datos del ejemplo 2 al acotar el alcance del proyecto SoW_x a las KT_i dentro del rango $[ALoVI_{mín}, ALoVI_{máx}]$, el $PVC_x^{Py} = 1,66$. Es decir, si el SoW_x se limita al conjunto $\{KT_{10}, KT_4, KT_8, KT_1, KT_9, KT_3\}$, el proyecto que no tenía potencial de valor $PVC_x^{Py} = 0,97$ se transforma en uno que contribuye a los objetivos de la organización y adicionalmente genera valor $PVC_x^{Py} = 1,66$. Esto se puede observar gráficamente en la Figura 8-20 (b), al analizar el comportamiento de la curva del LoV_i^{KT} , desde la primera capacidad (KT_{10}) y el punto en donde desciende por debajo del 100%, es decir, entre el nivel 6 y 7.

Figura 8-20. Ejemplo 2. Identificación del ALoTI en proyectos de TI.



Fuente: Elaboración propia.

8.5.4 Diamante de maximización del valor a crear - D^+LoV

El diamante de maximización en la selección del portafolio, enseñado en la Figura 8-21, indica que se puede incrementar la probabilidad de generar valor del proyecto (pCV_x^{Py}), mediante el balance de los siguientes cuatro factores. El uso óptimo de los recursos ($LoRU_x^{Py}$) y la viabilidad del logro de los objetivos estratégicos y organizacionales ($LoOE_x^{Py}$), que contribuyen en la creación de valor ($LoCV_x^{Py}$). A su vez, la factibilidad de la tecnología en la organización ($LoFT_x^{Py}$) y la gestión de la perspectiva de las partes interesadas ($LoSM_x^{Py}$), que incrementan la factibilidad de crear y materializar el valor ($LoFV_x^{Py}$).

Figura 8-21. Diamante de maximización del valor a crear - D^+LoV .



Fuente: Elaboración propia.

1. Uso óptimo de los recursos de la organización ($LoRU_x^{Py}$). La incorporación del alcance del proyecto requiere la asignación de recursos financieros, al igual que físicos, técnicos, personas y organizacionales. De este conjunto de recursos los financieros, normalmente, una vez

definidos son asignados. Sin embargo, en muchos casos los físicos, técnicos, organizacionales y las personas para la ejecución de los proyectos no se encuentran disponibles o existen restricciones para acceder a ellos o no se cuenta con la calidad requerida.

Es así como, en la priorización de los proyectos deben preferirse aquellos cuya disponibilidad de recursos críticos para la ejecución sea mayor (rRC_x^{Py}). Al igual que aquellos en donde se maximice el potencial de valor a crear (PVC_x^{Py}).

2. Viabilidad de logro de los objetivos estratégicos y organizacionales ($LoOE_x^{Py}$). Cada iniciativa en el banco de potenciales proyectos debe contribuir con algún propósito de la empresa, en ese orden de ideas, existirán proyectos con mayor aporte a los objetivos de mayor relevancia, respecto de otros. Por ende, en la PPS debe asignarse una priorización mayor a aquellos proyectos con mayor alineación (rAE_x^{Py}) y con mayor aporte a la materialización de los mismos (rME_x^{Py}). Al igual que deben preferirse proyectos que aporten en la mitigación o disminución de los riesgos estratégicos y organizacionales (rRO_x^{Py}).
 3. Factibilidad de la tecnología en la organización ($LoFT_x^{Py}$). Las capacidades tecnológicas y sus funcionalidades asociadas implican retos técnicos en su incorporación, al igual que en su uso. Desde la viabilidad técnica, debe evaluarse el nivel de complejidad (rTI_x^{Py})¹¹⁶ de la tecnología, las integraciones, interconexiones y migraciones asociadas a su incorporación, así como la compatibilidad con las tecnologías existentes y futuras. En complemento al nivel de complejidad, o su complemento el nivel simplicidad (rSI_x^{Py}), debe considerarse la profundidad o nivel de definición del alcance que se logre en la planeación del proyecto (rDP_x^{Py}). Esto teniendo en cuenta que en la medida que la planeación del proyecto tenga un grado alto de definición del alcance, se identificarán los escenarios de riesgo y complejidad asociados a la implementación. Y, en esa línea se logrará en la ejecución, incrementar la viabilidad técnica de despliegue de las tecnologías del proyecto.
- A su vez, la factibilidad del uso está asociada a la generación de beneficios desde las capacidades tecnológicas (rTB_x^{Py}), tanto como al grado de madurez de los procesos impactados con las TI (rMP_x^{Py}).

¹¹⁶ rTI_x^{Py} es el nivel de complejidad en la implementación de las TI de un proyecto.

4. Gestión de la perspectiva de las partes interesadas ($LoSM_x^{Py}$). La viabilidad para capturar valor está sujeta a que los clientes y usuarios identifiquen, utilicen y reconozcan los impactos positivos derivados de las capacidades incorporadas. Por lo tanto, aquellos proyectos en los cuáles la gestión de estas partes interesadas se encuentre mejor definidas (rSH_x^{Py}) y dispongan de los mecanismos para lograr el reconocimiento del valor, deberán ser preferidos.

Por otra parte, una misma parte interesada puede tener expectativas en los impactos incorporados desde más de una capacidad y desde más de un proyecto. En este caso, deben evaluarse los impactos, sinergias e interdependencias, identificando oportunidades para optimizar la asignación de recursos o para incrementar el valor a capturar por la empresa.

Adicionalmente, al gestionar la perspectiva de los grupos de interés se puede identificar, tanto los mecanismos para medir dichos impactos KVI, como la viabilidad asociada a creación de valor a partir de los impactos y cambios asociados a cada una de las capacidades tecnológicas que se incorporen (rAV_x^{Py}). De manera que se puede asignar una priorización mayor a los proyectos con mayor viabilidad en el aprovechamiento de los beneficios generados.

Probabilidad de generar valor con el proyecto

La maximización del potencial de valor identificado en la planeación de los proyectos es el principal propósito del modelo P3S-VB. Para lograr este fin, el diamante de maximización, basado el proceso de jerarquía analítica, o *Analytic Hierarchy Process* AHP (Archer & Ghasemzadeh, 1999), calcula la probabilidad de generar valor en los proyectos de TI, partiendo de la contribución en la creación de valor y contrastándolo contra la factibilidad de materializar dichas expectativas.

La probabilidad de generar valor con el proyecto pCV_x^{Py} se calcula a partir de los factores de maximización del portafolio. Y contempla tanto los elementos que contribuyen en la creación de valor $LoCV_x^{Py}$, tanto como la factibilidad para lograrlo $LoFV_x^{Py}$.

La valoración de la contribución a la creación de valor se realiza, aplicando la metodología AHP, a partir de los diferentes factores descritos en la Tabla 8-5, cuya estimación se realiza por parte de la dirección del portafolio en coordinación con las áreas de negocio y los responsables por la orientación estratégica en la empresa. Lo equivalente se realiza, a partir de las variables de la Tabla 8-6, para presupuestar la factibilidad asociada a la materialización y creación del valor planeado.

Tabla 8-5. Factores de contribución a la creación de valor.

Maximización de la contribución a la creación de valor - $LoCV_x^{Py}$	Factor	Definición o significado en el modelo
Viabilidad del logro de los objetivos estratégicos y organizacionales $LoOE_x^{Py}$	rAE_x^{Py}	Nivel de alineación con la orientación estratégica del Py_x .
	rME_x^{Py}	Probabilidad $p(B_x^{PyME})$ asociada al aporte del Py_x en la materialización de la empresa.
	rRO_x^{Py}	Nivel de contribución del Py_x a la disminución de riesgos organizacionales.
Uso óptimo de los recursos de la organización $LoRU_x^{Py}$	rRC_x^{Py}	Disponibilidad y calidad de los recursos críticos para la ejecución del Py_x .
	PVC_x^{Py}	Potencial de valor a crear del Py_x .

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien y como se deduce de la definición y valoración de cada uno de los factores relacionados en la Tabla 8-5 y en la Tabla 8-6, se requiere definir el peso específico, con relación a las variables de maximización a las que pertenecen. Para lograr este objetivo se utiliza la metodología AHP y se usa la técnica de matriz de priorización de criterios (Angelou & Economides, 2008; Archer & Ghasemzadeh, 1999).

En términos prácticos, la matriz de priorización de criterios es una herramienta en la que una serie de criterios se relacionan y se confrontan entre sí. La idea es obtener información sobre el valor de dichos criterios para definir cuáles son los que revisten mayor importancia y qué peso específico tienen cada una de ellas con relación a las demás (Angelou & Economides, 2008; Stewart, 2010). La herramienta se utiliza así:

1. Se ubican los diferentes criterios tanto en las filas como en las columnas de una tabla o matriz.
2. Se compara uno a uno los criterios a contrastar por más de un evaluador. Preferiblemente debe realizarse esta evaluación de manera independiente y autónoma por más de siete (7) personas con perfiles, influencia, poder e intereses diferentes en los proyectos y en el portafolio.

Tabla 8-6. Factores de factibilidad de crear o materializar el valor.

Maximización de la factibilidad de crear el valor - $LoFV_x^{Py}$	Factor	Definición o significado en el modelo
Factibilidad de la tecnología en la organización $LoFT_x^{Py}$	rSI_x^{Py}	Nivel de simplicidad ¹¹⁷ en la incorporación de las tecnologías del alcance del Py_x .
	rTB_x^{Py}	Probabilidad $p(B_x^{PyTB})$ del uso de la tecnología y generación de beneficios en el Py_x .
	rMP_x^{Py}	Nivel de madurez de los procesos impactados los resultados y productos del Py_x .
	rDP_x^{Py}	Nivel de planeación o definición del potencial Py_x .
Gestión de la perspectiva de las partes interesadas $LoSM_x^{Py}$	rSH_x^{Py}	Nivel de definición de la gestión de los grupos de interés del Py_x .
	rAV_x^{Py}	Probabilidad $p(B_x^{PyAV})$ del aprovechamiento y captura de valor en el Py_x .

Fuente: Elaboración propia.

3. Se ponderan los distintos criterios, confrontándolos con los demás. Para ello, y partiendo del eje vertical, se compara el primer criterio con los restantes, asignando el puntaje más apropiado.

En el modelo P3S-VB se definió, en conjunto con los expertos, líderes del portafolio y áreas de negocio de la compañía en la cual se realizó la validación, los siguientes puntajes. Esto, para orientar a los evaluadores, según los criterios, percepciones y valoración cualitativa y cuantitativa aplicable en cada comparación:

- i. Un (1) punto, si el criterio A (eje vertical) en comparación con el B (eje horizontal) tiene mucho menos impacto, en los propósitos de evaluación de la variable que los agrupa.
- ii. Tres (3) puntos, si el criterio A en comparación con el B tiene menor impacto.
- iii. Cinco (5) puntos, si el criterio A en comparación con el B tienen un impacto equivalente.

¹¹⁷ Nivel de simplicidad, como complemento del nivel de complejidad asociado a la incorporación de las TI. Se utiliza en el modelo de priorización el nivel de simplicidad, $rSI_x^{Py} = 1 - rTI_x^{Py}$. Donde rTI_x^{Py} es el nivel de complejidad en la implementación de las TI de un proyecto. La complejidad incluye la compatibilidad, integración, interconexión y migración de las TI involucradas.

- iv. Siete (7) puntos, si el criterio A en comparación con el B, tiene mayor impacto.
- v. Diez (10) puntos, si el criterio A en comparación con el B, tiene mucho mayor impacto.

Nota: El puntaje definitivo de cada casilla, debe corresponder a la suma de los puntajes asignados por todos los evaluadores.

- 4. Se suman cada uno de los puntajes de cada uno de los ejes horizontales. Con ello se obtienen los subtotales de cada criterio vertical.
- 5. Se totalizan todos los subtotales verticales. Aquí, se obtiene el puntaje total de todos los criterios.
- 6. Se calcula el peso específico de cada criterio, como la relación entre el subtotal y el puntaje total de todos los criterios.

A continuación, utilizando como ejemplo la estimación de estos factores en la compañía COL¹¹⁸, se explica el procedimiento de estimación de la probabilidad de generar valor con el proyecto pCV_x^{Py} . Este indicador se utiliza en la priorización y selección de los proyectos del portafolio de TI, según el modelo P3S-VB.

La estimación de los datos consignados en las siguientes tablas se realizó en la aplicación del modelo P3S-VB, y en particular el diamante de maximización del potencial de valor en la PPS de TI – D⁺LoV, durante la selección de los proyectos de la compañía de petróleo COL, para la definición del portafolio de TI 2.016 - 2.018.

La Tabla 8-7 ilustra la aplicación de la matriz de priorización de criterios para determinar la contribución estimada de cada uno de los factores de la Tabla 8-5, en la estimación de la viabilidad del logro de los objetivos estratégicos y organizacionales, $LoOE_x^{Py}$.

La matriz para determinar la contribución de cada uno de los factores agrupados en la variable $LoRU_x^{Py}$, uso óptimo de los recursos de la organización, se puede observar en la Tabla 8-8.

La Tabla 8-9 ilustra la identificación del peso específico de cada uno de los factores que conforman variable factibilidad de la tecnología en la organización $LoFT_x^{Py}$.

¹¹⁸ Compañía de la industria del petróleo en Colombia, en donde se realizó la validación y aplicación del modelo P3S-VB.

Tabla 8-7. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.

	Viabilidad del logro de los objetivos estratégicos y organizacionales - $LoOE_x^{Py}$				
	rAE_x^{Py}	rME_x^{Py}	rRO_x^{Py}	Subtotal	Ponderado en $LoOE_x^{Py}$
rAE_x^{Py}		58	45	103	43%
rME_x^{Py}	40		45	85	36%
rRO_x^{Py}	27	23		50	21%
Total				238	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del modelo P3S-VB en la compañía COL, año 2.016.

Tabla 8-8. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.

	Uso óptimo de los recursos de la organización $LoRU_x^{Py}$			
	rRC_x^{Py}	PVC_x^{Py}	Subtotal	Ponderado en $LoRU_x^{Py}$
rRC_x^{Py}		35	35	38%
PVC_x^{Py}	58		58	62%
Total			93	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del modelo P3S-VB en la compañía COL, año 2.016.

Tabla 8-9. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.

	Factibilidad de la tecnología en la organización					
	$LoFT_x^{Py}$					
	rTI_x^{Py}	rTB_x^{Py}	rMP_x^{Py}	rDP_x^{Py}	Subtotal	Ponderado en $LoFT_x^{Py}$
rTI_x^{Py}		29	45	52	126	32%
rTB_x^{Py}	27		29	50	106	27%
rMP_x^{Py}	23	27		45	95	24%
rDP_x^{Py}	23	21	23		67	17%
Total					394	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del modelo P3S-VB en la compañía COL, año 2.016.

Asimismo, la Tabla 8-10 presenta el cálculo de los factores de ponderación de cada uno de los elementos que contribuyen en la variable gestión de la perspectiva de las partes interesadas $LoSM_x^{Py}$.

Tabla 8-10. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.

	Gestión de las partes interesadas $LoSM_x^{Py}$			
	rSH_x^{Py}	rAV_x^{Py}	Subtotal	Ponderado en $LoSM_x^{Py}$
rSH_x^{Py}		45	45	64%
rAV_x^{Py}	25		25	36%
Total			70	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del modelo P3S-VB en la compañía COL, año 2.016.

Ahora en la Tabla 8-11 se determina la distribución de pesos, para estimar la contribución a la creación de valor $LoCV_x^{Py}$ de un proyecto de Ti en particular.

Tabla 8-11. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.

	Contribución a la creación de valor $LoCV_x^{Py}$			
	$LoOE_x^{Py}$	$LoRU_x^{Py}$	Subtotal	Ponderado en $LoCV_x^{Py}$
$LoOE_x^{Py}$		47	47	45%
$LoRU_x^{Py}$	58		58	55%
Total			105	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del modelo P3S-VB en la compañía COL, año 2.016.

De manera análoga a lo anterior, la Tabla 8-12 presenta la ponderación entre los factores para presupuestar la factibilidad de crear o materializar el valor $LoFV_x^{Py}$.

Tabla 8-12. Matriz de priorización de los factores de la variable maximización.

	Factibilidad de crear el valor – $LoFV_x^{Py}$			
	$LoFT_x^{Py}$	$LoSM_x^{Py}$	Subtotal	Ponderado en $LoFV_x^{Py}$
$LoFT_x^{Py}$		58	58	59%
$LoSM_x^{Py}$	40		40	41%
Total			98	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del modelo P3S-VB en la compañía COL, año 2.016.

Y, por último, la probabilidad de generar valor con el proyecto pCV_x^{Py} se calcula a partir de los factores de maximización del portafolio D^+LoV , ver Tabla 8-13. Y contempla el conjunto de criterios, restricciones e indicadores que contribuyan en la creación de valor $LoCV_x^{Py}$. Al igual que, incluye la factibilidad asociada a la creación y materialización del valor planeado en el proyecto $LoFV_x^{Py}$.

Tabla 8-13. Probabilidad de generar valor con el proyecto.

	Probabilidad de generar valor con el proyecto pCV_x^{Py}			
	$LoCV_x^{Py}$	$LoFV_x^{Py}$	Subtotal	Ponderado en $LoFV_x^{Py}$
$LoCV_x^{Py}$		58	58	59%
$LoFV_x^{Py}$	40		40	41%
Total			98	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del modelo P3S-VB en la compañía COL, año 2.016.

Lo resultados mostrados en la Tabla 8-13 permiten decir que, para este caso en particular, los evaluadores y tomadores de decisión del portafolio TI 2.016 -2.018 en la compañía COL, consideran que la influencia de la contribución en la creación de valor de un proyecto tiene un mayor peso (59%) en las posibilidades de generar el valor.

Matriz de clasificación del potencial de generación de valor de los proyectos

En el modelo P3S-VB, la probabilidad de generar valor con el proyecto, pCV_x^{Py} , se utiliza como apoyo en la priorización y selección de los proyectos del portafolio de TI. Los factores que componen este indicador se utilizan para clasificar las iniciativas, según su nivel de contribución en la creación de valor, $LoCV_x^{Py}$, y de acuerdo con la factibilidad asociada a la creación y materialización del valor planeado en el proyecto, $LoFV_x^{Py}$.

La Figura 8-22 señala la matriz de clasificación según los factores arriba descritos. Ahí se puede observar que, en línea con los fines del diamante de maximización del potencial de valor a crear, los proyectos se pueden priorizar según su clasificación en la matriz, o según el nivel de creación de valor, LoV_x^{Py} , o dependiendo del nivel de captura de valor, $\overline{LoV_x^{Py}}$:

1. Los proyectos que contribuyen en mayor medida a la organización serán aquellos que, no solo tengan un mejor balance entre el uso óptimo de los recursos de la empresa, alineación y contribución a la materialización de la orientación estratégica, sino que, adicionalmente, representen menor riesgo en su implementación, factibilidad del uso de las tecnologías incorporadas y mayor captura del valor, $\overline{LoV_x^{Py}}$.

En otras palabras, los proyectos que se clasifiquen en el cuadrante uno de la Figura 8-22 tendrán prioridad en la selección del portafolio, porque son los que tienen mayor potencial de generar valor.

2. El siguiente grupo de proyectos en prioridad para ser seleccionados en el portafolio, pueden ser los clasificados en el cuadrante dos o en el cuadrante tres. La prioridad de un cuadrante con respecto al otro está sujeta a la aversión al riesgo de los tomadores de decisión del portafolio y de la organización.

Retomando el ejemplo utilizado para el cálculo de la probabilidad de generar valor con el proyecto, pCV_x^{Py} , se puede decir que, en el caso aplicado, los tomadores de decisión se inclinaron en mayor grado por la contribución de los proyectos a la creación del valor, versus el riesgo o factibilidad asociada a materializarlo.

Debe observarse que el indicador de priorización pCV_x^{Py} permite discriminar aquellos proyectos con mayor probabilidad de generar valor entre los pertenecientes al cuadrante 2 con

respecto al 3, o viceversa. Sin embargo, la priorización de los proyectos de un cuadrante con respecto al otro, en contraposición a clasificarlos directamente con el LoV_x^{Py} o $\overline{LoV_x^{Py}}$ es optativo de los tomadores de decisión en la selección del portafolio.

Figura 8-22. Matriz de clasificación de los proyectos del portafolio.



Fuente: Elaboración propia.

Debe tenerse en consideración que estos indicadores están relacionados por intermedio del factor maximización de valor, fDM_x^{Py} , del proyecto en el portafolio, $\overline{LoV_x^{Py}} = LoV_x^{Py} * fDM_x^{Py}$. En consecuencia, si la decisión es seleccionar los proyectos a partir de la matriz de clasificación del potencial de generación de valor D^+LoV de los proyectos, debe usarse en la decisión, preferentemente, el indicador $\overline{LoV_x^{Py}}$.

3. Los proyectos clasificados en el cuadrante cuatro, aunque puede ser que, su potencial de creación de valor sea favorable ($PVC_x^{Py} > 1$), no necesariamente la probabilidad de contribución en la creación de valor $LoCV_x^{Py}$ sea la mejor. Asimismo, un proyecto clasificado en este cuadrante representa un alto riesgo para el portafolio, teniendo en cuenta la menor factibilidad de materializar y crear valor $LoFV_x^{Py}$.

Los proyectos clasificados en este segmento deben evaluarse uno a uno, no solo en razón a su potencial de valor a crear, sino en consideración al riesgo inherente a su implementación.

Para finalizar, debe indicarse que, los cuatro factores de maximización, en conjunto con la matriz de clasificación del potencial de generación de valor, permiten realizar análisis adicionales de maximización en los proyectos. Por ejemplo, se pueden analizar los componentes que influyen positiva o negativamente en la factibilidad de crear o materializar el valor planeado. Es decir, entre la viabilidad de la tecnología en la organización y la perspectiva de los grupos de interés. Con ello, por ejemplo, se puede identificar el foco que debe atenderse en la dirección de los proyectos para incrementar el valor, disminuir la complejidad tecnológica, o como lograr un mayor uso y generación de beneficios, etc.

8.5.5 Función objetivo y algoritmo de priorización del portafolio de TI

Esta herramienta de apoyo al modelo P3S-VB tiene como alcance la selección del portafolio de TI. Este mecanismo de selección es uno de muchos que se pueden usar a partir de la priorización de los proyectos. El orden de elegibilidad de los proyectos se realiza a partir del indicador de nivel de captura de valor $\overline{LoV_x^{Py}}$, el cual depende de la probabilidad de generar valor en el proyecto pCV_x^{Py} , con respecto a la de todo del portafolio pCV_{TI}^{PP} . Es decir, $\overline{LoV_x^{Py}} = LoV_x^{Py} * \frac{pCV_x^{Py}}{pCV_{TI}^{PP}}$.

La probabilidad pCV_x^{Py} se obtiene como resultado de aplicar la técnica del proceso analítico jerárquico AHP, en el diamante de maximización D^+LoV , a cada uno de los proyectos evaluados. Y, la probabilidad pCV_{TI}^{PP} de generar valor del portafolio, se calcula a partir de la probabilidad de cada una de los proyectos, ponderada con respecto al potencial de beneficios de cada uno de ellos,

$$pCV_{TI}^{PP} = \frac{\sum_{j=1}^m (B_j^{Py} * pCV_x^{Py})}{B_{TI}^{PP}}.$$

En el modelo P3S-VB, la selección de los proyectos de TI se basa en las opciones reales de implementación que tiene cada proyecto. En donde, cada una de estas opciones están relacionadas con los niveles de desarrollo tecnológico, en los cuáles se pueden incorporar las capacidades tecnológicas, generando valor. Es decir, según las configuraciones reales o niveles de ALoTI factibles dentro del rango de creación de valor $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$.

En otras palabras, las opciones reales de ALoTI, en complemento a ser escenarios factibles de generación de valor a nivel del proyecto, le amplían a la organización el espectro de creación y captura de valor en el conjunto total del portafolio. Desplazan en la selección de los proyectos, las decisiones basadas en la obligación de seleccionar o no una iniciativa, al de otorgarle a la empresa el derecho de incorporar un mayor número de capacidades en un nivel apropiado. Por lo tanto, el ALoTI es un derecho, no una obligación, en la selección del portafolio, de incorporar uno u otro nivel apropiado de las capacidades requeridas para contribuir en la materialización de los objetivos estratégicos y organizacionales, al igual que en maximizar el uso de los recursos de la compañía.

Los niveles factibles de ALoTI en un potencial proyecto, al analizarlo desde la perspectiva de las opciones reales (Kodukula, 2006), otorgan en la selección del portafolio, los siguientes derechos de decisión para maximizar el valor:

- Seleccionar o no el proyecto en el nivel de $ALoTI_{\text{óptimo}}$ o en el $ALoTI_{\text{máximo}}$.
- Seleccionar o no el proyecto en un nivel de $ALoTI_{\text{inicial}}$ (puede o no ser el $ALoTI_{\text{mínimo}}$) y otorgar el derecho de decidir en futuro, según el mapa de ruta, para ampliar el nivel de ALoTI.
- Esperar o no seleccionar el proyecto para un periodo inicial y otorgar el derecho de decidir en futuro, según el mapa de ruta, para analizar su selección.

Por lo anterior, en el modelo P3S-VB se realiza la priorización y selección de los componentes del portafolio complementando: (a) los indicadores cuantitativos de los proyectos LoV_x^{Py} y PVC_x^{Py} ; (b) con criterios y factores cualitativos, enmarcados en el cálculo de la probabilidad de generar valor en el proyecto pCV_x^{Py} , utilizando para ello la técnica AHP; y (c) otorgándole el derecho a la empresa de seleccionar un portafolio que, maximice la materialización de los propósitos organizacionales y el uso de los recursos, mediante las opciones reales que exponen los diferentes niveles de ALoTI dentro del rango de creación de valor del proyecto [$ALoVI_{\text{mín}}$, $ALoVI_{\text{máx}}$].

Pasos en la selección del portafolio P3S-VB

El primer paso es definir el balance entre lo que la empresa necesita y lo que es capaz de lograr, para lo cual es requerido:

1. Identificar con precisión los objetivos estratégicos y organizacionales vigentes. Y dentro de estos, la asociación con las diferentes áreas funcionales de la empresa.

2. Conformar el banco de potenciales proyectos, con la información, alineación y valoración citada en apartes anteriores.
3. Determinar los criterios y restricciones que gobiernan la selección del portafolio objeto de evaluación. Considerando en estos el máximo de recursos asignar; la disponibilidad de estos para el conjunto total del portafolio; o, el correspondiente a las diferentes áreas de negocio según corresponda.
4. Identificar los tomadores de decisión claves por área de negocio y por el conjunto total del portafolio. Asegurar que los criterios y restricciones que orientan las decisiones de ellos se encuentran en el conjunto arriba indicado.
5. Identificar los potenciales proyectos que son requeridos para cumplir con alguna normatividad, ley o para evitar un riesgo de negocio. Estos deben evaluarse con los tomadores de decisión de las áreas de negocio y de las áreas responsables por el portafolio. A fin de determinar cuáles son prioritarios, y por lo tanto de obligatoria inclusión en el portafolio a ejecutar.
6. Realizar la selección a partir del conjunto de proyectos restante. Es decir, de la totalidad de iniciativas del banco de potenciales proyectos excluyendo los de obligatoria inclusión. Aquí se pueden presentar dos casos en la priorización de los proyectos a seleccionar en el portafolio:
 - i. Priorizar los proyectos por sub-portafolio asociado a cada área funcional. Este camino se ejecuta en el evento que se asignen recursos diferenciales por área funcional. Empero, el análisis y priorización de los componentes a conformar cada sub-portafolio, debe realizarse como si fuese un único portafolio. Es decir, con el aplicable al siguiente caso.
 - ii. Priorizar los proyectos por la totalidad del portafolio. Este caso, busca priorizar los proyectos de acuerdo con su potencial de valor a crear en la organización o en el área funcional. Para dicho propósito, se aplican los conceptos del *ALoTI*, *ALoVI*, *LoV* y *PVC*. Se utiliza la probabilidad de generar valor en el proyecto pCV_x^{Py} para calcular el nivel de captura de valor $\overline{LoV_x^{Py}}$, y así generar el orden de elegibilidad o priorización.

La priorización expuesta en este paso se describe en un siguiente numeral, en el cual se expone la función objetivo de maximización propuesta por el modelo P3S-VB.

7. Del conjunto de proyectos priorizados, aplicando el algoritmo de selección de proyectos, descrito en el esta misma sección más adelante, se definen los que conformaran los sub-portafolios o portafolio, aplicando los criterios de decisión que para tal propósito acuerden los decisores o defina la organización.

Función objetivo de maximización del valor en la PPS de TI

El modelo P3S-VB contempla la selección de los proyectos, en dos fases. La primera fase, es definir los proyectos que conformaran los diferentes escenarios de portafolio y el ALoTI asociado. Y, de acuerdo con los criterios de selección que defina la empresa, escoger el escenario en donde se maximice el valor a generar y el uso de los recursos. Estos propósitos se alcanzan con la función objetivo, mostrada en la Ecuación 8-7, y mediante el algoritmo de selección de proyectos para el incremento de valor del portafolio de TI.

La segunda y definitiva fase en la selección de los proyectos del portafolio a implementar, es priorizar los potenciales proyectos. Esta priorización se realiza de acuerdo con el cálculo del nivel de captura de valor $\overline{LoV_x^{Py}} = LoV_x^{Py} * fDM_x^{Py}$. Donde, fDM_x^{Py} es el factor de maximización de valor del proyecto, el cual representa la relación entre la probabilidad de generar valor en el proyecto pCV_x^{Py} , con respecto a la de todo del portafolio, $fDM_x^{Py} = \frac{pCV_x^{Py}}{pCV_{TI}^{PP}}$.

La Ecuación 8-7 (a) describe la función objetivo para la maximización del valor a crear del portafolio, $máx Val_k^{PP}$.

Ecuación 8-7. Función objetivo para la maximización del valor en la PPS. Modelo P3S-VB.

$$máx Val_k^{PP} = máx \sum_{j=1}^m p_{i,j} * Val_{i,j}^{Py}; \quad \forall p_{i,j} \in Py_{i,j} \quad (a)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n p_{i,j} * R_{i,j}^{Py} \leq R_{máx_asignar}^{PP} \quad (b)$$

dónde: $i = (1, \dots, n)$ es el proyecto i dentro de n -ésimos propuestos en el portafolio.

$j = (1, \dots, m)$ es el nivel j de ALoTI dentro de los m -ésimos posibles del proyecto i .

$k = (1, \dots, p)$ es el escenario de portafolio k , dentro de los p -ésimos posibles y factibles.

$p_{i,j} \in Py_{i,j}$ variable binaria de selección del proyecto i en el nivel j de ALoTI.

$p_{i,j} \in \{0,1\}$

Fuente: Elaboración propia.

El escenario de portafolio k , en el cual se maximiza el valor es aquel integrado por un subconjunto de proyectos PP_k^{TI} , en el cual la suma del valor a generar de todos sus componentes es el máximo, dentro de todas las posibles configuraciones¹¹⁹ de proyectos-ALoTI-portafolio.

$$PP_k^{TI} = \{p_{i,j} * Py_{i,j}\} \in Py_{i,j} \left| Val_k^{PP} = \max \sum_{j=1}^m p_{i,j} * Val_{i,j}^{Py} \right.$$

El escenario de máximo valor a crear, como se muestra en la Ecuación 8-7 (b), está sujeto a que la suma total de los recursos requeridos para su ejecución $\sum_{j=1}^m p_{i,j} * R_{i,j}^{Py}$, sea menor o igual al definido como restricción o limitante por la organización, $R_{m\acute{a}x_asignar}^{PP}$.

El modelo P3S-VB contempla cada proyecto generador de valor i , ($i= 1...n$), desde la perspectiva de las diferentes alternativas factibles de incorporación $Py_{i,j}$. Cada escenario de implementación de un posible proyecto, $Py_{i,j}$, está directamente relacionado con un nivel j de ALoTI, ($j= 1...m$). Aquí, las alternativas factibles de incorporación del $Py_{i,j}$, están sujetas a que el proyecto i en el nivel j de $ALoTI_j$ entregue valor, sea mutuamente excluyente respecto de alternativas factibles en diferentes niveles de ALoTI, y que cada nivel j de ALoTI se encuentre en el rango de creación de valor $[ALoVI_{m\acute{i}n}, ALoVI_{m\acute{a}x}]$.

El valor a generar en el proyecto i a partir de la alternativa j que conformará el portafolio, $Val_{i,j}^{Py}$, corresponde al valor presente neto (VPN) de todos los flujos de recursos a asignar $R_{i,j}^{Py}$ y beneficios a generar $B_{i,j}^{Py}$, ajustado por la probabilidad de generar valor con el proyecto, $pCV_{i,j}^{Py}$. Es decir, el $Val_{i,j}^{Py}$ se calcula según la Ecuación 8-8.

Ecuación 8-8. Cálculo del valor a generar por un proyecto.

$$Val_{i,j}^{Py} = VPN \sum pCV_{i,j}^{Py} * (B_{i,j}^{Py} - R_{i,j}^{Py})$$

Fuente: Elaboración propia.

¹¹⁹ Se utiliza la denominación de configuración del proyecto para denotar que, existen diferentes alternativas de implementación del proyecto, según un nivel de ALoTI asociado, dentro de los posibles en el rango de creación de valor $[ALoVI_{m\acute{i}n}, ALoVI_{m\acute{a}x}]$.

A su vez, $p_{i,j} \in Py_{i,j}$ representa la variable binaria de selección del proyecto i en el nivel j de ALoTI. De tal modo que, $p_{i,j} = 1$ indica que el proyecto i , conformará ese escenario de portafolio para incorporar las capacidades tecnológicas en el nivel j de ALoTI. Sí, $p_{i,j} = 0$ se refiere a que esa alternativa y proyecto no hace parte de ese posible portafolio.

La función objetivo de maximización, Ecuación 8-7, considerando el conjunto de alternativas a través de las cuáles se pueden implementar los proyectos, según su nivel de ALoTI, representa un reto de ejecución y uso muy importante. Lo anterior en razón a que, la búsqueda del escenario del portafolio en donde se maximiza el Val_k^{PP} , exige evaluar todas las posibles combinaciones de $Py_{i,j}$.

Por ejemplo, si el banco de potenciales proyectos está conformado por solo cuatro proyectos ($m=4$), y cada proyecto i puede ser configurado en máximo tres niveles de ALoTI ($n=3$), existirán al menos 81 ($m * n^m$) posibles escenarios, mutuamente excluyentes, de portafolio. Sí, el banco de potenciales proyectos es de diez, los escenarios de portafolio a calcular y analizar ascienden a 590.490.

Lo descrito en el aparte anterior no es práctico ni recomendable. En consecuencia, es pertinente usar algoritmos de selección de los proyectos, atendiendo la función objetivo de maximización.

Algoritmo de selección de proyectos para el incremento de valor del portafolio de TI

Existen diferentes opciones para seleccionar el subconjunto de proyectos que conformaran el portafolio de TI, maximizando la creación de valor, y atendiendo las limitaciones o restricciones de recursos. Al menos dos opciones factibles de selección de los proyectos se identifican en el modelo P3S-VB.

1. Priorizar la incorporación de todas las capacidades tecnológicas KT asociadas a los proyectos que generan valor, Py_i . En este caso, se maximiza el valor a crear por el portafolio, $máx Val_k^{PP}$, asociado a la incorporación de todas las KT identificadas. Este escenario de selección de proyectos prioriza la incorporación del mayor número de capacidades tecnológicas KT , respecto al nivel de ALoTI asociado a cada proyecto.

Aquí, el portafolio que se conforma no necesariamente corresponde al que entrega el mayor valor a crear, a partir de los recursos a asignar por la empresa, $R_{máx_asignar}^{PP}$.

2. Priorizar la generación de valor. En este caso, se busca maximizar el valor a crear en el portafolio, independientemente que sean o no incorporadas todas las *KT* identificadas. Esta opción para la selección del portafolio es la que maximiza el valor a crear, a partir de los recursos disponibles por la empresa, $R_{m\acute{a}x_asignar}^{PP}$.

De acuerdo con las opciones antes expuestas, se presenta el algoritmo propuesto para el incremento del valor a crear por el portafolio de TI. Este algoritmo tiene como fin identificar el escenario de portafolio k , en el cual se maximiza el valor según la función objetivo de la Ecuación 8-7, y la limitante y restricción de recursos disponibles de la organización para los objetivos de portafolio, $R_{m\acute{a}x_asignar}^{PP}$. El algoritmo está compuesto por los siguientes cuatro pasos.

1. Identificar el escenario de portafolio k en el cual se crea el máximo valor, independientemente de los recursos requeridos. Este escenario base corresponde con el $ALoVI_{m\acute{a}x}^{PP}$ máximo.

Ecuación 8-9. Calculo del ALoVI máximo del portafolio de TI.

$$Val_{k_{ALoVI_{m\acute{a}x}}}^{PP} = \sum_{i=1}^n \max \{Val_{i,j}^{Py}, j = 1, \dots, m; 0\}$$

donde, $Val_{i,j}^{Py} = VPN \sum pCV_{i,j}^{Py} * (B_{i,j}^{Py} - R_{i,j}^{Py})$

Fuente: Elaboración propia.

2. Sí, los recursos requeridos para el escenario de portafolio k , R_k^{PP} , son menores o iguales a los definidos por la organización para el portafolio de TI, $R_{m\acute{a}x_asignar}^{PP}$, entonces el subconjunto de proyectos asociados al portafolio k , corresponden al que maximiza el valor a crear según la restricción de recursos. En caso contrario, es requerido ajustar la cantidad de recursos requeridos en el portafolio, y, por lo tanto, disminuir en nivel de $ALoTI$ de uno o algunos de los proyectos.

Sí, $R_k^{PP} \leq R_{m\acute{a}x_asignar}^{PP} \rightarrow p_{i,j} * Py_{i,j} \in PP_k^{TI}$, donde PP_k^{TI} es el portafolio seleccionado

$$PP_k^{TI} = p_{i,j} * Py_{i,j}; i = 1, \dots, n; \text{ seguir al paso 4}$$

En caso contrario, seguir al paso 3.

3. Evaluar el diferencial de creación de valor, $\Delta Val_{i,\Delta j}^{Py}$, entre el actual nivel j de $ALoTI_j$, de cada uno de los proyectos que conforman el conjunto asociado al escenario de portafolio k , PP_k^{TI} , y el $ALoTI_{j-1}$ de cada proyecto. Es decir, calcular el $\Delta Val_{i,\Delta j}^{Py}$, así:

$$\Delta Val_{i,\Delta j}^{Py} = Val_{i,j}^{Py} - Val_{i,j-1}^{Py}; \forall p_{i,j} * Py_{i,j} \in PP_k^{TI}, \text{ donde } \Delta j = ALoTI_j - ALoTI_{j-1}$$

Para el caso de los proyectos con $ALoTI_j$ igual al $ALoTI_{\min}$, el $\Delta Val_{i,\Delta j}^{Py}$ corresponde al valor a crear por el proyecto i en el nivel mínimo de $ALoTI$, es decir:

$$\Delta Val_{i,j=ALoTI_{\min}}^{Py} = Val_{i,j=ALoTI_{\min}}^{Py}$$

Se identifica el proyecto i con el menor $\Delta Val_{i,\Delta j}^{Py}$. Se recompone el subconjunto de proyectos del portafolio $k-1$, PP_{k-1}^{TI} , o nuevo k , con el nuevo nivel $j-1$ de $ALoTI_{j-1}$ del proyecto i .

Para el caso, en que el proyecto i identificado en este paso su $ALoTI_j$ sea igual al $ALoTI_{\min}$, dicho proyecto i es excluido del subconjunto que conforma el nuevo escenario de portafolio k , PP_k^{TI} . Y, en consecuencia, las capacidades tecnológicas KT y sus capacidades organizacionales KN asociadas, no serán incorporadas a través de dicha versión de portafolio.

$$\text{identificar el proyecto } i \mid \min \{ \Delta Val_{i=1,\Delta j}^{Py}, i = 1, \dots, n; 0 \}$$

$$PP_{k-1}^{TI} = \{ Py_{i=1,j}, i = 1, \dots, n \} \rightarrow PP_k^{TI}$$

Luego, se recalcula el valor Val_k^{PP} y los recursos R_k^{PP} relacionados con el nuevo conjunto de proyectos pertenecientes al escenario de portafolio k .

$$Val_k^{PP} = \sum_{i=1}^n p_{i,j} * Val_{i,j}^{Py}; \forall p_{i,j} * Py_{i,j} \in PP_k^{TI}$$

Por último, se regresa al paso 2.

4. El último paso es priorizar y clasificar los proyectos seleccionados y pertenecientes al escenario de portafolio k . Esta priorización se realiza de acuerdo con el cálculo del nivel de captura de valor $\overline{LoV_x^{Py}}$. Y, se categorizan utilizando la matriz de clasificación del potencial de generación de valor de los proyectos, enseñada en la sección 8.5.4 de este capítulo.

PARTE III
VALIDACIÓN Y
CONCLUSIONES

La tercera parte de este documento se enfoca en la validación, análisis de resultados y conclusiones de la investigación. Como se indicó en los puntos anteriores, esta investigación, siguiendo el alcance definido y alineada con la metodología DSR-IS fue iterativa, buscando con ello refinar elementos, conceptos y constructos del modelo P3S-VB. En consecuencia, el diseño y la validación interactuaron permanentemente para incrementar la validez de lo propuesto.

En esta última parte de esta tesis, se registran las diferentes fases de validación. Adicionalmente, se consignaron los análisis y resultados con los cuáles se validó el cumplimiento de los propósitos de investigación. Al igual que, se documentaron todas las conclusiones derivadas de este proyecto doctoral, su metodología y del modelo P3S-VB.

En armonía con este alcance académico, profesional y personal, y en adición a lo conceptuado alrededor de la creación y captura de valor en la selección de portafolios de proyectos, se proponen cuatro (4) futuras líneas de investigación derivadas de lo aquí tratado. Estas, en concepto del investigador contribuirían en la disciplina de gestión de proyectos, optimización del portafolio, y orientación de las tecnologías de TI a la generación de valor.

En atención a lo aquí expuesto, esta parte del presente documento se encuentra estructurado en dos capítulos: El capítulo 9 expone la información relacionada con la validación de las hipótesis y modelo diseñado, y verificación del cumplimiento de los objetivos definidos en el anteproyecto. El capítulo 10 consolida las conclusiones de la investigación, la contribución al conocimiento, y finaliza con la propuesta de futuras líneas de investigación derivadas de lo aquí desarrollado.

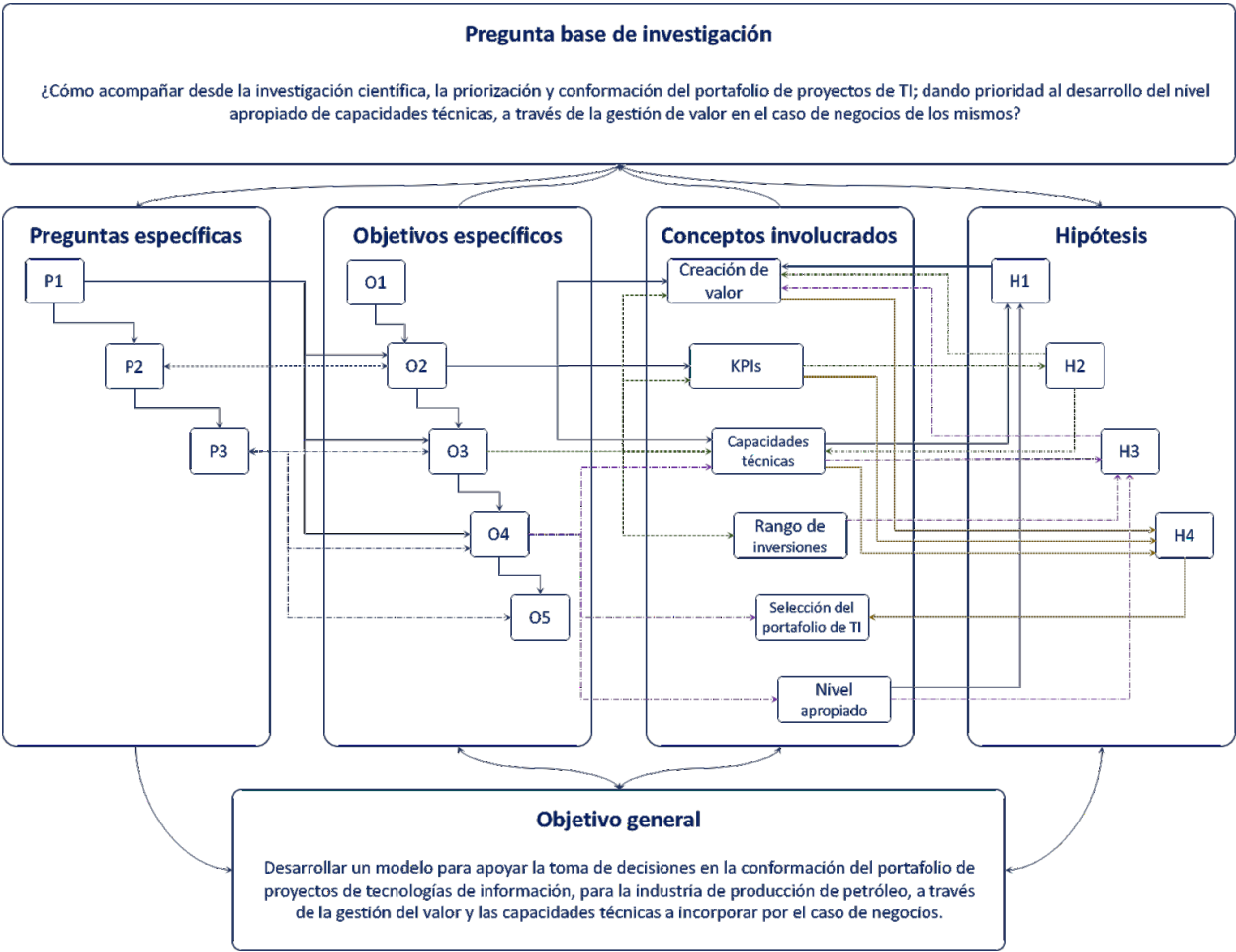
9

VALIDACIÓN

Este capítulo presenta los análisis y resultados de la validación de las hipótesis y los productos desarrollados y presentados en este documento. Todo esto, para validar el modelo P3S-VB como aporte a la problemática foco de esta tesis, así como en atención a los objetivos y preguntas de investigación aquí definidas.

La Figura 9-1 representa la alineación de los conceptos, hipótesis, objetivos y preguntas de esta investigación. Aquí se puede observar que: (i) la hipótesis H1 tiene como propósito validar el impacto del nivel requerido de las capacidades técnicas sobre la creación de valor de los proyectos de TI; y que, (ii) la hipótesis H2 se enfoca en validar como los factores clave o KPI's del caso de negocio permiten determinar cuáles son las capacidades técnicas por incorporar en los proyectos, que contribuyen a la creación de valor.

Figura 9-1. Alineación de las hipótesis, preguntas y objetivos de investigación.



Fuente: Elaboración propia.

En armonía con lo anterior, la Figura 9-1 exhibe la interrelación entre los conceptos involucrados con las hipótesis H1 y H2, y el desarrollo de los objetivos específicos O2 y O3. Estos últimos apalancan las respuestas a las preguntas de investigación P1 y P2. En la Figura 9-1 se enseña que las hipótesis H3 y H4 están relacionadas a los objetivos O3 y O4, y por esa vía apoyan las respuestas a las preguntas de investigación P1, P2 y P3.

Debe señalarse que: (a) la hipótesis H3 tiene como fin validar la relación entre el nivel en el cual se incorpora una capacidad técnica, y la contribución de dicha inversión en la creación de valor; y (b) la hipótesis H4, plantea validar si la incorporación de capacidades técnicas, basadas en la creación de valor, permiten determinar escenarios de conformación del portafolio de proyectos de TI, que encuentren adecuados compromisos entre inversión y valor.

En este punto, debe indicarse que las hipótesis H3 y H4 se relacionan con los objetivos O3 y O4. Estas hipótesis igualmente sustentan el aporte general del modelo P3S-VB a la pregunta base y al objetivo general de esta investigación. En la medida que se optimicen las inversiones en el desarrollo de las capacidades y se dispongan de alternativas o escenarios para seleccionar el portafolio de TI, se contribuirá a la creación de valor en las empresas.

Este capítulo se estructuró como sigue: La primera sección describe las fases y metodología utilizada en la validación. En la segunda sección se presenta lo correspondiente a la validación de las hipótesis H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2. La tercera sección, describe la aplicación del modelo P3S-VB y la validación de las hipótesis H1, H3 y H4. La cuarta sección, presenta la validación del modelo y sus constructos utilizando la técnica de juicio de expertos. Y, por último, en la quinta sección se verifica el cumplimiento de los objetivos definidos en esta investigación.

9.1 Alcance de la validación

La Figura 9-1 ilustra que el propósito de este trabajo fue contribuir con propuestas a la pregunta base de investigación. La cual se etiquetó como P0 y se definió en el anteproyecto como:

P0. ¿Cómo acompañar desde la investigación científica, la priorización y conformación del portafolio de proyectos de TI, dando prioridad al desarrollo del nivel apropiado de capacidades técnicas, a través de la gestión de valor en el caso de negocios de estos?

En respuesta a P0 se propone en esta investigación el modelo P3S-VB y los constructos de nivel apropiado de incorporación de capacidades y de valor, ALoCI, ALoTI y ALoVI. El modelo P3S-VB, como se explicó en el capítulo ocho, se soporta en cinco principios fundamentales. Estos incluyen: (a) la orientación al valor, como el eje de contribución del modelo P3S-VB y componentes; (b) la declaración del portafolio de TI como herramienta estratégica; (c) la identificación de las capacidades de negocio como fuentes de creación de valor; (d) la alineación de las capacidades tecnológicas al desarrollo de las capacidades de negocio; y, (e) y la gestión de los grupos de interés como eje de la captura del valor.

En otro orden de ideas, es de anotar que las hipótesis planteadas en el anteproyecto de esta tesis fueron formuladas en el contexto y exploración teórica correspondiente a dicha etapa preliminar. Al concluir la revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico de esta tesis, el investigador considero necesario plantear cuatro hipótesis complementarias para validar los fundamentos de diseño del modelo P3S-VB. Por consiguiente, la validación se realiza a las cuatro hipótesis planteadas en el anteproyecto, más las cuatro complementarias. Esto con el propósito de alcanzar todos los objetivos específicos definidos en el anteproyecto.

A continuación, se transcriben las hipótesis originalmente formuladas en el anteproyecto:

- H1. *El nivel requerido de capacidades técnicas a desarrollar por las TI, está asociado de manera directa con la creación de valor en el caso de negocios del proyecto.*
- H2. *La identificación de los factores clave del caso de negocios de proyectos de TI, permite determinar cuáles son las capacidades técnicas que contribuyen a la creación de valor.*
- H3. *La inversión en el desarrollo de capacidades técnicas, por encima de un nivel apropiado para la organización, no necesariamente incrementa el valor creado por parte de proyectos de TI.*
- H4. *La incorporación de capacidades técnicas basada en la creación de valor en los factores clave del caso de negocios, permite determinar escenarios de conformación del portafolio de proyectos de TI, que encuentren adecuados compromisos entre inversión y valor.*

Ahora bien, en línea con la evolución de esta investigación se concluyó que el alcance de validación de las hipótesis H1, H3 y H4, tal y como se formularon en el anteproyecto, es esencialmente el mismo. De acuerdo con esto, H4 es validada en conjunto con H1 y H3.

Por otra parte, se revisaron los propósitos de H1 desde la perspectiva definida para el objetivo específico O2. Como resultado de este análisis, el investigador encontró necesario plantear las siguientes cuatro hipótesis para validar los fundamentos de los constructos de nivel apropiado de incorporación de valor y de tecnología, ALoVI y ALoTI. Estas hipótesis son derivadas de H1.

H1.a *La planeación de beneficios de proyectos de TI alineada a las capacidades a impactar se relaciona positivamente con la captura de valor.*

H1.b *La planeación de beneficios de proyectos de TI soportada con KPI's, para la evaluación de los impactos a incorporar, se relaciona positivamente con la captura de valor.*

H1.c *La planeación de las inversiones de proyectos de TI alineada a las capacidades técnicas a desarrollar se relaciona positivamente con la captura de valor.*

H1.d *La alineación de capacidades de negocio en la planeación de proyectos de TI, se relaciona positivamente con la identificación de los KPI's que contribuyen con la captura de valor.*

Es importante señalar que la validación de todas las hipótesis (originales y adicionales) pretendió demostrar la contribución al incremento de valor del modelo P3S-VB. Adicionalmente, con esto se intentó verificar el aporte a la captura de valor de proyectos de TI, como consecuencia de la planeación de los beneficios alineados a las capacidades de negocio a impactar, capacidades tecnológicas a desarrollar, y mecanismos de medición de tales impactos o indicadores de desempeño en el negocio o KPI's.

Por último, debe precisarse que parte de la validación del modelo P3S-VB se realizó de acuerdo con la siguiente definición, expresada en el anteproyecto, para el objetivo específico O5.

O1. *Valorar la pertinencia y aplicabilidad del modelo para la conformación del portafolio de proyectos de TI en productoras de petróleo, a través de un panel o juicio de expertos.*

9.2 Metodología de validación

La Figura 9-2 indica que siguiendo la metodología de investigación en diseño de ciencia – aplicado a las tecnologías de información, *Design Science Research* o DSR-IS (Vaishnavi & Kuechler, 2015), la validación de los productos, constructos y modelo P3S-VB, se realizó en tres fases. En otras palabras, la validez de la investigación se verificó desde antes del diseño (fase 1), durante la construcción o diseño (fase 2), y posterior al diseño o refinación del modelo (fase 3).

La validación de fase 1, o preliminar, se realizó durante la elaboración del anteproyecto. En ese momento el modelo base de investigación se denominó BCVB, y se plantearon los constructos del ALoCI, ALoTI y del OVC (objetivo de valor a crear); este último en el desarrollo de esta investigación evolucionó como ALoVI. En esta primera validación, tanto el juicio de expertos de la comisión doctoral que aprobó este proyecto de investigación, como la orientación y aportes del tutor, permitieron la definición preliminar de estos constructos.

Figura 9-2. Fases de validación de la investigación.

Fase 1. Antes del diseño	Anteproyecto: El juicio de expertos de la comisión doctoral que aprobó este proyecto de investigación, como la orientación y aportes del tutor, contribuyeron en la definición base de los constructos sobre los que se desarrolló esta investigación. Estos constructos refieren la existencia de un nivel y rango apropiado en la incorporación de las capacidades técnicas, ALoTI. En donde, dicho nivel y rango están relacionados con el incremento del potencial de valor a crear, PVC, de los proyectos de TI.
Fase 2. Durante el diseño	Validación de hipótesis de investigación H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2 La evaluación de la pertinencia y relación entre los principales conceptos teóricos, alrededor de los cuáles se diseñó el modelo P3S-VB, requirió la validación de las hipótesis H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2 en un contexto real. Por lo cual, se consiguió acceso a la planeación, ejecución y evaluación expost de proyectos de TI ejecutados en siete compañías de petróleos en Colombia.
Fase 3. Posterior al diseño.	Aplicación del modelo y validación de las hipótesis H1, H3 y H4 Las hipótesis H1, H3 y H4 se relacionan directamente con la pregunta base y los objetivos asociados a los productos derivados de esta investigación. En consecuencia, se requirió la aplicación del modelo P3S-VB en la selección del portafolio de proyectos de TI, en una compañía de la industria de petróleos en Colombia.
	Validación del modelo por panel de expertos Con el propósito de verificar la viabilidad, usabilidad y utilidad del modelo P3S-VB en el contexto empresarial, se accedió al juicio de expertos en TI, portafolio y proyectos. Este panel fue conformado por 12 personas pertenecientes a las mismas siete compañías de petróleos con las cuáles se validó la fase 2.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, en la fase dos, como se indica en la Figura 9-2, se validaron las hipótesis derivadas de H1, es decir H1.a, H1.b, H1.c, y H1.d, al igual que H2. Estas relacionan los conceptos principales que soportan el modelo P3S-VB diseñado.

Y, en la fase 3, se validaron las hipótesis H1, H3 y H4, y el objetivo específico O5. Esta última fase, tiene como propósito valorar la pertinencia y aplicabilidad del modelo P3S-VB en la selección del portafolio de TI, aplicado en la industria de petróleos en Colombia.

9.2.1 Metodología de validación de las hipótesis H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2

La validación de H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2 requirió evaluar la relación entre las variables involucradas en el contexto de la planeación, ejecución y etapa ex-post de proyectos de TI.

La metodología utilizada en primer lugar se enfocó en determinar las variables y características que se requerían para los análisis y evaluación. El segundo paso fue la identificación y codificación de una base de datos con la información de 413 proyectos de TI pertenecientes a siete empresas de hidrocarburos en Colombia. Luego se verificó la calidad y completitud de la información requerida para el alcance de validación de las hipótesis arriba indicadas. Como resultado de lo anterior, se determinó que 85 de estos proyectos contenían las características, calidad de los datos y representatividad para contrastar las variables postuladas en las hipótesis citadas. Por último, se validaron las hipótesis H1.a, H1b, H1.d y H2 utilizando la prueba T-Student para igualdad de promedios, y para H1.c se utilizó el coeficiente de Pearson, que mide la correlación entre variables.

Para conformar esta base de datos, con origen en fuentes primarias, se realizó lo siguiente:

1. Se identificaron 55 empresas de hidrocarburos en Colombia. Para cada una de ellas se halló la producción de petróleo y el número de pozos productores asociados. Esta actividad se realizó con la información publicada por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH, 2016).
2. A continuación, a través de diferentes medios tales como: contactos y relaciones de negocios, profesionales, académicos y laborales; correo electrónico y comunicación telefónica. Así como, a través de la socialización del alcance de la investigación y los beneficios que se pretenden con la misma. Se logró acceso y autorización al análisis y codificación de la información de la planeación, ejecución y evaluación ex-post de proyectos de TI en siete de estas compañías de petróleos en Colombia. Por razones de confidencialidad, la información pertinente de estas empresas no puede ser revelada. Solo se puede decir que estas representaban más del 80% del total de la producción de petróleo y gas de Colombia, para el año 2.015.
3. A partir de la información en mención se construyó una base de datos de 413 proyectos, y en cada caso se codificó un conjunto de 103 variables. Estos proyectos corresponden a los portafolios de TI ejecutados entre los años 2.010 y 2.015.
4. Se revisó la completitud y calidad de la información requerida con alcance la presente investigación. Como resultado de lo anterior, se determinó que 85 de estos proyectos contaban con lo requerido para los objetivos de análisis, diseño y validación pretendidos en esta tesis.

5. Este subconjunto es representativo de la población total de los proyectos TI ejecutados, entre los años 2.010 y 2.015, en estas siete compañías responsables por más del 80% de la producción de petróleo y gas Colombia. Con lo cual se logra explicar el comportamiento de cada una de las variables relevantes de la investigación en una realidad estudiada.
6. Los datos de los proyectos analizados, las tecnologías involucradas, los rangos de inversión y detalles de los beneficios, fueron anonimizados. En este documento solo se registraron resultados y algunos análisis derivados de dicho banco de proyectos. Se da esta claridad en razón expresa al tratamiento de datos e información solicitada por las mencionadas empresas. Al igual que en cumplimiento estricto del acuerdo ético y legal acordado, pactado y suscrito entre el investigador y cada una de las mismas.

9.2.2 Metodología de validación de las hipótesis H1, H3 y H4

Durante el año 2.017 y como parte de la fase 3 descrita en la Figura 9-2, se aplicó el modelo P3S-VB en la selección del portafolio de 53 potenciales proyectos de TI. Estos proyectos pertenecen a una compañía de petróleos en Colombia, registrada en este documento como COL.

Se enfatiza que la información específica de los proyectos involucrados en la aplicación del modelo, al igual que detalles de COL fueron anonimizados en este documento y no pueden ser revelados los datos originales. Esto, en cumplimiento estricto del marco y acuerdo ético y legal suscrito y existente entre el investigador y COL.

La metodología y pruebas de validación estadística aplicadas para la evaluación de H1 y H3 fueron iguales a las descritas anteriormente para H1.a, H1.b, H1.d y H2. Se da la salvedad que los datos usados provienen de aplicar el modelo P3S-VB al conjunto de proyectos postulados a la selección del portafolio de TI en la compañía COL.

Por último, la validación de H4 se realizó a partir de los resultados y hallazgos de la validación de H1, H3, H1.b y H1.c. Lo anterior teniendo en cuenta que H4 es consecuencia de los constructos validados con H1.b y H1.c, y de la contribución al incremento de valor que la validación de H1 y H3 soporta.

9.2.3 Metodología de validación del modelo P3S-VB por juicio de expertos

En complemento a las metodologías utilizadas para la validación de las hipótesis H1, H1.a, H1.b, H1.c, H1.d, H2, H3 y H4, se utilizó la técnica de panel de expertos para evaluar la validez, usabilidad y utilidad del modelo P3S-VB. Esta validación cualitativa pretendió confrontar los resultados cuantitativos obtenidos de la aplicación de las técnicas estadísticas a la muestra de proyectos reales. Lo anterior, para validar la pertinencia del modelo en un contexto de uso en las organizaciones.

El juicio de expertos es un método de validación útil para verificar la fiabilidad de una investigación. Se define como “...una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en éste, y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones...” (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008, p. 29).

Los ítems o aspectos elegidos para la elaboración del instrumento de evaluación a utilizar por parte de los expertos, deben reflejar lo que se pretende medir. Asimismo, y de acuerdo con Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez (2008) el instrumento debe satisfacer dos criterios de calidad: validez y fiabilidad. La validez definida como el grado en cual el instrumento de medida permite cuantificar aquello que realmente se pretende evaluar. Así como, el nivel en el que se puede definir si el producto objeto de evaluación, sirve para el propósito para el que ha sido construido. En consecuencia, desde esta perspectiva se tiene que la valoración de los expertos es cualitativa. La fiabilidad, el otro requisito de calidad de todo instrumento de medición, se define como el grado con el cual el instrumento mide con precisión y descarta el error (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

El instrumento desarrollado y utilizado para la validación por medio del panel de expertos en esta investigación se consigna en el anexo 1. Es un cuestionario estructurado en cinco secciones. Las primeras tres se refieren a los aspectos de viabilidad, usabilidad y utilidad del modelo P3S-VB. La cuarta sección tiene como propósito conocer el concepto general, grado de conformidad y grado de aceptación del experto con relación a las definiciones, procesos, herramientas y principios fundamentales del modelo P3S-VB. Por último, en la quinta sección se consigna datos relativos a la experiencia específica del evaluador en la planeación de proyectos, selección de portafolios y TI.

Los expertos a consultar, según Fitzpatrick *et al.* (2012), deben ser seleccionados a partir de su reconocimiento como especialistas independientes en el campo o disciplina relacionada con el tema a evaluar. Y, que representen todos los puntos de vista de una manera equilibrada e imparcial. Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez (2008) indican que:

...el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento; sin embargo, la decisión sobre qué cantidad de expertos es la adecuada varía entre autores. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de dos hasta 20 expertos, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que diez brindarían una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento. Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003). (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008, p. 29).

Hay que reconocer que la limitación más importante de este método de evaluación son los prejuicios personales de los consultados. Ello en razón a que la evaluación se centra en el conocimiento personal de cada uno de los expertos (Fitzpatrick *et al.*, 2012). Debido a lo cual, algunos investigadores consideran este instrumento como inherentemente conservador y propenso al sesgo (de Jong & Schellens, 2000). Para gestionar este riesgo, EVALSED (2013) recomienda que los expertos consultados conformen una gama amplia experiencias, intereses y conocimientos.

La validación del modelo P3S-VB se realizó usando el juicio de experto por agregados individuales. Es decir, cada uno de los evaluadores dio su concepto de manera individual sin acceso a la opinión de los otros.

A continuación, se describe el procedimiento usado para la identificación y selección de los expertos, así como para la validación:

1. Se identificaron 23 expertos en TI, proyectos y portafolios. Estas personas pertenecían a las áreas financiera, presupuesto, proyectos, TI, desarrollo de campos y de perforación de pozos. Las personas identificadas se caracterizan por su formación académica en finanzas, TI, portafolio y proyectos, su nivel de responsabilidad en la planeación y toma de decisión sobre las inversiones en TI. Estas personas pertenecían a las siete empresas de hidrocarburos en Colombia, que contribuyeron en la validación de la fase 2 descrita al inicio de este capítulo.
2. Se estableció comunicación telefónica con ellos y se les explico el alcance de la investigación, los productos generados y las expectativas de su participación. Aquí, la gran dificultad fue el acceso y comunicación, así como la disponibilidad de todos en la evaluación. En consecuencia,

fue requerido refinar el listado de participantes y, finalmente 12 personas, pertenecientes a las 7 organizaciones, acordaron y se comprometieron a participar. La objeción generalizada, fue mantener la confidencialidad de la información y sus datos personales. Por lo tanto, la copia de las respuestas a los cuestionarios, tanto como el nombre de las empresas y de los expertos participantes no se incluye en este documento.

3. A cada uno de los 12 expertos se les explicó el material objeto de evaluación. Una vez que se aclararon dudas con respecto a la situación, les fue enviada una comunicación formal en la que se presentaron los objetivos e instrucciones de la evaluación.
4. Se les envió copia del modelo P3S-VB, al igual que el cuestionario de evaluación.
5. Cada uno de los expertos realizó de manera individual la estimación directa de los diferentes conceptos y preguntas del cuestionario de evaluación.
6. Una vez diligenciado el cuestionario, los expertos lo remitieron al investigador.
7. Por último, las respuestas fueron codificadas, consolidadas, y analizadas por el investigador.

9.3 Validación de las hipótesis de investigación H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2

Los resultados de la validación de las hipótesis H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2 se registran en el presente numeral. En la primera parte de este, se realiza una descripción de la muestra de proyectos utilizada. Y, posteriormente en cinco secciones se profundiza en la validación de cada una de las hipótesis.

La muestra de proyectos de TI permite concluir lo siguiente con respecto a ellos:

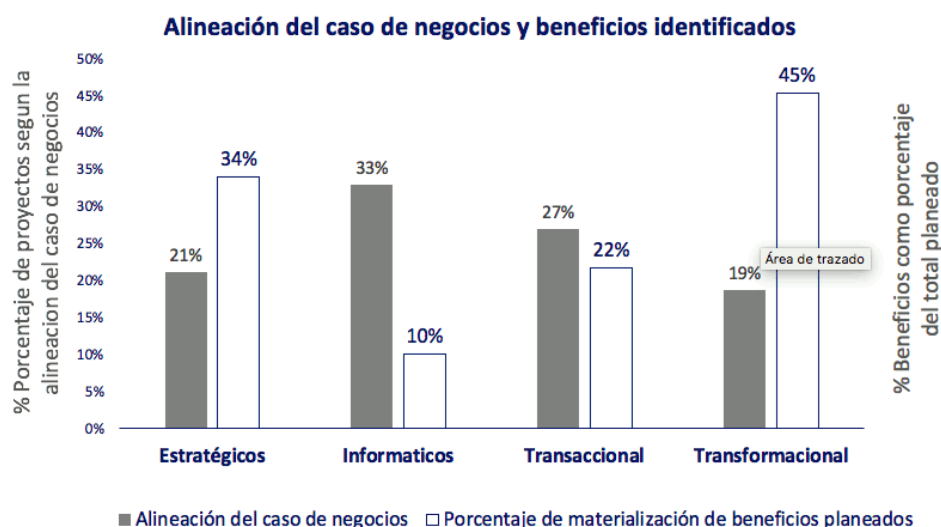
1. La asignación de recursos económicos para los 85 proyectos evaluados surtió una etapa de aprobación. Lo tomadores de decisión involucrados incluyen al patrocinador del proyecto, director financiero y administrativo, director corporativo de portafolio o algún otro directivo a nivel corporativo en cada una de esas empresas.
2. Los proyectos evaluados contenían decisiones técnicas y de proyecto documentadas, según diferentes normativas y procedimientos. Es de anotar que, en el periodo 2.010 a 2.015 se identificaron en 5 de las 7 empresas cambios en los formatos y normativas de planeación, gestión y evaluación de los proyectos y del portafolio.
3. En 4 de las 7 organizaciones evaluadas, se identificaron ejercicios de conformación y aprobación del portafolio de TI. Sin embargo, no se identificó un proceso oficial de

priorización de las iniciativas postuladas al portafolio. En las otras 3 compañías, no se logró identificar como fue conformado el portafolio de cada una de las anualidades.

4. El caso de negocios del 69,4% de los proyectos analizados indicaban creación de valor. El cálculo del valor generado se realizó como la diferencia entre los beneficios menos las inversiones y los costos operativos. El modelo financiero asociado indica que se utilizó el Valor Presente Neto, VPN, para la comparación y suma de los diferentes flujos de ingresos (beneficios) y gastos (inversiones y costos).
5. Se observó que el 38,9% de todos los proyectos no lograron materializar valor. Estos proyectos se caracterizaron por no tener definidos mecanismos claros de medición de los beneficios asociados. Es decir, ni la planeación, ni en la ejecución se definieron indicadores claves de desempeño para medir los impactos a generar por el proyecto.
6. En la Figura 9-3 se ilustra que el 21% de los proyectos analizados se encontraron principalmente alineados con objetivos estratégicos, el 33% a propósitos del área de tecnologías de información, el 27% atendían necesidades primordialmente transaccionales, y el restante 19% fueron planeados para apalancar necesidades de transformación empresarial.
7. Se ilustran en la Figura 9-3 los beneficios identificados en la expost de los proyectos. Dichos beneficios se presentan en esta grafica como el porcentaje medido del total planeado. Por ejemplo, los beneficios de los proyectos alineados a propósitos estratégicos, en promedio materializaron el 34% del total de beneficios que fueron identificados y que fundamentaron el modelo financiero del caso de negocios durante la planeación de estos.
8. Lo anterior permite concluir que los proyectos de TI ejecutados en estas compañías representantes de más del 80% de la producción de petróleo y gas en Colombia, no materializaron el 100% de los beneficios planeados en los diferentes portafolios. Esto indica en una primera aproximación, que no todos los beneficios reportados en la planeación de los proyectos son medibles, tangibles, realistas o fácilmente realizables, y que existe una oportunidad para contribuir en el incremento del valor a capturar.
9. La Figura 9-3 enseña que los proyectos alineados a fines transformacionales fueron los del mayor porcentaje de materialización, con el 45% del total de beneficios planeados. Seguidos por los enfocados en propósitos estratégicos con el 34%. Lo anterior, en contraposición a lo que ocurrió con proyectos cuyo caso de negocios se fundamenta principalmente en beneficios informáticos y transaccionales, los cuáles solo alcanzaron el 10% y 22% del total de beneficios.

10. Las herramientas y técnicas usadas en la priorización del portafolio les permitieron, a esas empresas de petróleos, identificar los proyectos elegibles a ejecutar. Sin embargo, se observó que ellas no aplicaron criterios que permitieran ponderar los proyectos asociados a capacidades en procesos o áreas de alto impacto en la estrategia.

Figura 9-3. Tipo de beneficios en caso de negocios y porcentaje de materialización en expost.



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos proyectos TI, empresas de petróleo en Colombia.

11. La Figura 9-3 enseña que solo el 40% de los proyectos se enfocaron en fines estratégicos (21%) o transformacionales (19%). Mientras que la mayor cantidad de proyectos, con foco atribuibles a funcionalidades de TI (33%) o con alcance transaccional (27%) representaron el 60%. Esto llama la atención en razón a que el foco de este conjunto de portafolios de TI, muestra enfoque en proyectos alineados en atender objetivos técnicos y transaccionales. Proyectos que como se indicó anteriormente son los del porcentaje más bajo de materialización de beneficios.
12. La Tabla 9-1 representa la tabulación cruzada entre el tipo principal de beneficios identificados, con respecto a su asociación a las variables de planeación de beneficios basada en capacidades; beneficios soportados con KPI's para medir los impactos; tipo de capacidades identificadas; tipo de KPI's utilizados; y, características de los beneficios principales.
13. Se exhibe en la Tabla 9-1 que en el 71% (60⁽⁴⁾ de 85⁽⁶⁾) de los proyectos, la planeación de beneficios “Si” estuvo alineada a las capacidades a impactar. Mientras que el restante 19%, correspondiente a 25 proyectos, indica que esos casos los beneficios no fueron fundamentados en capacidades técnicas ni organizacionales.

14. Se observa que los tipos de beneficios cuando la planeación “Si” está alineada a capacidades, se distribuyen principalmente en un 33% transaccionales (20⁽²⁾), un 23% en transformacionales (14⁽³⁾), y otro 23% en estratégicos (14⁽¹⁾), el restante 21% son los informáticos.
15. Por otra parte, los proyectos en donde “No” se identificó alineación de los beneficios a capacidades corresponden en un 64% a los de beneficios de tipo informático (16⁽⁵⁾ de 25 proyectos).

Tabla 9-1. Análisis del tipo principal de beneficios identificados en los proyectos de TI.

Tabla de tabulacion cruzada - Crosstab									
		Tipo principal de beneficios Identificados				Total	Pearson Chi-Square		
		Estratégicos	Informaticos	Transaccional	Transformacional		Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Planeación de beneficios basada en las capacidades a impactar	Si	14 (1)	12	20 (2)	14 (3)	60 (4)	15,992 (a)	3	,001
	No	4	16 (5)	3	2	25			
	Total	18	28	23	16	85 (6)			
Planeación de beneficios soportada con KPI's para la evaluación de los impactos	Si	13 (7)	8	9	11 (8)	41 (9)	11,944 (b)	3	,008
	No	5	20 (10)	14	5	44			
	Total	18	28	23	16	85			
Tipo de capacidades identificadas en los beneficios planeados	Capacidad de negocio	12	4 (11)	9	13	38 (12)	32,223 (c)	6	,000
	Capacidad técnica	2	8 (13)	11 (14)	1	22 (15)			
	Ninguna	4	16 (16)	3	2	25 (17)			
	Total	18 (18)	28 (19)	23 (20)	16 (20)	85			
Tipo de KPI's utilizados en el caso de negocios	Negocio	9 (21)	2	5	13 (22)	29 (23)	35,731 (d)	9	,000
	Productividad	3	10 (23)	2	2	17 (24)			
	Riesgos	3	9 (25)	6	1	19 (26)			
	Tecnico	3	7 (27)	10 (28)	0	20 (29)			
	Total	18	28	23	16	85			
Característica de los beneficios principales	Intangible medible	3	6 (30)	8 (31)	1	18 (32)	27,936 (e)	6	,000
	Intangible no medible	2	17 (33)	5	2	26 (34)			
	Tangible	13 (35)	5	10	13 (36)	41 (36)			
	Total	18	28	23	16	85			

*** Los numeros entre parentesis (##) representan anotaciones que explicadas en el texto principal.

(a) 1 cells (12,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,71.

(b) 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,72.

(c) 3 cells (25,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4,14.

(d) 7 cells (43,8%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,20.

(e) 4 cells (33,3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,39.

Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes primarias en proyectos TI en Colombia.

16. Se encuentra entre los proyectos con beneficios alineados a capacidades de negocio, los de tipo informático escasamente representan el 10%^{(11)/(12)}. Esto en contraposición a lo que sucede con los beneficios alineados a capacidades técnicas, en donde los de tipo informático son el 36%^{(11)/(12)}, liderados por los de alcance transaccional con el 50%^{(14)/(15)}.

17. Se observa que los proyectos cuyos beneficios “No” se encuentran alineados a capacidades, en un 64%^{(16)/(17)} corresponden igualmente a los de tipo informático. Es decir, los proyectos de TI planeados con enfoque primordialmente informático son los de mayor porcentaje de “No” alineación a capacidades, técnicas o de negocio. Esto a la luz de lo identificado en la Figura 9-3 invita a concluir que el bajo porcentaje de materialización de beneficios de este tipo de proyectos, estas relacionado a esta baja o nula alineación a las capacidades a impactar.
18. En 41⁽⁹⁾ de los 85⁽⁶⁾ proyectos (48%) se observó que la planeación de los beneficios “Si” estaba soportada con KPI's. De esto debe señalarse que los beneficios del 32%^{(7)/(9)} de estos, se caracterizan por ser de tipo estratégico y el 27%^{(8)/(9)} con enfoque transformacional. Igualmente, debe advertirse que del conjunto de proyectos analizados y caracterizados por “No” incluir KPI's, el 45% de ellos son del tipo informático (20⁽¹⁰⁾ de 44 proyectos).
19. Con relación al tipo de KPI's identificados se puede decir que el 34%^{(23)/(6)} de los casos analizados, se caracterizaban por medir impactos en aspectos de negocio. De esta agrupación de proyectos con KPI's de negocio, se destaca que el 45%^{(22)/(23)} son del tipo transformacional, seguido por el 31%^{(21)/(23)} los de enfoque estratégico.
20. En proyectos con KPI's técnicos los de foco transaccional representan el 50%^{(28)/(29)} y los informáticos el 35%^{(27)/(29)}. Es relevante anotar que los proyectos con foco informático, en general estructuraron los beneficios en un 36%^{(23)/(19)} con KPI's de productividad, un 32%^{(25)/(19)} con KPI's asociados a mitigar riesgos, y un 25%^{(27)/(19)} con KPI's asociados a los temas técnicos de las tecnologías de información.
21. Por último, del conjunto de 85 proyectos de TI de empresas de hidrocarburos en Colombia, la Tabla 9-1 permite advertir que 44⁽³²⁾⁺⁽³⁴⁾ de estos se caracterizaron por beneficios intangibles. De este conjunto de proyectos con beneficios intangibles, 23⁽³⁰⁾⁺⁽³³⁾ son de tipo informático.
22. Sin embargo, el 48% del total de proyectos se representan con beneficios tangibles. De estos últimos, debe enfatizarse que los enfocados en aspectos estratégicos⁽³⁵⁾, transformacionales⁽³⁶⁾ y transaccionales son el 88%.

En conclusión, los proyectos con foco en aspectos estratégicos y transformacionales (40 de 85) tienen el mayor porcentaje de captura del valor planeado (Figura 9-3). Se identifica que este potencial está relacionado con las características de sus impactos y por ende de sus beneficios. Beneficios que están alineados a capacidades de negocio, son tangibles y medibles con KPI's, igualmente de negocio.

Desde el punto de vista de los proyectos con foco informático su bajo porcentaje de captura de valor (10%, según la Figura 9-3) está relacionado con las características de sus impactos. Los cuáles se observan principalmente ser de tipo intangible ($23^{(30)+(33)}$ de $28^{(19)}$). Los beneficios intangibles asociados a estos proyectos se observan caracterizados principalmente con KPI's de productividad y riesgos ($19^{(23)+(25)}$ de $28^{(19)}$ proyectos). Sin embargo, se advierte que parte de estas debilidades se reconocen relacionadas con la baja alineación a capacidades de negocio (solo $4^{(11)}$ de $28^{(19)}$), con una casi nula asociación de KPI's de negocio para la medición de los impactos.

9.3.1 Validación de H1.a. Alineación de capacidades para la captura de valor.

La hipótesis H1.a. enseñada a continuación fue validada utilizando la muestra de datos de proyectos de TI. Se aplicó la prueba T-Student para igualdad de promedios, asistida de la prueba de Levene de calidad de varianzas, para identificar cuál de los resultados de igualdad de promedios escoger.

H1.a La planeación de beneficios de proyectos de TI alineada a las capacidades a impactar se relaciona positivamente con la captura de valor.

La validación de H1.a, como se enseña en la Tabla 9-2, consistió en verificar la siguiente hipótesis nula H_0 .

<i>El promedio del valor total capturado de</i>	<i>El promedio del valor total capturado de</i>
<i>H_0: proyectos cuyos beneficios “Si” habían</i>	<i>proyectos cuyos beneficios “No” habían</i>
<i>sido alineados a capacidades.</i>	<i>sido alineados a capacidades.</i>

En la Tabla 9-2 el valor total capturado fue calculado a partir de los beneficios identificables o medibles en la evaluación ex-post, menos la inversión asignada, y todo ello como un porcentaje del total de dicha inversión.

De acuerdo con los resultados consignados en la Tabla 9-2, se debe indicar que la prueba de igualdad de varianzas de Levene rechaza H_0 , por cuanto el nivel de significancia o $P_{\text{value}} = 0.019$ es menor al $\alpha = 0.05$. En consecuencia, los resultados a evaluar de la prueba T-Student para la igualdad de medias corresponden a los de la fila de “no se asumen varianzas iguales”.

Tabla 9-2. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H1.a.

Estadísticas de grupo					
Planeación de beneficios basada en las capacidades a impactar	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Coefficiente de variación
Valor total capturado (Porcentaje de inversión) Si	60	101,81%	118,70%	15,32%	117%
No	25	36,64%	63,34%	12,67%	173%

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Valor total capturado (Porcentaje de inversión)	Se asumen varianzas iguales	5,759	,019	2,589	83	,011	65,16%	25,16%	15,11%	115,21%
	No se asumen varianzas iguales			3,277	77,834	,002	65,16%	19,88%	25,58%	104,74%

Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes primarias en proyectos TI en Colombia.

Coherentemente se concluye de la Tabla 9-2 que la prueba T-Student para igualdad de medias rechaza la hipótesis nula H_0 , por cuanto el $P_{\text{Value}} = 0.002$ es menor al $\alpha = 0.05$. Es decir, es diferente el promedio del valor total capturado de proyectos cuyos beneficios “Si” habían sido alineados a capacidades, con respecto a los que “No” se habían alineado a capacidades.

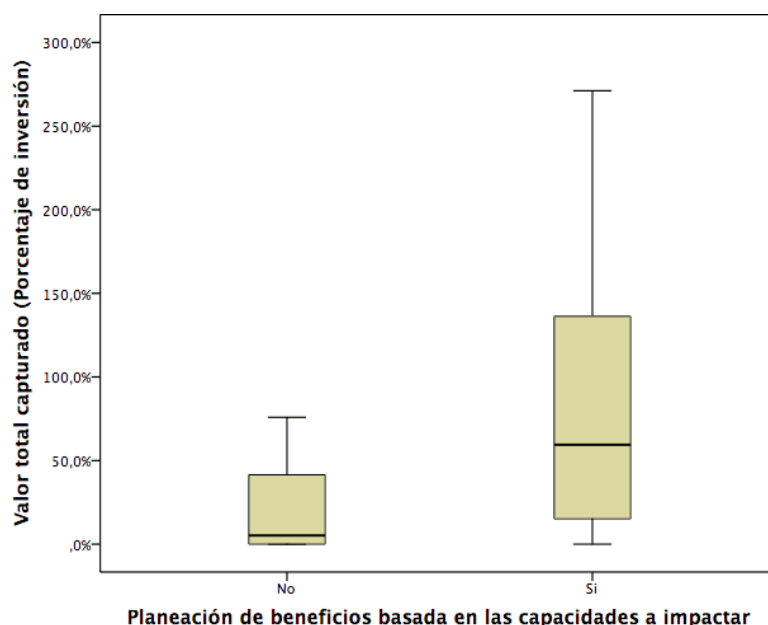
El análisis de los resultados de la prueba de Levene, Tabla 9-2, permiten señalar que:

1. La población de proyectos cuyos beneficios planeados se encuentran basados en las capacidades a impactar, son independientes y diferentes de la población de proyectos cuyos beneficios no se caracterizan por dicha alineación.
2. Asimismo, el coeficiente de variación¹²⁰ indica que, el valor capturado en los proyectos cuya planeación de beneficios “Si” está basada en capacidades, tiene relativamente una dispersión menor (117%). Lo anterior, al contrastarlo con el coeficiente de variación (173%) del valor capturado en los proyectos no caracterizados por esta alineación.
3. Los proyectos cuyos beneficios se encuentran basados en las capacidades a impactar, se encuentran en mayor control y tienen un menor riesgo que cuando no se tiene dicha alineación.

¹²⁰ Coeficiente de variación. Mide la dispersión relativa y se calcula así: $C.V. = \frac{\text{desviación estándar}}{\text{promedio}}$

Adicionalmente la Tabla 9-2 y la ilustración de la Figura 9-4 exhiben que una diferencia de medias significativa entre el promedio del valor total capturado de proyectos cuyos beneficios “Si” habían sido alineados a capacidades, con respecto a los que “No” se habían alineado a capacidades. Dicha diferencia es significativa y corresponde al 65,16%. Igualmente se puede observar que cuando los beneficios “Si” se alinean a las capacidades a impactar, el valor capturado estará entre un 25,58% y un 104,74% más que cuando “No” se realiza dicha alineación.

Figura 9-4. Impacto de la alineación de capacidades en la captura de valor.



Fuente: Elaboración propia.

Concluyendo, los datos de la muestra de proyectos de TI de empresas de petróleos en Colombia soportan la hipótesis H1.a. Es decir, en la medida que la planeación de beneficios de proyectos de TI se alinee a las capacidades a impactar, se logrará incrementar significativamente el porcentaje de captura de valor.

9.3.2 Validación de H1.b. Asociación de KPI's a los beneficios para la captura de valor

La hipótesis H1.b se formula a continuación:

H1.b La planeación de beneficios de proyectos de TI soportada con KPI's, para la evaluación de los impactos a incorporar, se relaciona positivamente con la captura de valor.

La validación de H1.b aplica una prueba T-Student para igualdad de promedios con la siguiente hipótesis nula Ho.

El promedio del valor total capturado de proyectos cuyos beneficios “Si” fueron soportados con KPI's, para la evaluación de los impactos a incorporar.

El promedio del valor total capturado de proyectos cuyos beneficios “No” fueron soportados con KPI's, para la evaluación de los impactos a incorporar.

Los resultados consignados en la Tabla 9-3 indican que la igualdad de varianzas de Levene no se rechaza para Ho, por cuanto el $P_{\text{Value}} = 0.415$ es mayor al $\alpha = 0.05$. En consecuencia, la prueba T-Student para igualdad de medias rechaza Ho, por cuanto el $P_{\text{Value}} = 0.006$ es menor al $\alpha = 0.05$.

Tabla 9-3. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H1.b.

Estadísticas de grupo										
Planeación de beneficios soportada con KPI's para la evaluación de los impactos a incorporar		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Coeficiente de variación				
Valor total capturado (Porcentaje de inversión)	Si	41	115,79%	115,71%	18,07%	100%				
	No	44	51,75%	93,99%	14,17%	182%				

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Valor total capturado (Porcentaje de inversión)	Se asumen varianzas iguales	0,671	,415	2,809	83	,006	64,03%	22,80%	18,69%	109,37%
	No se asumen varianzas iguales			2,788	77,169	,007	64,03%	22,96%	18,31%	109,76%

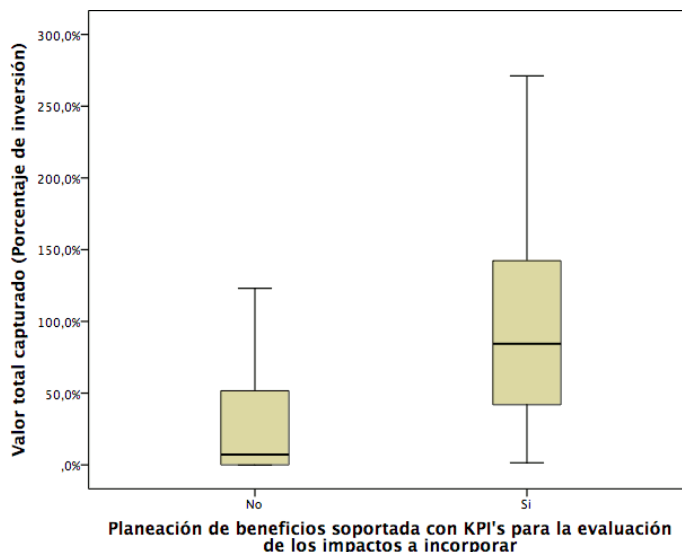
Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes primarias en proyectos TI en Colombia.

De lo anterior, se puede decir que es diferente el promedio del valor total capturado de proyectos cuyos beneficios “Si” fueron soportados con KPI's, para la evaluación de los impactos a incorporar, con respecto a los que “No” incluyen KPI's.

En complemento, el coeficiente de variación expuesto en la Tabla 9-3 permite indicar que los proyectos que “Si” incluyen en su planeación de beneficios KPI's, tienen un menor riesgo que aquellos proyectos en los cuáles “No” soportan los beneficios con KPI's.

Adicionalmente, se puede leer de la Tabla 9-3 y se puede observar en la ilustración de la Figura 9-5 que existe una diferencia significativa (64,03%) entre las medias del valor total capturado de proyectos cuyos beneficios “Si” se soportan con KPI's, con respecto a los que “No”. También debe indicarse que el valor capturado por los proyectos planeados con KPI's estará entre un 18,69% y un 109,37% más que cuando “No” se incluyen KPIs.

Figura 9-5. Impacto de planear los beneficios soportados con KPI's en la captura de valor.



Fuente: Elaboración propia.

Para concluir, los datos de la muestra de proyectos de TI de empresas de petróleos en Colombia soportan la hipótesis H1.b. Es decir, en la medida que la planeación de beneficios de proyectos de TI incorpore KPI's, para la evaluación de los impactos a incorporar, se logrará incrementar significativamente el porcentaje de captura de valor.

9.3.3 Validación de H1.c. Planeación de capacidades técnicas y la captura de valor

La hipótesis H1.c se reporta enseguida.

H1.c La planeación de las inversiones de proyectos de TI alineada a las capacidades técnicas a desarrollar se relaciona positivamente con la captura de valor.

Para verificar si la muestra de datos de proyectos de TI soporta la hipótesis H1.c se realizó el cálculo del coeficiente de Pearson para medir la correlación entre las inversiones asociadas a capacidades técnicas y el valor total capturado. Los resultados de esta se presentan en la Tabla 9-4.

La Tabla 9-4 indica que el nivel de significancia o $P_{\text{Value}} = 0.000$ es menor al $\alpha = 0.05$. Esto permite decir que la correlación entre las inversiones o recursos asignados a capacidades técnicas y el valor total capturado en proyectos de TI es significativa.

Tabla 9-4. Validación de la hipótesis H1.c.

Correlaciones		Recursos asignados a capacidades técnicas (Porcentaje de inversión)
Valor total capturado (Porcentaje de inversión)	Correlación de Pearson	,555**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	85

Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes primarias en proyectos TI en Colombia.

Adicionalmente, se lee de la Tabla 9-4 que el coeficiente de Pearson igual a 0,555 es significativo en el nivel 0,01 (2 colas). Lo que permite decir que existe una relación positiva entre los recursos alineados a capacidades técnicas a desarrollar y la captura de valor.

Concluyendo, los datos de la muestra de proyectos de TI de empresas de petróleos en Colombia soportan la hipótesis H1.c. Es decir, en la medida que la planeación de inversiones de proyectos de TI se encuentre alineada a las capacidades técnicas a desarrollar, se logrará incrementar el porcentaje de captura de valor.

9.3.4 Validación de H1.d. Capacidades de negocio en la identificación de los KPI's

La hipótesis H1.d se formuló como a continuación se presenta.

H1.d *La alineación de capacidades de negocio en la planeación de proyectos de TI, se relaciona positivamente con la identificación de los KPI's que contribuyen con la captura de valor.*

Para verificar H1.d se realizó una prueba T de igualdad de medias, con la siguiente Ho.

El promedio de recursos asignados a proyectos con KPI's que contribuyen a la captura de valor, cuando “Si” se tienen alineadas las capacidades de negocio a los beneficios. = *El promedio de recursos asignados a proyectos con KPI's que contribuyen a la captura de valor, cuando “No” se tienen alineadas las capacidades de negocio a los beneficios.*

Los resultados de la prueba T-Student, enseñados en la Tabla 9-5, indican que la hipótesis nula Ho se rechaza, por cuanto el $P_{\text{value}} = 0.001$ es menor al $\alpha = 0.05$. Así pues, hay que indicar que los datos de la muestra de proyectos de TI de empresas de petróleos en Colombia soportan la hipótesis H1.d.

Tabla 9-5. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H1.d.

Estadísticas de grupo										
Planeación de beneficios basada en las capacidades de negocio (KN) a impactar			N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	Coeficiente de variacion			
Recursos asignados a proyectos con KPI's que contribuyen a la captura de valor (Unidades de inversión)	Si		38	49,61	42,94	6,97	87%			
	No		47	20,18	32,09	0,68	159%			

Prueba de muestras independientes											
Planeación de beneficios basada en las capacidades de negocio (KN) a impactar			Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
			F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
										Inferior	Superior
Recursos asignados a proyectos con KPI's que contribuyen a la captura de valor (Unidades de inversión)	Se asumen varianzas iguales		4,410	,039	3,615	83	,001	29,4	8,1	13,2	45,6
	No se asumen varianzas iguales				3,507	67	,001	29,4	8,4	12,7	46,2

Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes primarias en proyectos TI en Colombia.

Por otra parte, y en complemento al propósito de H1.d, se verificó la siguiente hipótesis nula alternativa Ho'. Esto con el fin de determinar, si igualmente la alineación de capacidades técnicas en la planeación de proyectos de TI se relaciona positivamente con la identificación de los KPI's que contribuyen con la captura de valor.

El promedio de recursos asignados a proyectos con KPI's que contribuyen a Ho': la captura de valor, cuando "Si" se tienen alineadas las capacidades técnicas a los beneficios.

El promedio de recursos asignados a proyectos con KPI's que contribuyen a la captura de valor, cuando "No" se tienen alineadas las capacidades técnicas a los beneficios.

La evaluación de Ho' ilustrada en la Tabla 9-6 indica que no se puede rechazar, por cuanto el $P_{\text{Value}} = 0.948$ es mayor al $\alpha = 0.05$. Es decir, no se puede confirmar que existe impacto de las capacidades técnicas en la identificación de los KPI's que contribuyen a la captura de valor.

Así pues, los datos de la muestra de proyectos de TI indican que las capacidades alineadas en la planeación de proyectos de TI, que se relacionan positivamente con la identificación de los KPI's que contribuyen con la captura de valor, son las de negocio.

Tabla 9-6. Prueba T-Student para validación de las capacidades técnicas en los KPI's.

Prueba de muestras independientes										
Planeación de beneficios basada en las capacidades técnicas (KT) a desarrollar		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Recursos asignados a capacidades técnicas, beneficios y KPI's asociados (Unidades de inversión)	Se asumen varianzas iguales	1,187	,279	-0,063	83	,950	-0,6	9,9	-20,4	19,1
	No se asumen varianzas iguales			-0,065	39	,948	-0,6	9,6	-20,1	18,8
Beneficios asociados a capacidades técnicas con KPI's (Unidades de inversión)	Se asumen varianzas iguales	1,097	,298	0,896	83	,373	27,8	31,0	-33,9	89,4
	No se asumen varianzas iguales			0,804	31	,428	27,8	34,6	-42,7	98,3

Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes primarias en proyectos TI en Colombia.

9.3.5 Validación de H2. KPI's y capacidades técnicas a desarrollar

La hipótesis H2 se formuló como se muestra a continuación.

H2. La identificación de los factores clave del caso de negocios de proyectos de TI, permite determinar cuáles son las capacidades técnicas que contribuyen a la creación de valor.

La verificación de H2 se fundamentó en una prueba T-Student de igualdad de promedios a la hipótesis nula Ho descrita a continuación.

El promedio de los recursos asignados a capacidades técnicas que contribuyen a la creación de valor, cuando “Si” se tienen definidos KPI’s asociados a los beneficios planeados.

El promedio de los recursos asignados a capacidades técnicas que contribuyen a la creación de valor, cuando “No” se tienen definidos KPI’s asociados a los beneficios planeados.

La Tabla 9-7 exhibe los resultados de la prueba T-Student para igualdad de promedios realizada a Ho, se ahí se concluye que Ho se rechaza, por cuanto el $P_{\text{Value}} = 0.000$ es menor al $\alpha = 0.05$. Esto teniendo en cuenta que prueba de igualdad de varianzas de Levene para Ho igualmente se rechazó ($P_{\text{Value}} = 0.011$ es menor al $\alpha = 0.05$).

Tabla 9-7. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H2.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Recursos asignados a capacidades técnicas (Porcentaje de inversión)	Se asumen varianzas iguales	6,698	,011	12,743	83	,000	52,28%	4,10%	44,12%	60,44%
	No se asumen varianzas iguales			12,613	73,699	,000	52,28%	4,14%	44,02%	60,54%
Valor total capturado (Porcentaje de inversión)	Se asumen varianzas iguales	0,671	,415	2,809	83	,006	64,03%	22,80%	18,69%	109,37%
	No se asumen varianzas iguales			2,788	77,169	,007	64,03%	22,96%	18,31%	109,76%

Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes primarias en proyectos TI en Colombia.

Por otra parte, la Tabla 9-7 indica que la relación entre los KPI's identificados en la planeación de los proyectos, y la determinación de cuáles son las capacidades técnicas que contribuyen a la creación y captura de valor es positiva. Adicionalmente, se puede leer que la diferencia de medias es significativa; 52,28% entre el promedio de los recursos asignados a capacidades técnicas, y del 114,66% entre el promedio de los beneficios asociados a las capacidades técnicas.

En síntesis, los datos de la muestra de proyectos de TI de empresas de petróleos en Colombia soportan la hipótesis H2. Es decir, los KPI's asociados a la captura de valor, permiten identificar las capacidades técnicas, inversiones requeridas y beneficios asociados.

9.4 Aplicación del modelo P3S-VB y validación de las hipótesis H1, H3 y H4.

En esta sección se validarán las hipótesis H1, H3 y H4 aplicando para ello el modelo P3S-VB en la selección de 53 proyectos postulados al portafolio en la compañía COL durante el año 2.017. Con ello se pretenden validar los constructos fundamentales del modelo P3S-VB, es decir el ALoTI y ALoVI.

A continuación, se presenta una descripción de la muestra de los 53 proyectos en los cuáles se aplicó el modelo P3S-VB para la selección del portafolio de TI de la compañía COL en el año 2.017:

1. El banco de potenciales proyectos para la selección del portafolio estaba conformado por 71 propuestas. Estas fueron estructuradas para ser ejecutados en el periodo 2.018 a 2.020.
2. Cada uno de esos potenciales proyectos consignó en un modelo financiero los elementos del caso de negocio asociados a inversiones, gastos de operación y potenciales beneficios. Los anteriores flujos económicos fueron presentados en miles de dólares, y organizados según el año en el cual ocurrían.
3. A partir de esto, se calculaba el Valor Presente VP, descontado al WACC¹²¹ de la compañía y considerando el efecto de variables macroeconómicas como la tasa de cambio pesos colombianos a dólares, e inflación. Se calculó el VP, de manera separada, para todas las inversiones y gastos de operación, y por otra parte todos los beneficios.
4. Con la información del VP de desembolsos (inversiones y gastos) y de ingresos (beneficios) se calcularon los siguientes indicadores:
 - Valor presente neto, VPN
 - Valor del proyecto = VP de los ingresos menos VP de los desembolsos
 - Potencial de valor a crear PVC= VP de los ingresos dividido en el VP de los desembolsos
5. De los 71 proyectos postulados, 9 se descartaron porque no estaban asociados a ningún requerimiento legal, normativo, ni eran requeridos para mitigar ningún riesgo de negocio. Adicionalmente, porque no estaban asociados a los objetivos del área de negocio que lo postulo, porque el PVC era muy bajo, es decir el $PVC \ll 1$.
6. De los 62 restantes, 9 de ellos eran requeridos por razones de ley, para atender requerimientos

¹²¹ WACC. *Weighted Average Cost of Capital* o Costo medio ponderado de capital. Es la tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión.

de organismos gubernamentales o de control, o porque estaban asociados a un proyecto de alto impacto de negocio, en donde el componente de TI representaba menos del 2% del total de la inversión.

7. La identificación y validación de esta categoría de proyectos, “requeridos para operar” se realizó bajo el liderazgo de los gerentes de las áreas de negocio, en coordinación con los tomadores de decisión de estas inversiones en el gobierno corporativo de finanzas de la compañía.
8. Estos 9 proyectos, se acuerdo con este mecanismo de análisis y toma de decisión fueron incluidos de manera directa en el portafolio de TI para los años 2.018 a 2.020.
9. Los restantes 53 proyectos, cuya descripción se relaciona en la Tabla 9-8, se analizaron de manera individual siguiendo el modelo P3S-VB. Para cada uno de ellos se calculó el nivel de creación de valor *LoV* asociado a cada una de las capacidades técnicas y de negocio definidas en el alcance del proyecto.

Tabla 9-8. Descriptivos de los proyectos antes de aplicar el modelo P3S-VB.

		Estadísticos descriptivos							
		N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
Antes del P3S-VB	Recursos original (Unidades de inversión)	53	18.110	1.080	19.190	380.746	7.184	4.014	16.112.045
	Nº capacidades en el alcance original	53	6	4	10	383	7	2	3
	Beneficios original (Unidades de inversión)	53	18.124	1.380	19.504	472.600	8.917	4.742	22.488.535
	PVC(Py)	53	1,28	0,72	2,01		1,27	0,24	0,06
	Valor original (Unidades de inversión)	53	9.826	-3.275	6.551	91.854	1.733	1.810	3.276.543

Fuente: Elaboración propia.

10. La Tabla 9-8 indica que el alcance de estos 53 proyectos indicaba que las capacidades a incorporar variaban de 4 a 10,7 en promedio. Y, el PVC entre 0,72 a 2,01 veces el valor de la inversión solicitada.
11. Asimismo, la Tabla 9-8 exhibe que las inversiones requeridas ascendían a 380.746¹²² unidades de inversión. Los beneficios identificados a 472.600¹²³ unidades de inversión.

¹²² Este valor se encuentra anonimizado.

¹²³ Este valor se encuentra anonimizado.

12. El valor total del potencial portafolio, antes de aplicar el P3S-VB, era de 91.854¹²⁴ unidades de inversión.

Al aplicar el modelo P3S-VB en cada uno de estos 53 proyectos se identificó:

1. El rango de creación de valor $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$; el $ALoTI_{\min}$, $ALoTI_{\max}$; la probabilidad en la generación de los beneficios asociada a cada capacidad rTB ; y el potencial de valor a crear por cada capacidad a incorporar PVC^{KT} .
2. Las capacidades por incorporar, inversiones y beneficios asociados dentro del rango de creación de valor. Y con este resultado, se redefinieron cada uno de los 53 proyectos, en cuanto a inversiones totales requeridas, beneficios posibles a generar y valor estimado de cada uno de ellos.
3. Se contrastaron los 53 redefinidos proyectos, en la perspectiva del portafolio, y utilizando el diamante de maximización del potencial de valor a crear, se propuso la priorización de proyectos para conformar el portafolio de TI año 2.018 a 2020 en COL.
4. En la Tabla 9-9, se enseñan los datos resultantes de la aplicación del modelo P3S-VB. Ahí, se observa que las capacidades a incorporar pertenecientes al rango de creación de valor de cada uno de los proyectos variaban entre 2 y 7, con un promedio de 4.

Tabla 9-9. Descriptivos de los proyectos posterior a la aplicación del modelo P3S-VB.

Estadísticos descriptivos									
		N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
Después del P3S-VB	Nº capacidades en el alcance ($ALoVI_{\max}$)	53	5	2	7	213	4	1	1
	Recursos ($ALoVI_{\max}$) (Unidades de inversión)	53	8.482	176	8.658	116.475	2.198	1.588	2.522.977
	Beneficios ($ALoVI_{\max}$) (Unidades de inversión)	53	14.367	1.091	15.458	381.418	7.197	3.755	14.102.881
	PVC(Py) ($ALoVI_{\max}$)	53	14,39	1,46	15,85		4,02	2,32	5,39
	Valor ($ALoVI_{\max}$) (Unidades de inversión)	53	12.191	477	12.668	264.943	4.999	2.897	8.390.745

Fuente: Elaboración propia.

5. La Tabla 9-9, enseña que el potencial de valor a crear PVC, entre 1,46 y 15,85.
6. Las inversiones totales requeridas del portafolio, posterior a la aplicación del P3S-VB y asociadas a las capacidades que permitían alcanzar el $ALoVI_{\max}$ en cada uno de los potenciales

¹²⁴ Este valor se encuentra anonimizado.

proyectos, ascendían a 116.475¹²⁵ unidades de inversión, La Tabla 9-9.

7. La Tabla 9-9 igualmente reporta que los beneficios asociados a 381.418¹²⁶ unidades de inversión. Y el valor a crear por el portafolio optimizado, 264.943¹²⁷ unidades de inversión.

En otros términos, y como lo presenta la Tabla 9-10, al aplicar el modelo P3S-VB se optimizaron o evitaron inversiones por 264.271¹²⁸ unidades de inversión. Esta optimización está asociada a las capacidades o funcionalidades que no contribuían en el incremento del potencial de valor a crear en cada uno de esos proyectos. Y, que al eliminarlos del alcance no se afectaba los propósitos perseguidos desde dichos proyectos a los objetivos de las áreas de negocio.

Tabla 9-10. Descriptivos de la contribución al portafolio al aplicar el modelo P3S-VB.

		Estadísticos descriptivos							
Contribución del P3S-VB a la creación de valor del portafolio		N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desviación estándar	Varianza
	Inversion optimizada P3S-VB (Unidades de inversión)	53	15.839	454	16.293	264.271	4.986	3.524	12.418.461
	Valor creado P3S-VB (Unidades de inversión)	53	9.809	92	9.901	173.090	3.266	2.392	5.721.624

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, en la última línea de la Tabla 9-10 se indica que el incremento de 173.090 unidades de inversión en el valor a crear del portafolio, corresponden primordialmente a la optimización de los recursos a invertir.

9.4.1 Validación de H1. El ALoTI y la creación de valor

La hipótesis H1 indica que:

H1. El nivel requerido de capacidades técnicas a desarrollar por las TI, está asociado de manera directa con la creación de valor en el caso de negocios del proyecto.

¹²⁵ Este valor se encuentra anonimizado.

¹²⁶ Este valor se encuentra anonimizado.

¹²⁷ Este valor se encuentra anonimizado.

¹²⁸ Esta cifra es calculada como la resta entre las inversiones requeridas antes de aplicar el P3S-VB y las asociadas a la redefinición de los proyectos al aplicar el P3S-VB.

Para validar H1 se realizó una prueba ANOVA de igualdad de medias entre cuatro diferentes escenarios de portafolio de proyectos, diferenciados según el nivel de ALoTI de las capacidades técnicas a incorporar. La hipótesis nula H_0 correspondiente fue la siguiente:

$$H_0: \begin{array}{l} \text{El promedio del} \\ \text{valor a crear de} \\ \text{los proyectos en} \\ \text{ALoTI}_{\min}. \end{array} = \begin{array}{l} \text{El promedio del} \\ \text{valor a crear de} \\ \text{los proyectos en} \\ \text{ALoTI}_{\text{opt.}} \end{array} = \begin{array}{l} \text{El promedio del} \\ \text{valor a crear de} \\ \text{los proyectos} \\ \text{en ALoTI}_{\max}. \end{array} = \begin{array}{l} \text{El promedio del} \\ \text{valor a crear de} \\ \text{los proyectos en} \\ \text{ALoTI} > \text{ALoVI}_{\max}. \end{array}$$

Los resultados de la prueba ANOVA, enseñados en la Tabla 9-11, indican que hipótesis nula H_0 se rechaza, por cuanto el $P_{\text{Value}} = 0.000$ es menor al $\alpha = 0.05$ para todos los estadísticos evaluados. Así pues, hay que indicar que los datos de la muestra de proyectos del portafolio de TI de la empresa COL soportan la hipótesis H1.

La Tabla 9-11 muestra que la prueba de Levene se rechaza para H_0 , por cuanto el nivel de significancia o $P_{\text{Value}} = 0.003$ es menor al $\alpha = 0.05$. En consecuencia, no se puede afirmar que exista igualdad entre las varianzas del promedio de valor a crear por los diferentes escenarios de portafolio, según el nivel en el que se van a desarrollar las capacidades técnicas.

Los resultados de la prueba de ANOVA sobre la diferencia de valor a crear por los diferentes escenarios de ALoTI, permiten indicar que H_0 se rechaza. Esto quiere decir que hay diferencia estadísticamente significativa entre el valor a crear de los proyectos según el nivel de ALoTI en el cual se desarrollen las capacidades técnicas.

Ahora bien, y teniendo en cuenta que la prueba de Levene rechazó H_0 para homogeneidad de varianzas, se corrió la prueba T3-Dunnnett para identificar las características de las diferencias entre las medias observadas en el valor a crear en los proyectos.

Los resultados para la prueba T3-Dunnnett se exhiben en la Tabla 9-11. En estos se puede observar que excepto para la diferencia entre el valor a crear entre el $\text{ALoTI}_{\text{opt}}$ y el $\text{ALoTI}_{\max}$, en las demás combinaciones siempre la diferencia es significativa.

Por último, los resultados de la Tabla 9-11 y las ilustraciones de la Figura 9-6 y Figura 9-7, soportados en la muestra del portafolio de proyectos de la compañía COL, permiten concluir que:

1. El nivel requerido de capacidades técnicas a desarrollar por las TI, está asociado de manera directa con la creación de valor del proyecto.

2. Existe una diferencia significativa entre el valor a crear al desarrollar las capacidades técnicas en el $ALoTI_{\min}$ con respecto si se desarrolla en los niveles $ALoTI_{\text{opt}}$ y $ALoTI_{\max}$.

Tabla 9-11. Prueba de ANOVA para la validación de la hipótesis H1.

Descriptivos									
Valor a crear (unidades de inversión)									
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Varianza entre-componente
					Límite inferior	Límite superior			
$ALoTI_{\min}$	53	2.741	2.107	289	2.160	3.322	232	7.835	
$ALoTI_{\text{opt}}$	53	4.881	2.868	394	4.090	5.671	476	12.668	
$ALoTI_{\max}$	53	4.999	2.897	398	4.201	5.797	477	12.668	
$ALoTI > ALoV_{\max}$	53	1.733	1.810	249	1.234	2.232	-3.275	6.551	
Total	212	3.589	2.821	194	3.207	3.971	-3.275	12.668	
Efectos fijos			2.466	169	3.255	3.922			
Modelo				807	1.019	6.158			2.491.976
Efectos aleatorios									

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Valor a crear (unidades de inversión)			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
4,895	3	208	,003

ANOVA					
Valor a crear (unidades de inversión)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	414.472.196	3	138.157.399	22,7	,000
Dentro de grupos	1.265.197.784	208	6.082.682		
Total	1.679.669.981	211			

Pruebas sólidas de igualdad de medias				
Valor a crear (unidades de inversión)				
	Estadístico ^a	df1	df2	Sig.
Welch	24,633	3	113,505	,000
Brown-Forsythe	22,713	3	182,701	,000

a. F distribuida de forma asintótica

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Valor a crear (unidades de inversión)						
T3 Dunnett						
(I) Nivel requerido de capacidades técnicas a desarrollar		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
$ALoTI_{\min}$	$ALoTI_{\text{opt}}$	-2139,758 [*]	488,808	,000	-3451,75	-827,77
	$ALoTI_{\max}$	-2257,734 [*]	491,998	,000	-3578,42	-937,05
	$ALoTI > ALoV_{\max}$	1008,108	381,534	,055	-14,70	2030,91
$ALoTI_{\text{opt}}$	$ALoTI_{\min}$	2139,758 [*]	488,808	,000	827,77	3451,75
	$ALoTI_{\max}$	-117,976	559,913	1,000	-1618,35	1382,40
	$ALoTI > ALoV_{\max}$	3147,866 [*]	465,841	,000	1895,32	4400,41
$ALoTI_{\max}$	$ALoTI_{\min}$	2257,734 [*]	491,998	,000	937,05	3578,42
	$ALoTI_{\text{opt}}$	117,976	559,913	1,000	-1382,40	1618,35
	$ALoTI > ALoV_{\max}$	3265,843 [*]	469,188	,000	2004,13	4527,55
$ALoTI > ALoV_{\max}$	$ALoTI_{\min}$	-1008,108	381,534	,055	-2030,91	14,70
	$ALoTI_{\text{opt}}$	-3147,866 [*]	465,841	,000	-4400,41	-1895,32
	$ALoTI_{\max}$	-3265,843 [*]	469,188	,000	-4527,55	-2004,13

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes primarias en portafolio de proyectos de TI en COL.

3. Las inversiones que se realicen para desarrollar capacidades técnicas por encima del $ALoTI_{m\acute{a}x}$ crean un valor menor que el que se puede conseguir al desarrollar las capacidades en el $ALoTI_{m\acute{a}x}$.
4. El modelo P3S-VB contribuye a través de los constructos $ALoTI$ y $ALoVI$ a incrementar el valor de los proyectos de TI.

Figura 9-6. Relación $ALoTI$ y creación de valor.

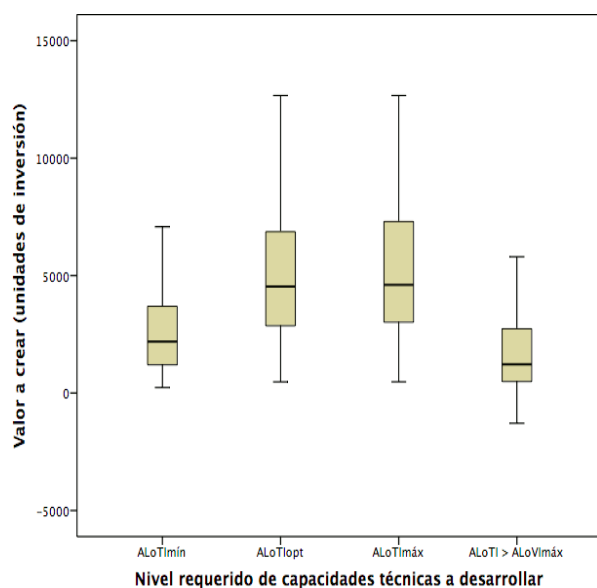
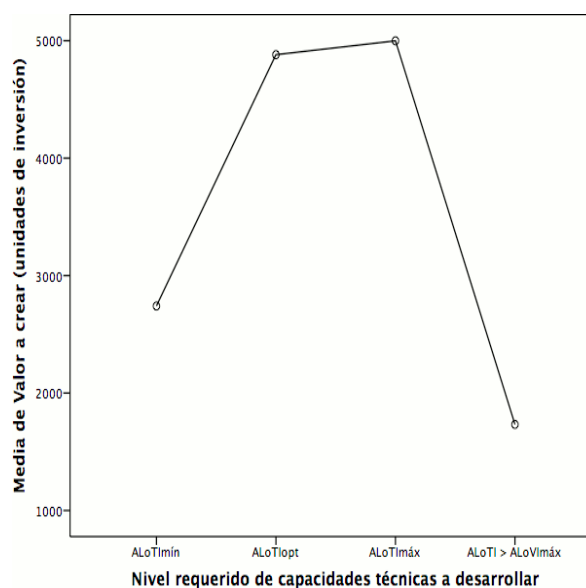


Figura 9-7. Relación de la media de creación de valor, según el $ALoTI$ a desarrollar.



Fuente: Elaboración propia.

9.4.2 Validación de H3. $ALoTI$ e inversión en capacidades técnicas

La hipótesis H3 a validar se formuló así:

H3. *La inversión en el desarrollo de capacidades técnicas, por encima de un nivel apropiado para la organización, no necesariamente incrementa el valor creado por parte de proyectos de TI.*

Para validar H3 se realizó una prueba T-Student de igualdad de medias entre: el escenario de portafolio de proyectos original con inversiones iguales o superiores a las asociadas al $ALoVI_{m\acute{a}x}$; y, el escenario de portafolio, para los mismos proyectos, pero con las inversiones asociadas hasta el $ALoVI_{m\acute{a}x}$. Se usó como límite de toma de decisión el $ALoVI_{m\acute{a}x}$ de conformidad con las definiciones del P3S-VB con relación al rango de creación de valor de los proyectos.

La hipótesis nula H_0 utilizada para esta verificación, fue la siguiente:

$$H_0: \frac{\text{El promedio de inversión en el desarrollo de capacidades técnicas, por encima del nivel apropiado para la organización } ALoTI_{m\acute{a}x.}}{\text{El promedio de inversión en el desarrollo de capacidades técnicas, en el nivel apropiado para la organización } ALoTI_{m\acute{a}x.}} = 1$$

Los resultados de la prueba T-Student para H_0 se exhiben en la Tabla 9-12. De estos se concluye que la hipótesis nula H_0 se rechaza, por cuanto el $P_{\text{Value}} = 0.000$ es menor al $\alpha = 0.05$. Así pues, hay que indicar que los datos de la muestra de proyectos del portafolio de TI a seleccionar en la empresa COL soportan la hipótesis H_3 .

Tabla 9-12. Prueba T-Student para la validación de la hipótesis H_3 .

Prueba de muestras independientes										
			Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias					
			F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia
Recursos (Unidades de inversión)	Se asumen varianzas iguales		27	0,000	8,4	104,0	0,000	4.986	593	3.810 6.162
	No se asumen varianzas iguales				8,4	67,9	0,000	4.986	593	3.803 6.170
Recursos (Porcentaje de inversión)	Se asumen varianzas iguales		112	0,000	26,4	104,0	0,000	66,7%	2,5%	61,6% 71,7%
	No se asumen varianzas iguales				26,4	52,0	0,000	66,7%	2,5%	61,6% 71,7%
Beneficios (Porcentaje de inversión)	Se asumen varianzas iguales		0	0,761	4,7	104,0	0,000	22,3%	4,7%	12,9% 31,7%
	No se asumen varianzas iguales				4,7	103,9	0,000	22,3%	4,7%	12,9% 31,7%
PVC(Py)	Se asumen varianzas iguales		33	0,000	-8,6	104,0	0,000	-2,75	0,32	-3,38 -2,11
	No se asumen varianzas iguales				-8,6	53,1	0,000	-2,75	0,32	-3,39 -2,11
Valor total capturado (Porcentaje de inversión)	Se asumen varianzas iguales		0	0,767	-9,9	104,0	0,000	-44,4%	4,5%	-53,3% -35,5%
	No se asumen varianzas iguales				-9,9	103,4	0,000	-44,4%	4,5%	-53,3% -35,5%

Fuente: Elaboración propia, a partir de fuentes primarias en portafolio de proyectos de TI en COL.

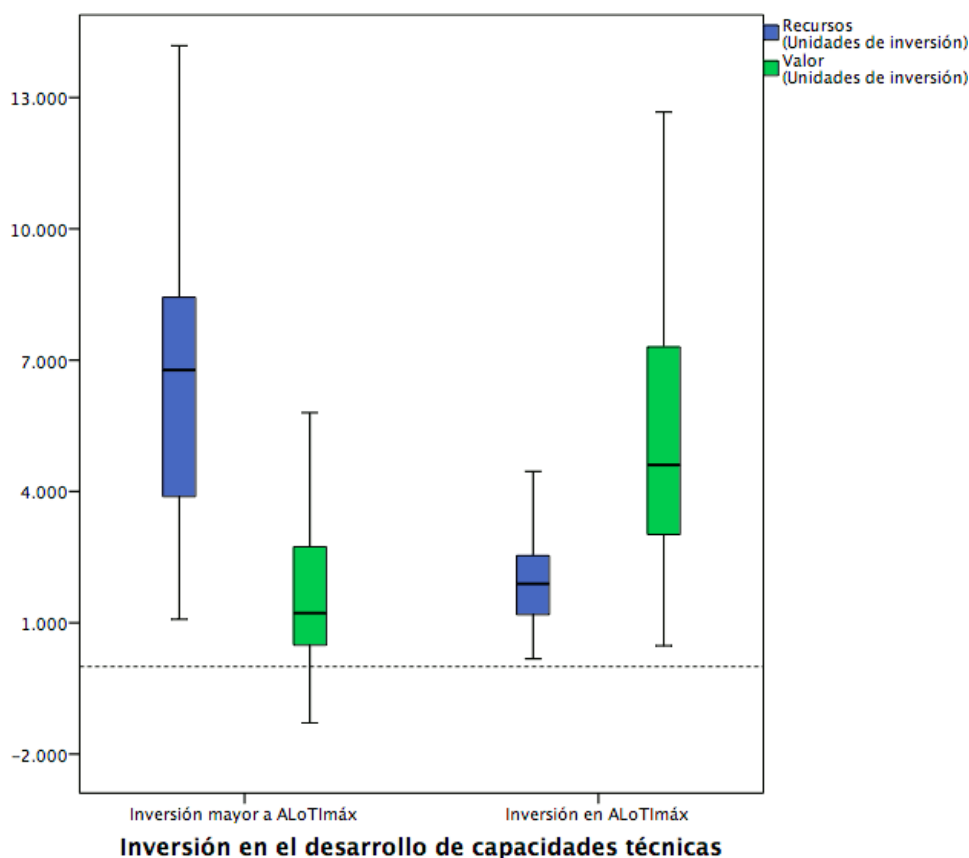
Por otra parte, los datos de la Tabla 9-12 permiten concluir que al planear los proyectos dentro del rango de creación de valor $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$ definido en el modelo PS3-VB, se incrementará el valor a crear por el portafolio. Esto en razón a que se reduce el requerimiento de recursos a asignar, como consecuencia de no incorporar capacidades cuya relación de beneficios a inversión sea inferior a uno.

Adicionalmente la Tabla 9-12 y la ilustración de la Figura 9-8 indican que la diferencia de medias entre el promedio de los recursos a invertir en el desarrollo de capacidades técnicas, es significativa. Asimismo, se lee que el valor total capturado por la aplicación del modelo P3S-VB a esta muestra de datos es positivo, y que la diferencia entre aplicarlo o no es igualmente significativa.

Los resultados de la Tabla 9-12 y la ilustración de la Figura 9-8 indican que las inversiones que se realicen por encima del $ALoTI_{m\acute{a}x}$ no incrementan el valor del portafolio, esto en línea con los hallazgos de la validación de H1.

Por el contrario, al planear los proyectos dentro del rango de creación de valor [$ALoVI_{m\acute{i}n}$, $ALoVI_{m\acute{a}x}$] se incrementa el valor a crear. Es decir, cuando las inversiones en el desarrollo de las capacidades técnicas se encuentran en el nivel apropiado para la organización [$ALoTI_{m\acute{i}n}$, $ALoTI_{m\acute{a}x}$], se puede aumentar el potencial de valor de los proyectos de y por consiguiente del portafolio.

Figura 9-8. Impacto del ALoTI en el incremento de valor.



Fuente: Elaboración propia.

9.4.3 Validación de H4. Impacto de alineación de capacidades en los KPIs

La hipótesis H4 se formuló como sigue:

H4. La incorporación de capacidades técnicas basada en la creación de valor en los factores clave del caso de negocios, permite determinar escenarios de conformación del portafolio de proyectos de TI, que encuentren adecuados compromisos entre inversión y valor.

En el contexto de H4 se debe entender “adecuados compromisos” como el balance apropiado pretendido en la selección del portafolio, entre la asignación de los recursos a invertir y el valor a crear.

La validación de H1 y H3 permiten concluir que efectivamente los proyectos tienen un rango de creación de valor $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$. Rango que como lo muestran los resultados de dichas validaciones, permiten un apropiado o adecuado balance entre inversión y valor. Asimismo, dentro de ese rango cada proyecto tiene más de una alternativa para desarrollar las capacidades técnicas $[ALoTI_{\min}, ALoTI_{\max}]$.

En consecuencia, se puede decir que, si cada proyecto solo contará con la posibilidad de desarrollar las capacidades técnicas en los niveles $ALoTI_{\min}$, $ALoTI_{\text{opt}}$, $ALoTI_{\max}$, al menos se tendrían tres escenarios factibles. Es otras palabras, un mismo proyecto, según el nivel de incorporación de tecnología a desarrollar en el rango $[ALoVI_{\min}, ALoVI_{\max}]$, al menos puede proponer al portafolio tres posibles escenarios de implementación ($ALoTI_{\min}$, $ALoTI_{\text{opt}}$, $ALoTI_{\max}$), donde cada uno de ellos de caracteriza por crear valor.

Para concluir, los resultados y hallazgos de la validación de H1 y H3, soportados con la validación de H1.b y H1.c confirman H4.

9.5 Validación del modelo P3S-VB mediante panel de expertos

Esta tesis se enfocó en encontrar respuestas a la problemática base identificada en el anteproyecto, la cual se resumió en la siguiente pregunta base de investigación, P0 *¿Cómo acompañar desde la investigación científica, la priorización y conformación del portafolio de proyectos de TI, dando prioridad al desarrollo del nivel apropiado de capacidades técnicas, a través de la gestión de valor en el caso de negocios de estos?*

La validación realizada a las hipótesis del anteproyecto, así como a las que surgieron de los hallazgos del marco teórico, permiten decir que el modelo P3S-VB contribuye al propósito de P0. Los constructos desarrollados en esta tesis doctoral apoyan la identificación de las capacidades técnicas apropiadas a incorporar en proyectos de TI. De acuerdo con esto, los procesos, principios y herramientas del modelo P3S-VB acompañan desde la investigación científica, la conformación, priorización y selección de los proyectos de TI.

Coherentemente es necesario validar si estos productos de investigación son fiables (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). Así que, para verificar la validez, usabilidad y utilidad del modelo P3S-VB, constructos, procesos, principios y herramientas se utilizó el panel de expertos.

En total se recolectaron 12 cuadernillos con la valoración realizada por igual número de expertos. Ellos, como gerentes o directores de tecnología (4), y directores de las áreas de finanzas, presupuesto o portafolio (7), emitieron su grado de conformidad para cada una de las afirmaciones y preguntas descritas en el cuadernillo del anexo 1.

El objetivo de la aplicación del cuestionario fue validar en parte el modelo P3S-VB. Así como, obtener la valoración a diferentes aspectos relacionados con la viabilidad, usabilidad y utilidad de los productos asociados (Adesolda & Baines, 2005; Platts, 1990; Chin C., 2012). Así como, recibir sugerencias para mejorar el modelo.

El proceso de validación mediante el panel de expertos, consideró como primera etapa el suministro de un documento resumen con la síntesis del modelo P3S-VB, constructos, principios, procesos, y herramientas. Luego se les entregó el cuadernillo del anexo 1. Posteriormente, los expertos, a nivel individual, recolectan los juicios o grado de conformidad con los diferentes elementos expuestos y descritos en los cuestionarios del cuadernillo suministrado. Finalmente, se recolectan los cuadernillos diligenciados, se transcriben, codifican y compilan en una base de datos para análisis.

La primera parte del cuestionario indaga la percepción de los expertos en cuanto a los constructos, principios, procesos y herramientas, incluyendo la evaluación de la viabilidad, usabilidad y utilidad del modelo P3S-VB. Estos criterios se evalúan en una escala de 1 a 5, en donde 1 representa total desacuerdo con la afirmación, y 5 confirmación total con lo expuesto.

La Figura 9-9 muestra cuatro gráficas, relacionadas con los resultados de las respuestas de los 12 expertos a cada uno de los criterios evaluados en los focos de viabilidad, usabilidad, utilidad y validación general del modelo. Se lee en cada grafica el resultado promedio de todas las respuestas para cada uno de los criterios evaluados. Cada criterio se encuentra en las coordenadas (x, y), donde las “x” representan el promedio aritmético de todas las respuestas, y el eje de las “y” el coeficiente de variación asociado las mismas. El código de cada criterio corresponde con la codificación del cuadernillo del anexo 1.

En la gráfica (d) de la Figura 9-9 se recopilan los resultados de la validación general del modelo P3S-VB, sus constructos, principios, procesos y herramientas. Se puede observar que todos los criterios recibieron alta conformidad. No obstante, con respecto al criterio D8 los expertos mostraron consenso en calificarla entre en el rango de indecisión negativa. Es decir, ellos no están convencidos en que el “...algoritmo de selección de proyectos para el incremento de valor del portafolio de TI, propuesto en el modelo P3S-VB...” sea fácil y práctico.

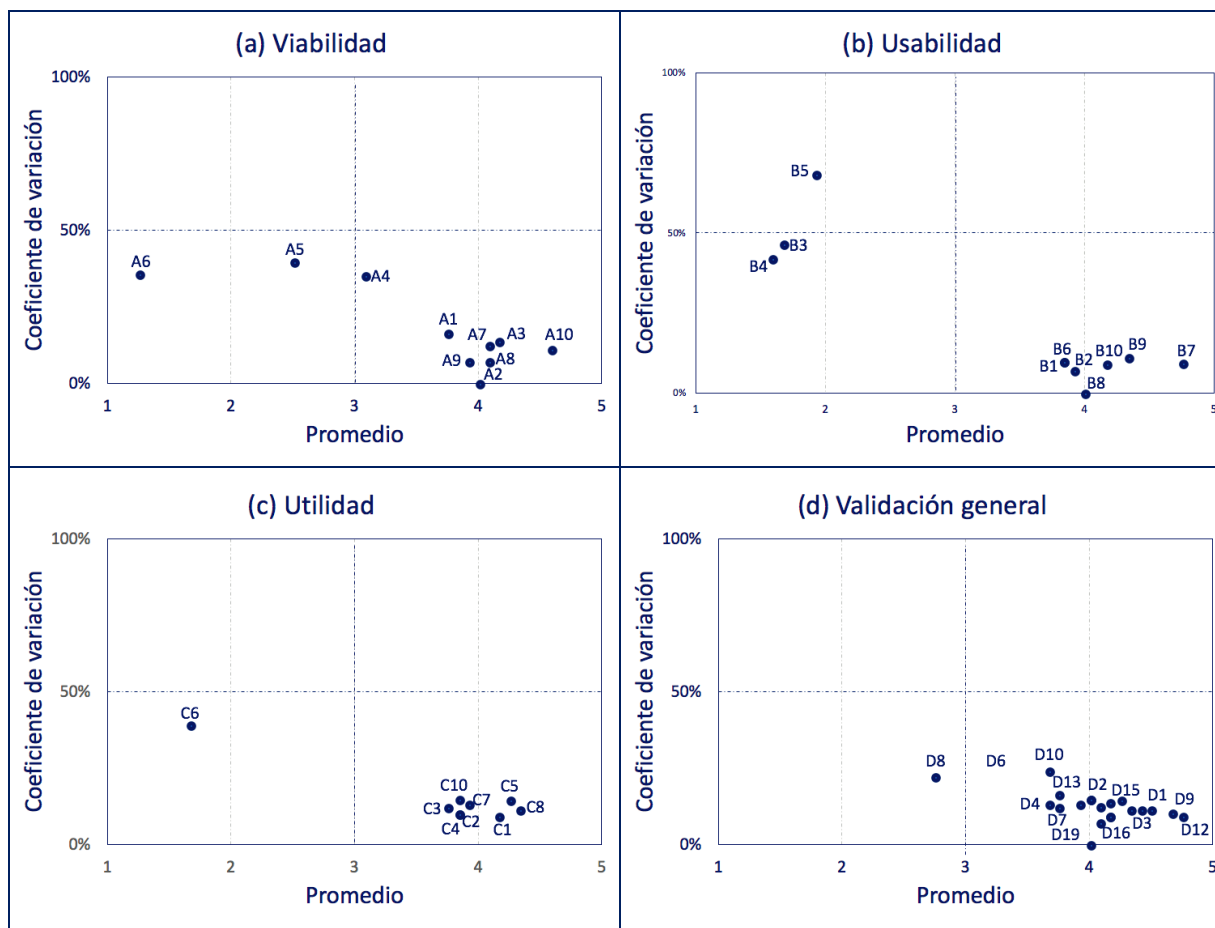
La calificación proporcionada al algoritmo de priorización se correlaciona con las respuestas A5, B4 y C6, ver gráficas (a), (b) y (c) de la Figura 9-9. En esos criterios, los evaluadores indicaron igualmente que no todas las herramientas propuestas son usables y prácticas. En consecuencia, en la extensión de este modelo para su uso continuo en las organizaciones, debe decidirse entre: ajustar el algoritmo de priorización según las condiciones de cada empresa; incorporar diferentes algoritmos y alternativas de priorización; o, suprimir esta herramienta del modelo y habilitar los medios para que los productos del P3S-VB sean priorizados con otros mecanismos en uso por las empresas. Cualquiera sea la opción, esto constituye un caso a evaluar dentro de las futuras líneas de investigación que se derivan de este trabajo.

En el foco de utilidad cuyos resultados se ilustran en la gráfica (c) de la Figura 9-9 se observa que, exceptuando el criterio C6 referenciado anteriormente, puede indicarse que existe alto consenso entre los expertos en validar el modelo P3S-VB para implementarlo en sus organizaciones. Ellos refieren con sus respuestas que al usar en sus empresas el P3S-VB o parte de sus principios, procesos y herramientas, les ayudaría a mejorar la selección y éxito de los proyectos y con ello al incremento del valor del portafolio de TI.

Adicionalmente, los expertos reportan estar de acuerdo con la utilidad de los procesos del P3S-VB. Indican su credibilidad con los diferentes componentes de este modelo. Califican el lenguaje

usado en P3S-VB como apropiado y pertinente, y encuentran que este modelo es extensible para aplicarlo a nivel masivo en la empresa en la que laboran como en otras.

Figura 9-9. Validación por juicio de expertos del modelo P3S-VB.



Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista de la viabilidad, gráfica (a) de la Figura 9-9, llama la atención la baja calificación del criterio A6. Este preguntaba si el experto ¿tendría alguna dificultad para comunicar el modelo P3S-VB a su equipo de portafolio y a los de proyecto? Sin embargo, este alto desacuerdo significa que el experto no encuentra dificultad en comunicar el modelo P3S-VB a otras personas. En otros términos, la ubicación de A6 es positiva desde la óptica como se formuló ese criterio. La variabilidad del 36% en este criterio refleja la confusión que la redacción generó entre los expertos.

Las valoraciones otorgadas a los criterios A1, A2, B1, B2 y en particular B8, C7, C8 confirman que efectivamente A6 en su valoración implica conformidad de los expertos para comunicar con facilidad el modelo P3S-VB. Desde otro punto de vista, se observa que existe consenso entre los

expertos en que es viable implementar fácilmente el modelo en sus organizaciones, y que ellos consideran viable recomendarlo para ser implementado en otras empresas. Ello en línea con las conclusiones obtenidas del foco de utilidad expuesto anteriormente.

En el foco de usabilidad, las valoraciones recibidas para los criterios B3, B4 y B5 muestran la más alta variabilidad de todas los evaluados, gráfica (b) de la Figura 9-9. En B3 los expertos indican estar en desacuerdo con cualquier inconveniente en la ejecución de los procesos propuestos. Es decir, los expertos están de acuerdo en que no hay inconveniente en la ejecución. Esto lleva a concluir que esa alta variabilidad, igualmente a lo observado para A6 puede estar relacionada con la calidad de la pregunta.

Los resultados de B4 mapeados en la gráfica (b) de la Figura 9-9, igual a lo expuesto anteriormente, son un indicio de los problemas de calidad en la formulación de dicho criterio en el cuadernillo de evaluación del anexo 1. Por cuanto, el promedio de las respuestas de los expertos está en desacuerdo en que existan procesos, herramientas o conceptos innecesarios o redundantes.

La gráfica (b) de la Figura 9-9 muestra que, en línea con lo anterior, los resultados de B5 se pueden interpretar como la conformidad de los expertos en que no se requieren herramientas o técnicas adicionales en el modelo P3S-VB. Por otra parte, las demás respuestas a los criterios de usabilidad, permiten concluir desde el punto de vista de los expertos, que el modelo P3S-VB y sus productos son usables.

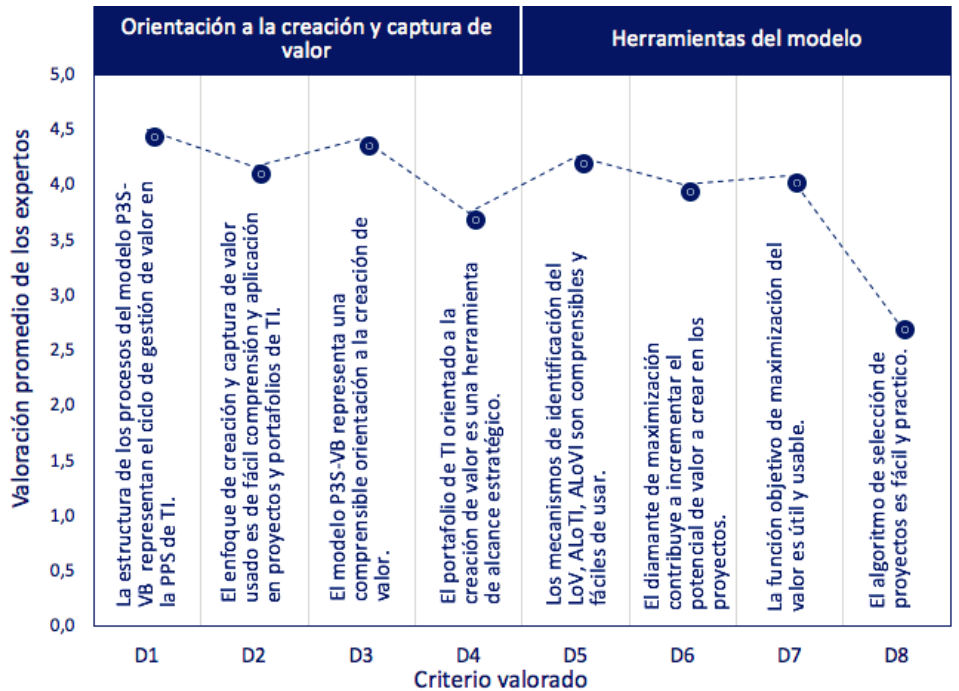
La Figura 9-10 retoma la validación general del modelo. Esa ilustración destaca la valoración de 4.5 proporcionada a la estructura de procesos y en general a todo el P3S-VB (D1 y D3). Los expertos reconocen que el modelo desarrollado en esta investigación, representa una manera clara y comprensible de la orientación a la creación de valor en la selección del portafolio de TI.

Por otra parte, se observa en la Figura 9-10 tres niveles diferentes de valoración para las herramientas del modelo. La valoración más alta, 4.3, fue otorgada al criterio D5. Esto se interpreta como la aceptación por parte de los expertos del aporte de los mecanismos para identificar el LoV, ALoTI y ALoVI. En segundo lugar, clasificaron con 4.0 el diamante (D6) y la función objetivo (D7) de maximización del valor a crear.

Es importante rescatar en este punto que en adición al alto nivel de conformidad con la propuesta del modelo P3S-VB, los expertos encuentran que los constructos de nivel apropiado de

incorporación de valor y tecnología, y las herramientas de maximización, contribuyen al incremento de valor en la selección del portafolio de proyectos de TI.

Figura 9-10. Validación general del modelo P3S-VB.



Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en el tercer nivel de valoración con 2.8 puntos (rango negativo de indecisión) los expertos clasificaron el algoritmo de priorización (D8). Debe apreciarse que el nivel de conformidad recibida por esta herramienta, en contraste con la valoración de los criterios A5, B4 y C6, ratifican los comentarios registrados por los expertos de no usar algunas de las herramientas propuestas. Lo anterior en razón a que, o bien en sus organizaciones disponen de otros mecanismos de priorización, o las herramientas como se encuentran diseñadas no son prácticas o fáciles de usar.

Desde la perspectiva de los constructos y principios fundamentales del modelo P3S-VB, se registra en la Tabla 9-13 la valoración promedio, desviación estándar y coeficiente de variación resultante del juicio de los expertos. Los dos criterios con la mayor calificación, es decir en donde los evaluadores conceptuaron estar muy de acuerdo con las definiciones presentadas, fueron el principio fundamental del P3S-VB postulado en el capítulo ocho como “las capacidades de

negocio reales fuentes de creación de valor” (D9), y al constructo del ALoTI (D12). Estas valoraciones confirman desde lo cualitativo las hipótesis H1, H3 y H4.

Adicional a estos resultados deben reportarse los comentarios registrados por los expertos con relación a estos aspectos. Por ejemplo, uno de ellos anoto con respecto al ALoTI lo siguiente: “Lo usaría en cualquier tema de abastecimiento de bienes o servicios. El concepto es llamativo porque invita preguntarse el para que de lo que compro.”, otra persona indico que lo usaría para “Todos aquellos en los cuáles medie escenarios escalonados para implantar un producto tangible.”, y otro de ellos menciona:

A nivel general lo novedoso de este aspecto, es llevar a preguntarse si requiero invertir en todo o es posible realizarlos de manera escalonada o simplemente eliminar aspectos que tal vez en el ciclo de vida de esos productos nunca llegue a usar, pero si los construyo, no solo absorben parte de mis inversiones, sino que debo destinar OPEX en su soporte. (Experto, 2017)

Los resultados de la Tabla 9-13 destacan otros tres aspectos que corresponden con la valoración de D11, D14 y D16, los cuáles están directamente relacionados con las hipótesis H1, H1.a, H1.b, H1.c, H1.d y H2. Se lee de esta tabla que los expertos están de acuerdo en la existencia de un rango de creación de valor asociado al ALoVI; la orientación de las capacidades técnicas al desarrollo de las capacidades de negocio como eje de la creación de valor; y, la definición de los KPI's como medios para materializar el potencial de valor a crear y capturarlo.

Adicionalmente se destaca la validación que realizan los expertos de D15, la cual eleva la importancia de la gestión de grupos de interés en la dirección de proyectos por su impacto en asegurar y contribuir que esa creación y captura de valor pueda ser materializada.

En conclusión, el modelo P3S-VB en concepto de los 12 expertos que atendieron esta técnica de validación, contribuye al incremento de valor en la selección del portafolio de proyectos de TI. En particular con los constructos de nivel apropiado de incorporación de valor y tecnología ALoVI y ALoTI. Es importante anotar el consenso general de los evaluadores, quienes conceptuaron usar este modelo en sus empresas, así como recomendar su uso para otras organizaciones.

Adicionalmente, los resultados de esta validación por juicio de expertos confirman que el modelo P3S-VB es pertinente y aplicable para la conformación del portafolio de proyectos de TI en productoras de petróleo. Lo cual soporta y valida el objetivo específico O5. Asimismo, y como se anotó anteriormente, esta técnica también validó desde lo cualitativo todas las hipótesis de esta investigación.

No obstante, los expertos también conceptuaron que el algoritmo de optimización propuesta es susceptible de modificación, mejora o sustitución. Con la salvedad, que el modelo P3S-VB lo usarían con o sin esas herramientas.

Tabla 9-13. Valoración de los constructos y principios fundamentales del modelo P3S-VB.

¿La inclusión de los siguientes conceptos, principios fundamentales y herramientas son necesarios, dados los objetivos de creación y captura de valor?		Resultados valoración		
		Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación
D9	La identificación, valoración y definición de las capacidades organizacionales esta directamente relacionada con los objetivos estratégicos y organizacionales de la empresa. Por lo tanto, su alineación favorece la creación de valor para la empresa.	4,7	0,5	11%
D10	Definir un nivel apropiado de incorporación de las capacidades organizacionales, ayuda a incrementar el valor para la empresa.	3,7	0,9	24%
D11	Existe un diferente aporte a la creación de valor por parte de las distintas capacidades a desarrollar e impactar en un proyecto. Por lo cual, se puede decir que existe un nivel apropiado de incorporación de valor o ALoVI.	4,2	0,4	9%
D12	En un proyecto de TI, todas las funcionalidades y capacidades tecnológicas no aportan igualmente a la creación de valor. Así mismo, se identifica en proyectos de TI que algunas de estas pueden ser suprimidas del alcance del proyecto. Lo anterior no afecta los objetivos y propósitos del proyecto, pero si disminuye la inversión requerida y aumenta el valor a crear. Por lo tanto, se puede decir que en este tipo de proyectos puede determinarse un nivel apropiado de incorporación de la tecnología o ALoTI.	4,8	0,5	10%
D13	La alineación de los proyectos al desarrollo e impactos en las capacidades del negocio, representan una fuente real de creación de valor.	3,8	0,6	17%
D14	En proyectos de TI, al orientar la incorporación de las capacidades tecnológicas al desarrollo de las capacidades de negocio, se contribuye a la materialización de los beneficios y captura de valor.	4,2	0,4	9%
D15	Los clientes y usuarios, como grupo de interés relevante en la generación de beneficios, representan el eje de gestión para asegurar la creación y captura del valor de los impactos incorporados por los proyectos.	4,3	0,5	11%
D16	La definición de mecanismos de medición de los impactos a incorporar por proyectos de TI, o KVis, desde la etapa de planeación, contribuye a la materialización de beneficios, visibilidad del valor creado y valoración del valor capturado por clientes, usuarios y organización en general.	4,1	0,3	7%
D17	La identificación de un rango de creación de valor en un proyecto de TI, determinado este por el ALoTI en el rango mínimo a máximo, permite la definición de un mapa de ruta para el desarrollo tecnológico, proyectos y programas.	3,7	0,5	13%
D18	La identificación de un rango de creación de valor en un proyecto de TI, determinado este por el ALoTI en el rango mínimo a máximo, permite la definición de diferentes escenarios para desarrollar las capacidades asociadas. Lo anterior, ofrece en la selección del portafolio diferentes alternativas, y, por lo tanto, varios escenarios para la conformación de este.	4,0	0,6	15%
D19	La identificación del potencial de valor a crear por proyectos de TI se beneficia de la alineación del proyecto a las capacidades de negocio a impactar, de la fijación de KPI's para medir dichos impactos y de la definición del nivel tecnológico realmente requerido por las TI a incorporar.	4,0	0,0	0%
D20	El caso de negocios en proyectos de TI es la herramienta sobre la cual deben girar las decisiones de identificación, creación y captura de valor.	3,9	0,5	13%

Fuente: Elaboración propia.

9.6 Cumplimiento de los objetivos de investigación

En el anteproyecto de esta investigación se definieron cinco objetivos específicos relacionados con el objetivo principal de investigación OG. El cual se reporta a continuación:

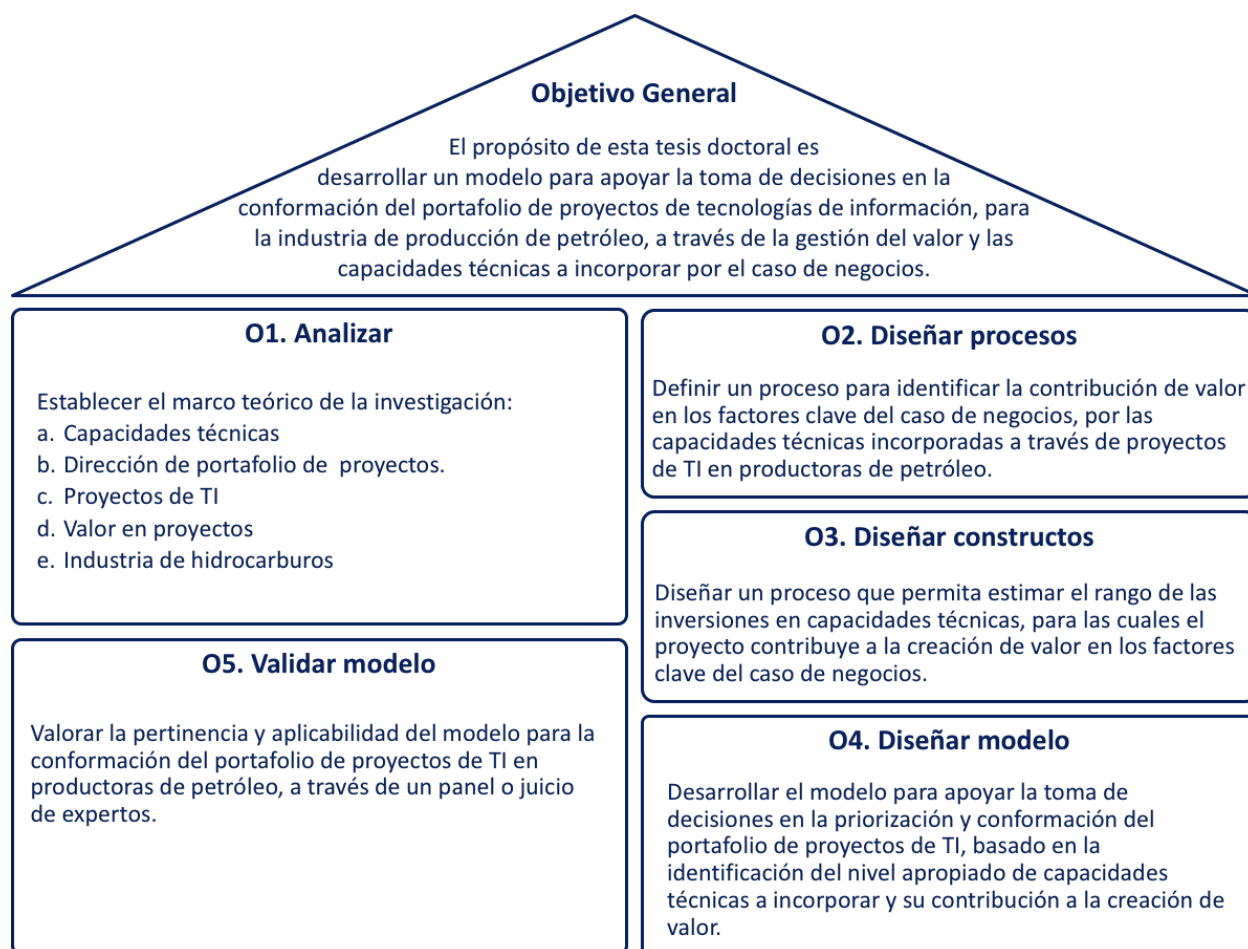
OG. El propósito de esta tesis doctoral es desarrollar un modelo para apoyar la toma de decisiones en la conformación del portafolio de proyectos de tecnologías de información, para la industria de producción de petróleo, a través de la gestión del valor y las capacidades técnicas a incorporar por el caso de negocios.

El alcance de cada uno de los objetivos específicos se encuentran detallados en la Figura 9-11. Se enseña que el primer objetivo, O1, tenía como propósito analizar y revisar el estado de la literatura y establecer el marco teórico de la investigación. En el anteproyecto se planteó el alcance del marco teórico, según las disciplinas que para esa etapa preliminar de la investigación eran requeridas para el logro del objetivo general, y para dar respuesta, tanto a la pregunta base de investigación P0, como a las tres preguntas complementarias P1, P2 y P3. Estas cuatro preguntas fueron especificadas como sigue:

- P0. ¿Cómo acompañar desde la investigación científica, la priorización y conformación del portafolio de proyectos de TI, dando prioridad al desarrollo del nivel apropiado de capacidades técnicas, a través de la gestión de valor en el caso de negocios de estos?*
- P1. ¿Cómo contribuir a la toma de decisiones en la conformación del portafolio de proyectos de tecnologías de información, de empresas productoras de petróleo, a través de la gestión de valor?*
- P2. ¿Cómo puede la gestión de valor en proyectos, alinear el desarrollo de capacidades incorporadas por la tecnología con los factores clave en el caso de negocio?*
- P3. ¿Cómo contribuir a la producción de petróleo en Colombia, a través de la alineación del nivel apropiado de capacidades técnicas a incorporar con el valor a crear en el portafolio de proyectos de tecnología?*

De acuerdo con las cuatro preguntas de investigación arriba expuestas y en línea con los propósitos definidos para cada uno de los objetivos definidos para esta tesis (descritos en la Figura 9-11), se identificaron alcance, disciplinas, conceptos y teorías requeridas explorar y analizar en el marco teórico. En cumplimiento a lo expuesto para O2, se fundamentó y documentó el marco teórico en la parte I de la presente tesis. En consecuencia, el objetivo específico O2, fue cumplido.

Figura 9-11. Objetivos de investigación formulados en anteproyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Retomando la descripción de los objetivos O2, O3 y O4 que se exhiben en la Figura 9-11, y al contrastarlos contra el diseño del modelo P3S-VB, se puede concluir lo siguiente:

1. El modelo P3S-VB definió cuatro procesos, a saber:
 - i. Alineación organizacional.
 - ii. Alineación del desarrollo tecnológico.
 - iii. Selección de proyectos de TI.
 - iv. Creación y captura de valor del portafolio de TI
2. Cada uno de esos procesos tienen como propósito incrementar del potencial de valor a crear de los proyectos. Para lo cual, el modelo se fundamenta en los siguientes cinco principios, y define los constructos de nivel apropiado de incorporación de capacidades, valor y tecnología, ALoCI, ALoVI y ALoTI:

- i. La orientación al valor.
- ii. El portafolio como herramienta estratégica.
- iii. Las capacidades de negocio y el potencial de valor a crear.
- iv. Las capacidades tecnológicas y la creación de valor.
- v. La gestión de los grupos de interés y la captura del valor.

En consecuencia, el objetivo específico O2 fue cumplido con la definición de los procesos de alineación organizacional y alineación del desarrollo tecnológico. O2 se encuentra fundamentado en la orientación al valor, la definición de las capacidades de negocio como fuentes reales de creación de valor, y mediante el realce dado a las capacidades tecnológicas en el desarrollo de las capacidades de negocio. Asimismo, O2 se abastece de la definición del constructo del ALoVI, en lo pertinente a la identificación del rango de creación de valor de los proyectos, y por esa vía a la identificación de los KPI's que permiten medir dichos impactos. Por último, en la revisión de O2 es oportuno decir que toda la fundamentación que lo soporta fue confirmada con la validación de las hipótesis H1, H1.b, H1.c, H1.d y H2. Y, como consecuencia de los constructos, procesos y principios fundamentales que sostienen el objetivo específico O2, se aportó a las preguntas de investigación P1 y P2.

3. A su vez, el objetivo específico O3, cuyo alcance está relacionado con la estimación del rango de inversiones en capacidades técnicas, fue cumplido y validado; y con ello se dio respuesta a la pregunta de investigación P2. El constructo del ALoCI permite identificar cual es el nivel requerido desarrollar en las diferentes capacidades de negocio para la organización. Estas se alinean a los objetivos y orientación estratégica de la empresa, y permiten identificar los potenciales impactos a desarrollar por los proyectos. Con lo cual, es factible: (a) definir las capacidades técnicas a incorporar para lograr dichos impactos; (b) determinar los KPI's para medirlos; y (c) calcular el rango en el cual esos impactos entregan valor [ALoTImín, ALoTImáx]. Como producto de lo anterior, se puede hallar el nivel apropiado de incorporación de cada una de las capacidades técnicas, observado este dentro del rango de creación de valor. De acuerdo con lo antes expuesto y en armonía con los resultados y confirmación de la validación de las hipótesis H1, H1.a, H1.b, H1.c, H1.d, H2 y H3, se puede afirmar que O3 fue cumplida.
4. Coherentemente el logró y cumplimiento de O1, O2 y O3, y la confirmación de todas las hipótesis formuladas, permite afirmar que el modelo P3S-VB, sus constructos, principios

fundamentales, procesos y herramientas satisfacen el alcance y propósito definido para O4, y aporta respuesta a las preguntas de investigación P1, P2 y P3. Es importante anotar que la validación por panel de expertos, permitió identificar, desde lo cualitativo, la aplicabilidad de este modelo en el contexto y uso de las organizaciones, claro que con las adaptaciones que para cada caso en particular se requiera. Por su parte, y de manera específica la validación de las hipótesis H1, H3 y H4 permitió confirmar, desde lo cuantitativo, la contribución del modelo P3S-VB en el incremento de valor en la selección del portafolio de proyectos de TI. En síntesis, el objetivo específico O4 fue cumplido y confirmado desde lo cualitativo y cuantitativo.

5. Adicionalmente, y en complemento a lo ya expuesto a lo largo de este capítulo, se puede aseverar que el objetivo O5 fue igualmente cumplido.

En síntesis, el objetivo general de la investigación aquí desarrollada fue cumplido y validado. Los productos desarrollados y agrupados en el modelo P3S-VB, como lo confirmo la validación por juicio de expertos y las hipótesis H1, H3 y H4, contribuyen en la toma de decisiones durante todos los procesos de selección del portafolio de proyectos de TI. La orientación del P3S-VB identificación, creación y captura de valor, se apalanca en los constructos de nivel apropiado de incorporación de capacidades, valor y tecnología, ALoCI, ALoVI, ALoTI.

De igual manera se debe indicar que este trabajo desde la investigación científica contribuye a la pregunta base de investigación P0. Ello, en razón a lo arriba expuesto, así como los hallazgos registrados en el marco teórico, los constructos definidos y los procesos para la selección del portafolio. Al igual que, los principios fundamentales para el incremento del valor, las herramientas propuestas, y la confirmación de las hipótesis. Todo lo anterior, de conformidad con las limitaciones y oportunidades de mejora identificadas en la investigación y validación.

Por último, teniendo en cuenta las fuentes de datos con las cuáles se validaron las hipótesis y el sector económico de las empresas para las cuáles trabajan los expertos consultados, debe anotarse que, con la aplicación de este modelo a la industria de los hidrocarburos en Colombia, se contribuye desde la academia con esta industria. Esto por lo tanto aporta a la problemática planteada desde el anteproyecto de investigación.

10

CONCLUSIONES

El uso de la metodología de diseño de ciencia en tecnologías de información o DSR-IS, en el desarrollo de la presente investigación, contribuyó en el mejoramiento continuo del diseño del P3S-VB. Esto, toda vez que esta metodología propone un proceso de diseño iterativo, entre la etapa de desarrollo y la de validación de los artefactos; que en el caso de esta tesis fueron, los constructos del ALoCI, ALoVI y ALoTI, tanto como el desarrollo del P3S-VB, el diamante de maximización, la función objetivo y el algoritmo de priorización.

La contribución de esta metodología, en grado principal, fue en la identificación de las limitaciones del conocimiento específico a la selección de proyectos de TI orientados al valor. Las brechas identificadas con la investigación adelantada, fueron: entre el nivel de desarrollo de las capacidades organizacionales y tecnológicas; entre el potencial de valor a crear y el nivel apropiado de recursos a asignar; y entre los impactos asociados a las capacidades a incorporar, los mecanismos necesarios para su medición, y la captura de valor.

Adicionalmente, la propuesta que esta metodología realiza, de dar origen a la investigación a través de un prototipo, permitió al investigador adquirir mayor claridad del problema objetivo de investigación, las áreas de conocimiento necesarias explorar, y la profundidad de conceptos que requería desarrollar. En el desarrollo del anteproyecto que dio origen a esta tesis, el investigador, siguiendo la metodología DSR-IS, propuso el prototipo denominado BCV-B. A partir de ahí, y durante la exploración de la literatura y elaboración del marco teórico, estructuró la base teórica con la cual fundamentó la investigación. Asimismo, derivado del entendimiento y comportamiento del prototipo BCV-B y de los hallazgos del marco teórico, el investigador logró identificar, determinar y definir los elementos requeridos en el modelo P3S-VB. Así como, los procesos a través de los cuáles alcanzar los propósitos de identificación, creación, gestión y captura de valor; observando el logro de estos propósitos desde la identificación de los potenciales proyectos, pasando por la priorización y selección del portafolio, y hasta la ejecución de los proyectos.

En el desarrollo del marco teórico se logró concluir que las empresas del sector de los hidrocarburos son dependientes de la tecnología para disminuir la incertidumbre relacionada con su núcleo de negocio. En otras palabras, una parte importante en el éxito y viabilidad de las empresas de este sector, como lo advierten Albrechtsen & Besnard (2013), Holdaway (2014) e Inkpen & Moffett (2011), está relacionado con la existencia de información y tecnología que habilite, automatice e integre la comprensión permanente del subsuelo y de sus hidrocarburos,

tanto como de los diferentes procesos y actividades que impactan los inductores de costo, gestión y operación en cada caso. Por lo cual, se concluye que las TI en esta industria se constituyen en una herramienta estratégica y esencial, razón por la cual, la alineación de las capacidades técnicas con el potencial de valor de las mismas contribuye en el logro de los objetivos perseguidos por esta industria.

Por otra parte, del análisis de la estrategia en las organizaciones, se concluye que aunque se tiene como objetivo identificar las inversiones requeridas para mantener, desarrollar, incorporar y extender los recursos y capacidades requeridas por la empresa para alcanzar sostenibilidad en el largo plazo (Chung *et al.*, 2016; Helfat & Winter, 2011; López-Cabarcos, Göttling-Oliveira-Monteiro, & Vázquez-Rodríguez, 2015; Maniak *et al.*, 2014; Teece, Pisano, & Shuen, 1997; Winter, 2008). En la realidad las organizaciones, en promedio, solo alcanzan el 63% del rendimiento financiero prometido en sus estrategias, y en un 66% de las empresas la estrategia nunca se ejecuta (Johnson, 2004; Kaplan & Norton, 2008; Mankins & Steele, 2005).

Adicionalmente de los análisis del *Independent Project Analysis* IPA¹²⁹, a 318 megaproyectos¹³⁰ industriales¹³¹ a nivel global (de los cuales un 41% corresponden con proyectos del sector petrolero), se concluye que la tasa de éxito de los proyectos en el sector de hidrocarburos es de aproximadamente un 22%. El restante 78%, corresponde un 33% a proyectos ejecutados con sobrecostos y un 30% a culminados en un tiempo superior al planeado. Un 64% de esos proyectos experimentaron en los primeros 2 años de operación niveles de producción inferiores a los planeados, lo cual de manera directa afectó la tasa de retorno sobre la inversión de los mismos.

Todo lo anterior, en complemento con los análisis de The Standish Group (2013), que indican que los proyectos de TI alcanzan un desempeño exitoso en máximo el 39% de los casos, permite concluir que los proyectos de TI en el sector de hidrocarburos, están expuestos a altos índices de falla, pero que a su vez son la fuente de un alto impacto para los objetivos de negocio. En

¹²⁹ Información recopilada y análisis desarrollado por el *Independent Project Analysis* IPA. Esta es una compañía fundada por Edward Merrow en 1987 la cual se especializa en consultoría, benchmarking y evaluación de proyectos industriales en petroquímica, farmacéutica, minerales, minería e hidrocarburos. En el año 2013, IPA contaba con una base de datos de más de 16.700 proyectos, con tamaños entre 20.000 USD a 25 Billones USD. Más información en: <http://www.ipaglobal.com/>.

¹³⁰ Megaproyectos corresponde a proyectos con inversiones superiores a 1 billón de dólares.

¹³¹ Debe interpretarse como industrial aquel proyecto que construye un producto para la venta.

consideración a ello, todo esfuerzo desde la investigación científica que contribuya a materializar el valor de estas tecnologías y, a disminuir la probabilidad de falla en la ejecución de estos proyectos, es de importancia estratégica para este tipo de organizaciones y para este sector económico. Por lo cual, se concluye que una perspectiva moderna en la dirección de proyectos de TI debe centrarse en la identificación, formulación, planeación, ejecución y aseguramiento de los resultados que habilitan la generación de ese potencial de valor a crear de las TI en esta industria.

De acuerdo con lo anterior y en línea con Melton, Yates & Iles-Smith (2007) y Thomas & Mullaly (2008, 2009), se concluye que esa nueva perspectiva en la dirección de proyectos implica que la gestión de beneficios y la materialización de valor en el portafolio sean los ejes sobre los cuáles se dirija el proyecto. Así mismo, el éxito del proyecto y el desempeño del portafolio se ven afectados significativamente cuando de forma simultánea se ejercen las prácticas de gestión de beneficios (Badewi, 2015; PMI, 2017a; Serra, 2016). Al llegar a este punto y en consonancia con Badewi (2015), debe indicarse que para aprovechar la contribución de la gestión de beneficios en el desempeño del portafolio (Kodukula, 2014; PMAJ, 2005), es requerido identificar, estimar y gestionar dichos impactos durante todo el ciclo de los proyectos, desde la fase de selección del portafolio, y durante la ejecución del mismo (Chih & Zwikael, 2015; OGC, 2009; PMI, 2017b).

En otro orden de ideas, se concluye de las investigaciones de Tallon, Kraemer & Gurbaxani (2000) y Tallon (2007) que las empresas, en las cuáles las inversiones en capacidades tecnológicas se encuentran más enfocadas en propósitos estratégicos y organizacionales, alcanzan mayores beneficios de las TI en toda la cadena de valor. Aquí vale la pena anotar que en la validación de las hipótesis, y particularmente en el análisis de los tipos de beneficios en proyectos de TI, se confirmó lo expuesto por Tallon (2007). Por ello, las inversiones en TI, como capacidades tecnológicas de la organización, deben estructurarse desde el aporte y contribución a los propósitos empresariales, incorporación o apalancamiento de capacidades esenciales de negocio, y, fuentes de creación y captura de valor (Lentz, Gogan, & Henderson, 2002). En síntesis, desde la perspectiva de los proyectos de TI, la alineación de los objetivos del alcance del proyecto, a los impactos a desarrollar en las capacidades, procesos y objetivos de negocio, es factor de éxito en la generación de los beneficios, y creación y captura del valor que las tecnologías aportan a las empresas.

El portafolio de proyectos como herramienta estratégica contribuye en el desarrollo de las metas y objetivos empresariales (Vitolo & Cipparrone, 2014). El componente principal de este propósito es la selección del conjunto de proyectos del portafolio PPS, maximizando el balance entre recursos, riesgos, capacidades, y valor a crear (APM, 2006; IPMA, 2006; Kodukula, 2014; PMAJ, 2005; PMI, 2017b; Turner, 2008). Existen evidencias del positivo aporte de las prácticas de PPS en la alineación del portafolio con los propósitos, objetivos y estrategias de las empresas, tanto para la incorporación de capacidades organizacionales, como en el desarrollo de ventajas competitivas (Buschle & Quartel, 2011; Chiang & Nunez, 2013; Kaiser, El Arbi, & Ahlemann, 2015; Maes, De Haes, & Van Grembergen, 2015; Say, Fوسفeld, & Parish, 2003; Too & Weaver, 2014; Voss & Kock, 2013). Empero, se concluye de la revisión de la literatura sobre dirección de portafolio y en lo pertinente a PPS que se ha prestado escasa atención a los conceptos de gestión de valor (Martinsuo & Killen, 2014). Por consiguiente, se concluye que toda investigación científica que coadyuve a ampliar la orientación del portafolio al valor, contribuye de manera importante en esta disciplina.

En línea con los propósitos de identificar las capacidades correctas para las organizaciones y que las tecnologías que se incorporen en las empresas entreguen valor, se concluye de las investigaciones de Forstner, Kamprath & Röglinger (2014), Linhart *et al.* (2015) y Afflerbach, Bolsinger & Röglinger (2016), que a pesar de la contribución de las capacidades en el desarrollo de los objetivos estratégicos y organizacionales, no necesariamente el desarrollo de una capacidad en el nivel más alto, contribuye con la maximización del potencial de valor a crear para la empresa. Esta realidad conlleva el riesgo de que en la PPS, se haga una equivocada asignación de recursos económicos y no económicos de la empresa. Por otra parte, también se concluye de la investigación de Bonham (2005) que, la gran mayoría de los proyectos de TI requieren de la asignación de recursos para un conjunto mínimo de capacidades técnicas, a partir de las cuáles se puedan generar los beneficios planeados desde el portafolio. En caso de que no sea posible el desarrollo de ese nivel mínimo de capacidades, dichos proyectos no agregan valor. En síntesis, en la PPS y en los proyectos, es determinante identificar el rango en el cual los proyectos crean valor, el nivel de desarrollo asociado a las diferentes capacidades a incorporar, y los recursos involucrados para los diferentes escenarios.

Por lo anterior, desde los propósitos de esta investigación se concluye que existen brechas importantes en las cuáles la investigación en valor en la PPS, puede contribuir en la identificación

los proyectos y portafolios correctos para la organización. Los cuáles deben caracterizarse por incorporar las capacidades correctas, en el nivel tecnológico correcto, para los grupos de interesados correctos, en el momento correcto, y que todo esto se apropie en la compañía de tal manera que se cree y capture valor (Letavec, 2014; Melville *et al.*, 2004; Serra, 2016; Ward & Daniel, 2012).

El modelo P3S-VB es el aporte de la presente de investigación doctoral a las oportunidades identificadas y sintetizadas anteriormente. Este modelo tiene como propósito apoyar la toma de decisiones en la selección del portafolio de proyectos de tecnologías de información, a través de la gestión del valor. El modelo P3S-VB, aporta a la disciplina de dirección de proyectos y de portafolio, en (a) la definición de los constructos de nivel apropiado de incorporación de capacidades, valor y tecnología; (b) la identificación del rango en el cual las capacidades tecnológicas, los proyectos y los portafolios pueden crear valor; (c) los procesos para la selección del portafolio de proyectos basados en valor; y (d) la alineación de la gestión de beneficios y la dirección de proyectos.

La validación de las hipótesis de esta investigación permitió confirmar que el modelo P3S-VB contribuye en la creación y captura de valor para las organizaciones. Esto, como lo reconoció el panel de expertos sucede en razón la orientación al valor que tienen cada uno los cuatro procesos definidos en el modelo. Así como en los propósitos y contribución que proveen los constructos del nivel apropiado de incorporación de capacidades, valor y tecnología, ALoCI, ALoVI y ALoTI.

Se confirmó que el nivel requerido de capacidades técnicas a desarrollar por las TI, está asociado de manera directa con la creación de valor en el caso de negocios del proyecto. Al igual que, el porcentaje de beneficios planeados que se transforman en valor capturado, se incrementa significativamente (65,16%) en la medida que la planeación de los proyectos se fundamenta en la alineación a los impactos en las capacidades, procesos y objetivos de negocio, y en que se determinen indicadores claves de valor que midan los impactos en términos de negocio.

La aplicación del modelo P3S-VB permitió evidenciar que la inversión en el desarrollo de capacidades técnicas, por encima de un nivel apropiado para la organización, no incrementa el valor creado por parte de proyectos de TI. Confirmando con ello los constructos definidos en esta tesis. Además, se concluyó que existe un rango en el cual los proyectos y el portafolio crean y capturan valor. Dicho rango está directamente relacionado con el aporte diferencial de valor de

cada una de las capacidades a incorporar en los proyectos. Por lo tanto, la aplicación del modelo en un caso práctico, permitió concluir que el P3S-VB crea valor para el portafolio en dos vías. La primera está asociada a los recursos del portafolio que se optimizan, al evitar inversiones en capacidades que no agregan valor. Y, la segunda está relacionada con la identificación de los proyectos en el rango de creación de valor, con lo cual el total de valor a crear a nivel de proyecto y por lo tanto de portafolio se amplía.

En síntesis:

1. En la incorporación de las TI lo importante no es el conjunto de recursos tecnológicos involucrados, sino como esos recursos son aprovechados por los clientes, usuarios y en general por la empresa para crear y capturar valor.
2. Existe un conjunto mínimo de características o funcionalidades tecnológicas, a partir de las cuáles, la empresa logra extraer valor de una TI.
3. No necesariamente incorporar una TI con todas las funcionalidades o en el más alto nivel de desarrollo, crea el máximo valor para la organización.
4. Las capacidades de las TI como fuentes de creación de valor para la empresa, requieren de la integración e interacción con otras capacidades esenciales de negocio, desarrollo de competencias a nivel de las personas y ajustes u optimización en los procesos organizacionales.
5. La gestión de beneficios está más correlacionada con el éxito en la creación de valor para el negocio, que con el éxito de la gestión de proyectos.
6. La gestión de beneficios tiene una significativa contribución en la definición de objetivos y productos requeridos por la organización y grupos de interés.
7. La empresa captura valor, a partir de un nivel mínimo, denominado en esta tesis como $ALoVI_{min}$. Este nivel es a partir del cual, los beneficios percibidos por los grupos de interés son superiores al costo de los recursos requeridos.
8. Así mismo, dependiendo de las competencias de la empresa para capturar valor, existirá un punto a partir del cual, los costos que se destinen en incrementar el nivel de incorporación de las capacidades se transforman en pérdida de valor para la empresa $ALoVI_{máx}$. Es decir por encima de ese nivel no deberían incorporarse las capacidades tecnológicas, ni los proyectos.
9. Los proyectos de TI con foco en aspectos estratégicos y transformacionales tienen el mayor porcentaje de captura del valor planeado. Se identificó que este potencial está relacionado con las características de sus impactos y por ende de sus beneficios. Beneficios que están alineados

a capacidades de negocio, son tangibles y medibles con KPI's, igualmente de negocio.

10. El modelo P3S-VB en concepto de los 12 evaluadores que atendieron la validación por juicio de expertos, contribuye al incremento de valor en la selección del portafolio de proyectos de TI. En particular con los constructos de nivel apropiado de incorporación de valor y tecnología ALoVI y ALoTI. Es importante anotar el consenso general de los evaluadores, quienes conceptuaron usar este modelo en sus empresas, así como recomendar su uso para otras organizaciones.

Para finalizar, es importante indicar que durante el desarrollo del modelo P3S-VB, la fundamentación del constructo del ALoTI, y la validación de los productos de investigación, el investigador identificó las siguientes cuatro líneas de investigación. Las cuáles contribuirían en la disciplina de gestión de proyectos, optimización del portafolio, y TI orientada al valor.

La primera línea de investigación puede orientarse a la aplicación del constructo ALoTI en la frontera de eficiencia del portafolio de Markowitz (1952). La idea central detrás de esta propuesta es determinar los efectos del ALoTI, en el nivel de riesgo de los proyectos y del portafolio. La validación del modelo P3S-VB y el constructo ALoTI se realizaron dando énfasis en la maximización del valor. Es decir, una de las limitaciones fue la identificación y valoración del nivel de riesgo asociado a cada escenario del portafolio, así como la evaluación de los impactos que surgieron durante la ejecución de los proyectos y como consecuencia de esta estrategia de selección del portafolio.

La segunda línea de investigación puede encaminarse en la aplicación y validación del diamante de maximización del potencial de valor a crear en el portafolio de proyectos no TI. Aquí debe indicarse que este concepto de maximización del valor indica que en la selección y gestión del portafolio debe lograrse un fuerte balance entre la viabilidad de logro de los objetivos estratégicos y organizacionales, la gestión de la perspectiva de las partes interesadas, el uso óptimo de los diversos recursos de la organización, y la factibilidad técnica de la tecnología en la organización.

La tercera línea de investigación puede enfocarse en la extensión de los mecanismos de priorización del modelo P3S-VB aplicando técnicas de programación dinámica, redes neuronales, y tantas otras variaciones del modelamiento matemático. Aunque en esta investigación se plantean ecuaciones para el tratamiento del valor a nivel de proyectos y portafolio; se planteó una función

objetivo de maximización del potencial de valor a crear en el portafolio; y, se validó mediante juicio de experto, a nivel cualitativo, la pertinencia y aporte de esta propuesta de maximización. Debe indicarse que una de las conclusiones de la validación por juicio de expertos fue la debilidad en validez, utilidad y aplicabilidad del algoritmo de priorización propuesto.

Una cuarta línea de investigación puede encauzarse en la aplicación del modelo P3S-VB en otros sectores diferentes al de TI, en otras industrias diferentes a la de petróleos y en otros países. Debe observarse que el modelo P3S-VB fue diseñado a nivel general para la selección de los componentes del portafolio orientado a la creación y captura de valor para el inversionista. No obstante, su validación se realizó únicamente con datos de proyectos, portafolios y expertos de TI y su aplicación fue únicamente en la industria del petróleo.

Finalmente, debe afirmarse que la presente investigación amplía la oportunidad para realizar estudios adicionales en la aplicación de la perspectiva de orientación al valor en la dirección de proyectos, dirección y selección del portafolio, diseño de procesos, y gestión de la tecnología.

**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

- Aaltonen, K., & Sivonen, R. (2009). Response strategies to stakeholder pressures in global projects. *International Journal of Project Management*, 27(2), 131-141. doi:10.1016/j.ijproman.2008.09.007
- Abdi Mussa, M., Dominic, P. D. D., Downe, A. G., Loke, S.-P., & Thamaraiselvan, N. (2013). Aligning IT strategy with business strategy for competitive advantage: a structural equation model. *International Journal of Business Excellence*, 6(4), 425-447. doi:10.1504/ijbex.2013.054720
- ACP, A. C. d. P. (2014). *Informe estadístico petrolero 2014*. Retrieved from Bogotá, Colombia:
- ACP, A. C. d. P. (2016). *Informe estadístico petrolero* Retrieved from <https://www.acp.com.co/index.php/es/publicaciones-e-informes/informe-estadistico-petrolero-iep>:
- Afflerbach, P., Bolsinger, M., & Röglinger, M. (2016). An economic decision model for determining the appropriate level of business process standardization. *Business Research*, 9(2), 335-375. doi:10.1007/s40685-016-0035-6
- Albrechtsen, E., & Besnard, D. (2013). *Oil and gas, technology and humans : assessing the human factors of technological change*. Farnham, GB: Ashgate. 9781409456018
- Amit, R., & Schoemaker, P. J. H. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal*, 14(1), 33-46. doi:10.1002/smj.4250140105
- Angelou, G. N., & Economides, A. A. (2008). A decision analysis framework for prioritizing a portfolio of ICT infrastructure projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(3), 479-495. doi:10.1109/TEM.2008.922649
- ANH, A. N. d. H. (2016). *Producción fiscalizada de crudo 2015*. Retrieved from <http://www.anh.gov.co/Operaciones-Regalias-y-Participaciones/Sistema-Integrado-de-Operaciones/Paginas/Estadisticas-de-Produccion.aspx>:
- APM, A. f. P. M. (2006). *APM Body of Knowledge* (5th ed.). UK: Association for Project Management, APM. 13:978-1-903494-13-4
- Aral, S., & Weill, P. (2007). *IT Assets, Organizational Capabilities, and Firm Performance: How Resource Allocations and Organizational Differences Explain Performance Variation* (Vol. 18). doi:10.1287/orsc.1070.0306
- Archer, N. P., & Ghasemzadeh, F. (1999). An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*, 17(4), 207-216. 0263-7863
- Argandoña, A. (2011). La teoria de stakeholders y la creacion de valor. *IESE Business School – Universidad de Navarra*.
- Armstrong, C. P., & Sambamurthy, V. (1999). Information Technology Assimilation in Firms: The Influence of Senior Leadership and IT Infrastructures. *Information Systems Research*, 10(4), 304-327. doi:10.1287/isre.10.4.304
- Artto, K., Kujala, J., Dietrich, P., & Martinsuo, M. (2008). What is project strategy? *International Journal of Project Management*, 26(1), 4-12. doi:10.1016/j.ijproman.2007.07.006
- Ashrafi, R., & Mueller, J. (2015). Delineating IT Resources and Capabilities to Obtain Competitive Advantage and Improve Firm Performance. *Information Systems Management*, 32(1), 15-38. doi:10.1080/10580530.2015.983016
- Ashurst, C. (2011). *Benefits realization from information technology*: Palgrave Macmillan. 0230289592
- Ashurst, C., & Doherty, N. F. (2003). Towards the formulation of a 'best practice' framework for benefits realisation in IT projects. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 6(2), 1-10.

- Ashurst, C., Doherty, N. F., & Peppard, J. (2008). Improving the impact of IT development projects: the benefits realization capability model. *European Journal of Information Systems*, 17(4), 352-370. doi:10.1057/ejis.2008.33
- Atkinson, R. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, 17(6), 337-342. 0263-7863
- Augusto Oliveira, J., Sauvé, J., Moura, A., Queiroz, M., Bartolini, C., & Hickey, M. (2010). *Value-driven IT service portfolio selection under uncertainty*.
- Aversano, L., Grasso, C., & Tortorella, M. (2012). A Literature Review of Business/IT Alignment Strategies. *Procedia Technology*, 5, 462-474. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2012.09.051>
- Bacon, C. J. (1992). The use of decision criteria in selecting information systems/technology investments. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 16(3), 335-350. 02767783 (ISSN)
- Badewi, A. (2014). *Project Management, Benefits Management, and Information Systems Business Success*. Paper presented at the British Academy of Management, At University of Ulster, Ireland.
- Badewi, A. (2015). The impact of project management (PM) and benefits management (BM) practices on project success: Towards developing a project benefits governance framework. *International Journal of Project Management*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.05.005>
- Badewi, A., & Shehab, E. (2016). The impact of organizational project benefits management governance on ERP project success: Neo-institutional theory perspective. *International Journal of Project Management*, 34(3), 412-428. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.12.002>
- Bakopoulos, J. Y. (1985). *Toward a More Precise Concept of Information Technology*. <http://aisel.aisnet.org/icis1985/4>
- Bardhan, I., Sougstad, R., & Sougstad, R. (2004). Prioritizing a Portfolio of Information Technology Investment Projects. *Journal of Management Information Systems*, 21(2), 33-60. doi:10.1080/07421222.2004.11045803
- Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM — A case study approach. *Automation in Construction*, 24, 149-159. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99. 01492063
- Bathallath, S., Smedberg, Å., & Kjellin, H. (2016). Project Interdependency Management in IT/IS Project Portfolios: From a Systems Perspective. *Procedia Computer Science*, 100(Supplement C), 928-934. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.250>
- Bell, M. (1984). Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries *Technological capability in the Third World* (pp. 187-209): Springer.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. *Trade, technology and international competitiveness*, 22, 69-101.
- Benaroch, M. (2002). Managing Information Technology Investment Risk: A Real Options Perspective. *Journal of Management Information Systems*, 19(2), 43-84. doi:10.1080/07421222.2002.11045726

- Benaroch, M., & Kauffman, R. J. (1999). A Case for Using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments. *Information Systems Research*, 10(1), 70-86. 10477047 (ISSN)
- Benaroch, M., Lichtenstein, Y., & Robinson, K. (2006). *Real Options in Information Technology Risk Management: An Empirical Validation of Risk-Option Relationships* (Vol. 30). doi:10.2307/25148756
- Benavides, J., Caballero Argáez, C., Dávila, C., Rosales, P. A., Zerda Noriega, H., Tellez, M., . . . Serrano Medina, M. (2011). *Ecopetrol: energía limpia para el futuro : 60 años* Bogotá, Colombia: Villegas Editores. 9789589287309
- 9589287301
- Beringer, C., Jonas, D., & Kock, A. (2013). Behavior of internal stakeholders in project portfolio management and its impact on success. *International Journal of Project Management*, 31(6), 830-846. doi:10.1016/j.ijproman.2012.11.006
- Bharadwaj, A. S. (2000). A Resource-Based Perspective on Information Technology Capability and Firm Performance: An Empirical Investigation. *MIS Quarterly*, 24(1), 169-196. doi:10.2307/3250983
- Bhatt, G. D., & Grover, V. (2005). Types of Information Technology Capabilities and Their Role in Competitive Advantage: An Empirical Study. *Journal of Management Information Systems*, 22(2), 253-277. 07421222
- Bloch, M., Blumberg, S., & Laartz, J. (2012). Delivering large-scale IT projects on time, on budget, and on value. *Harvard Business Review*.
- Bolsinger, M., Bewernik, M.-A., & Ulrich Buhl, H. (2011). *Value-based process improvement*.
- Bonham, S. (2005). *IT Project Portfolio Management*. Norwood, MA, USA: Artech House. 1-58053-781-2
- Bowman, C., & Ambrosini, V. (2000). Value Creation Versus Value Capture: Towards a Coherent Definition of Value in Strategy. *British Journal of Management*, 11(1), 1-15. doi:10.1111/1467-8551.00147
- Bowman, C., & Ambrosini, V. (2010). How value is created, captured and destroyed. *European Business Review*, 22(5), 479-495. doi:doi:10.1108/09555341011068903
- BP, B. P. (2015). *BP Energy Outlook 2035*. Retrieved from London, UK:
- BP, B. P. (2016). *BP Energy Outlook 2035*. Retrieved from London, UK:
- Bradley, G. M. (2012). *Benefit Realisation Management*. Farnham, GB: Gower. 9781409410867
- Bratvold, R. B., Bickel, J. E., & Lohne, H. P. (2009). Value of Information in the Oil and Gas Industry: Past, Present, and Future. doi:10.2118/110378-PA
- Breese, R. (2012). Benefits realisation management: Panacea or false dawn? *International Journal of Project Management*, 30(3), 341-351. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.08.007>
- Breese, R., Jenner, S., Serra, C. E. M., & Thorp, J. (2015). Benefits management: Lost or found in translation. *International Journal of Project Management*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.06.004>
- Browning, T. R. (2014). A Quantitative Framework for Managing Project Value, Risk, and Opportunity. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 61(4), 583-598. doi:10.1109/TEM.2014.2326986
- Brynolfsson, E. (1993). The productivity paradox of information technology. *Communications of the ACM*, 36(12), 66-77. 0001-0782

- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (1996). Paradox Lost? Firm-level Evidence on the Returns to Information Systems Spending. *Management Science*, 42(4), 541-558. 00251909
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (2000). Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48. 08953309
- Buschle, M., & Quartel, D. (2011, Aug. 29 2011-Sept. 2 2011). *Extending the Method of Bedell for Enterprise Architecture Valuation*. Paper presented at the 2011 IEEE 15th International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops.
- Byrd, T. A., & Turner, D. E. (2000). Measuring the Flexibility of Information Technology Infrastructure: Exploratory Analysis of a Construct. *Journal of Management Information Systems*, 17(1), 167-208. doi:10.1080/07421222.2000.11045632
- Caccamese, A., & Bragantini, D. (2012). *Beyond the Iron Triangle: Year Zero*. Paper presented at the PMI Global Congress Proceedings Marseille, France.
- Caldeira, M., Serrano, A., Quaresma, R., Pedron, C., & Romão, M. (2012). Information and communication technology adoption for business benefits: A case analysis of an integrated paperless system. *International Journal of Information Management*, 32(2), 196-202. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2011.12.005>
- Cao, Q., & Hoffman, J. J. (2011). Alignment of virtual enterprise, information technology, and performance: an empirical study. *International Journal of Production Research*, 49(4), 1127-1149. doi:10.1080/00207540903555478
- CEN, E. C. f. S. (2000). EN 12973: Value Management. (pp. 65). France: Association Française de Normalisation AFNOR.
- Cha, H. S., & O'Connor, J. T. (2005). Optimizing Implementation of Value Management Processes for Capital Projects. *Journal of Construction Engineering & Management*, 131(2), 239-251. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:2(239)
- Chakravarty, A., Grewal, R., & Sambamurthy, V. (2013). Information Technology Competencies, Organizational Agility, and Firm Performance: Enabling and Facilitating Roles. *Information Systems Research*, 24(4), 976-997. doi:10.1287/isre.2013.0500
- Chang, A., Chih, Y.-Y., Chew, E., & Pisarski, A. (2013). Reconceptualising mega project success in Australian Defence: Recognising the importance of value co-creation. *International Journal of Project Management*, 31(8), 1139-1153. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.005>
- Chen, Y., Wang, Y., Nevo, S., Benitez-Amado, J., & Kou, G. (2015). IT capabilities and product innovation performance. *Inf. Manage.*, 52(6), 643-657. doi:10.1016/j.im.2015.05.003
- Chen, Y., Wang, Y., Nevo, S., Jin, J., Wang, L., & Chow, W. S. (2014). IT capability and organizational performance: the roles of business process agility and environmental factors. *European Journal of Information Systems*, 23(3), 326-342. doi:10.1057/ejis.2013.4
- Chiang, I. R., & Nunez, M. A. (2013). Strategic alignment and value maximization for IT project portfolios. *Information Technology and Management*, 14(2), 143-157. doi:10.1007/s10799-012-0126-9
- Chih, Y.-Y., & Zwikael, O. (2015). Project benefit management: A conceptual framework of target benefit formulation. *International Journal of Project Management*, 33(2), 352-362. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.06.002>
- Cho, W., & Shaw, M. J. (2013). Portfolio selection model for enhancing information technology synergy. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60(4), 739-749. doi:10.1109/TEM.2013.2248088

- Chu, P. Y. V., Hsu, Y. L., & Fehling, M. (1996). A decision support system for project portfolio selection. *Computers in Industry*, 32(2), 141-149. doi:10.1016/S0166-3615(96)00067-X
- Chung, H. F. L., Wang, C. L., Huang, P.-h., & Yang, Z. (2016). Organizational capabilities and business performance: When and how does the dark side of managerial ties matter? *Industrial Marketing Management*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.02.014>
- Clark, C. E., Cavanaugh, N. C., Brown, C. V., & Sambamurthy, V. (1997). Building Change-Readiness Capabilities in the IS Organization: Insights from the Bell Atlantic Experience. *MIS Quarterly*, 21(4), 425-455. doi:10.2307/249722
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. doi:10.2307/2393553
- Cooke-Davies, T. (2002). The “Real” Success Factors on Projects. *International Journal of Project Management*, 20(3), 185-190. doi:10.1016/S0263-7863(01)00067-9
- Coombs, C. R. (2015). When planned IS/IT project benefits are not realized: a study of inhibitors and facilitators to benefits realization. *International Journal of Project Management*, 33(2), 363-379. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.06.012>
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (1997). Portfolio Management in New Product Development: Lessons from the Leaders—I. *Research-Technology Management*, 40(5), 16-28. doi:10.1080/08956308.1997.11671152
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (2001). Portfolio management for new product development: results of an industry practices study. *r&D Management*, 31(4), 361-380. 1467-9310
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (2002a). Optimizing the Stage-Gate Process: What Best-Practice Companies Do—II. *Research-Technology Management*, 45(6), 43-49. doi:10.1080/08956308.2002.11671532
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (2002b). Portfolio management: fundamental to new product success. *The PDMA ToolBook 1 for New Product Development*, 9, 331-364.
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (2004). Benchmarking Best NPD Practices—II. *Research-Technology Management*, 47(3), 50-59. doi:10.1080/08956308.2004.11671630
- Costantino, F., Di Gravio, G., & Nonino, F. (2015). Project selection in project portfolio management: An artificial neural network model based on critical success factors. *International Journal of Project Management*, 33(8), 1744-1754. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.07.003>
- Crawford, L., & Cooke-Davies, T. (2012). *Best Industry Outcomes*. Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc. 978-1-935589-
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (Fourth ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. 978-1-4522-2610-1
- Croteau, A.-M., & Bergeron, F. (2001). An information technology trilogy: business strategy, technological deployment and organizational performance. *The Journal of Strategic Information Systems*, 10(2), 77-99. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0963-8687\(01\)00044-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-8687(01)00044-0)
- Da Silva Neves, A. J., & Camanho, R. (2015). *The use of AHP for IT project prioritization - A case study for oil & gas Company*.

- Daim, T. U., Talla, R., & Pizarro, M. (2014). *Planning and Roadmapping Technological Innovations: Cases and Tools*: Cham : Springer International Publishing : Imprint: Springer, 2014. 9783319029733
- Damodaran, A. (2005). *The Promise and Peril of Real Options*.
- Daniel, E. M., Ward, J. M., & Franken, A. (2014). A dynamic capabilities perspective of IS project portfolio management. *The Journal of Strategic Information Systems*, 23(2), 95-111. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsis.2014.03.001>
- Davis, K. (2014). Different stakeholder groups and their perceptions of project success. *International Journal of Project Management*, 32(2), 189-201. doi:10.1016/j.ijproman.2013.02.006
- DB, D. B. (2013). *Oil and Gas for Beginners*. London, UK: Deutsche Bank.
- de Jong, M., & Schellens, P. (2000). Toward a document evaluation methodology: what does research tell us about the validity and reliability of evaluation methods? *IEEE Transactions on Professional Communication*, 43(3), 242-260. doi:10.1109/47.867941
- De Reyck, B., Grushka-Cockayne, Y., Lockett, M., Calderini, S. R., Moura, M., & Sloper, A. (2005). The impact of project portfolio management on information technology projects. *International Journal of Project Management*, 23(7), 524-537. 0263-7863
- Deloitte. (2009). *Change for the better. A study on benefits management across the UK*. Retrieved from
- Devereux, S. (2012). *Drilling Technology in Nontechnical Language*. Tulsa, US: PennWell Corporation.
- Díaz, N. (2013). De la Sostenibilidad al Valor Compartido: Gerencia Estratégica de los Grupos de Interés. *Daena: International Journal of Good Conscience.*, 8(1), 159 - 176. 1870-557X
- Diccionario Oxford en Español. (2017). Diccionario Oxford en Español. Retrieved from <https://es.oxforddictionaries.com>
- Dick, B., Sankaran, S., Shaw, K., Kelly, J., Soar, J., Davies, A., & Banbury, A. (2015). Value Co-creation with Stakeholders Using Action Research as a Meta-methodology in a Funded Research Project. *Project Management Journal*, 46(2), 36-46. doi:10.1002/pmj.21483
- Dickinson, M. W., Thornton, A. C., & Graves, S. (2001). Technology portfolio management: Optimizing interdependent projects over multiple time periods. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(4), 518-527. doi:10.1109/17.969428
- Dierickx, I., & Cool, K. (1989). Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage. *Management Science*, 35(12), 1504-1511. 0025-1909
- Dietrich, P., & Lehtonen, P. (2005). Successful management of strategic intentions through multiple projects – Reflections from empirical study. *International Journal of Project Management*, 23(5), 386-391. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.03.002>
- Dixit, A., & Pindyck, R. (1994). Investment under Uncertainty. 1283379554 9781283379557
- Doherty, N. F., Ashurst, C., & Peppard, J. (2012). Factors affecting the successful realisation of benefits from systems development projects: Findings from three case studies. *Journal of Information Technology*, 27(1), 1-16. doi:10.1057/jit.2011.8
- Dosi, G., Hobday, M., & Marengo, L. (2000). Problem-Solving Behaviours, Organisational Forms.
- Dvir, D. (2005). Transferring projects to their final users: The effect of planning and preparations for commissioning on project success. *International Journal of Project Management*, 23(4), 257-265. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.12.003>

- Dye, L. D., & Pennypacker, J. S. (1999). *Project portfolio management : selecting and prioritizing projects for competitive advantage*. West Chester, PA: Center for Business Practices. 1929576005 9781929576005 1929576161 9781929576166
- Easterby-Smith, M., Graça, M., Antonacopoulou, E., & Ferdinand, J. (2008). Absorptive Capacity: A Process Perspective. *Management Learning*, 39(5), 483-501. doi:10.1177/1350507608096037
- Ecopetrol. (2015). *Form 20-F annual report pursuant to section 13 or 15(d) of the Securities Exchange act of 1934*. Retrieved from Bogota, Colombia:
- Egon, B., & Theo-Jan, R. (2001). Methodologies for Investment Evaluation: A Review and Assessment. In G. Wim Van (Ed.), *Information Technology Evaluation Methods and Management* (pp. 78-97). Hershey, PA, USA: IGI Global.
- EIA, E. A. I. (2015). *Annual Energy Outlook 2014 with Projections to 2040*. Retrieved from Washington, USA:
- Elias, S. (1998). Value engineering, A powerful productivity tool. *Computers & Industrial Engineering*, 35(3-4), 381-393. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0360-8352\(98\)00116-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0360-8352(98)00116-8)
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27 - 36. 1692-0023
- EVALSED. (2013). *The resource for the evaluation of Socio-Economic Development*. Retrieved from http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/evaluation/guide/guide_evalsed.pdf
- Exxon Mobil. (2015). *The Outlook for Energy: A View to 2040*. Retrieved from Texas, USA:
- Exxon Mobil. (2016). *The Outlook for Energy: A View to 2040*. Retrieved from Texas, USA:
- Fagerberg, J. (2004). Innovation: a guide to the literature.
- Fitzgerald, G. (1998). Evaluating information systems projects: a multidimensional approach. *Journal of Information Technology*, 13(1), 15-27. doi:10.1080/026839698344936
- Fitzpatrick, J. L., Sanders, J. R., & Worthen, B. R. (2012). *Program evaluation : alternative approaches and practical guidelines*. Harlow: Pearson Education. 9780205027347 0205027342
- Flyvbjerg, B. (2006). From Nobel prize to project management: getting risks right.
- Forstner, E., Kamprath, N., & Röglinger, M. (2014). Capability development with process maturity models – Decision framework and economic analysis. *Journal of Decision Systems*, 23(2), 127-150. doi:10.1080/12460125.2014.865310
- Freeman, E., Harrison, J. S., & Wicks, A. C. (2008). *Managing for Stakeholders : Survival, Reputation, and Success*. New Haven, CT, USA: Yale University Press. 9780300138498
- Gabriel, S. A., Kumar, S., Ordóñez, J., & Nasserian, A. (2006). A multiobjective optimization model for project selection with probabilistic considerations. *Socio-Economic Planning Sciences*, 40(4), 297-313. doi:10.1016/j.seps.2005.02.002
- Gatignon, H., & Xuereb, J.-M. (1997). Strategic orientation of the firm and new product performance. *Journal of marketing research*, 77-90. 0022-2437
- Ghasemzadeh, F., & Archer, N. P. (2000). Project portfolio selection through decision support. *Decision Support Systems*, 29(1), 73-88. doi:[https://doi.org/10.1016/S0167-9236\(00\)00065-8](https://doi.org/10.1016/S0167-9236(00)00065-8)
- Ginzberg, M. J. (1979). Improving MIS project selection. *Omega*, 7(6), 527-537. doi:[https://doi.org/10.1016/0305-0483\(79\)90071-9](https://doi.org/10.1016/0305-0483(79)90071-9)
- Glass, R. L. (2001). Frequently forgotten fundamental facts about software engineering. *Software, IEEE*, 18(3), 112-111. doi:10.1109/MS.2001.922739

- Golafshani, N. (2003). Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *The Qualitative Report*, 8(4), 597 - 606.
- Grant, R. M. (1991). The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation. *California management review*, 33(3), 114-135. 0008-1256
- Grant, R. M. (2010). *Contemporary Strategy Analysis* (7th ed.): John Wiley & Sons. 1119120837
- Graves, S. B., & Ringuest, J. L. (2003). *Models & methods for project selection. Concepts from management science, finance and information technology. With Andrés L. Medaglia* (Vol. 58). doi:10.1007/978-1-4615-0280-7
- Gray, C. F., & Larson, E. W. (2018). *Project management the managerial process*. New York, NY: McGraw-Hill Education. 9781259666094 1259666093
- Gregor, S., Martin, M., Fernandez, W., Stern, S., & Vitale, M. (2006). The transformational dimension in the realization of business value from information technology. *The Journal of Strategic Information Systems*, 15(3), 249-270. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsis.2006.04.001>
- Greiman, V. (2013). *Megaproject management lessons on risk and project management from the Big Dig*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons. 1118671090 9781118671092
- Gutjahr, W. J., Katzensteiner, S., Reiter, P., Stummer, C., & Denk, M. (2010). Multi-objective decision analysis for competence-oriented project portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 205(3), 670-679. doi:10.1016/j.ejor.2010.01.041
- Hajli, M., Sims, J. M., & Ibragimov, V. (2015). Information technology (IT) productivity paradox in the 21st century. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 64(4), 457-478. doi:10.1108/IJPPM-12-2012-0129
- Hakala, H. (2011). Strategic Orientations in Management Literature: Three Approaches to Understanding the Interaction between Market, Technology, Entrepreneurial and Learning Orientations. *International Journal of Management Reviews*, 13(2), 199-217. doi:10.1111/j.1468-2370.2010.00292.x
- Hall, L., Stegman, E., Futela, S., & Gupta, D. (2015). *IT Key Metrics Data 2016: Key Industry Measures: Energy Analysis: Current Year*. Retrieved from Gartner:
- Helfat, C., & Peteraf, M. (2009). Understanding dynamic capabilities: progress along a developmental path. *Strategic organization*, 7(1), 91. 1476-1270
- Helfat, C. E., Finkelstein, S., Mitchell, W., Peteraf, M., Singh, H., Teece, D., & Winter, S. G. (2007). *Dynamic capabilities: Understanding strategic change in organizations*: John Wiley & Sons. 1405182067
- Helfat, C. E., & Peteraf, M. A. (2003). The dynamic resource-based view: Capability lifecycles. *Strategic Management Journal*, 24(10), 997-1010. 1097-0266
- Helfat, C. E., & Winter, S. G. (2011). Untangling dynamic and operational capabilities: Strategy for the (N) ever-changing world. *Strategic Management Journal*, 32(11), 1243-1250. 1097-0266
- Henriksen, A. D., & Traynor, A. J. (1999). A practical R&D project-selection scoring tool. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 46(2), 158-170. doi:10.1109/17.759144
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta. ed.). México: McGraw Hill. 978-607-15-0291-9
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1991). *Metodología de la investigación*. Naucalpan de Juárez, Edo. de México: MCGRAW-HILL. 968-422-931-3
- Hilyard, J. (2012). *The Oil & Gas Industry. A Nontechnical Guide*. Oklahoma, USA: PennWell. 978-1-59370-254-0

- Hitt, L. M., & Brynjolfsson, E. (1996). Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value. *MIS Quarterly*, 20(2), 121-142. 02767783
- Hodgson, G. M. (1998). Evolutionary and competence-based theories of the firm. *Journal of Economic Studies*, 25(1), 25-56. 0144-3585
- Holdaway, K. R. (2014). *Harness oil and gas big data with analytics : optimize exploration and production with data driven models*. 9781118910955 1118910958 9781118910894 1118910893
- Huang, Y. H. J., Subramanyam, R., Shaw, M. J., & Tu, Y. (2015). *How can a firm select the most qualified IT Portfolio choice under various risk tolerance levels?*
- Hubbard, D. W. (2014). *How to measure anything: Finding the value of intangibles in business*: John Wiley & Sons. 1118539273
- Hunt, B., Turner, B., & McRitchie, K. (2008, 1-8 March 2008). *Software Maintenance Implications on Cost and Schedule*. Paper presented at the Aerospace Conference, 2008 IEEE.
- Hyne, N. (2012). *Nontechnical Guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling, and Production*. (Third ed.). Oklahoma, USA: PennWell. 978-0878148233
- Iamratanakul, S., Patanakul, P., & Milosevic, D. (2008). *Project portfolio selection: From past to present*. Paper presented at the Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, ICMIT.
- IEA, I. E. A. (2010). *Energy Technology Roadmaps. A guide to development and implementation*. Retrieved from Paris, Francia:
- IEEE, T. I. o. E. a. E. E. (2014). *SWEBOK, Guide to the Software Engineering Body of Knowledge* (Vol. 3). New Jersey, USA: IEEE. 978-0-7695-5166-1
- Ilevbare, I., Phaal, R., Probert, D., & Torres Padilla, A. (2011). *Integration of TRIZ and roadmapping for innovation, strategy, and problem solving*. Retrieved from United Kingdom:
- Inkpen, A. C., & Moffett, M. H. (2011a). *The Global Oil and Gas Industry : Management, Strategy, and Finance*. Tulsa, OK, USA PennWell. 9781593702397
- Inkpen, A. C., & Moffett, M. H. (2011b). *Global Oil and Gas Industry : Management, Strategy, and Finance*. Tulsa, OK, USA PennWell. 9781593702397
- IPMA, I. P. M. A. (2006). *ICB – IPMA Competence Baseline* (Version 3.0. ed.). Nijkerk, The Netherlands: IPMA - International Project Management Association. 0-9553213-0-1
- Irani, Z., & Love, P. E. (2002). Developing a frame of reference for ex-ante IT/IS investment evaluation. *European Journal of Information Systems*, 11(1), 74-82. 0960-085X
- ISO, I. O. f. S. (2006). *ISO 26000, Guía sobre Responsabilidad Social: International Organization for Standardization*.
- ISO, I. O. f. S., & IEC, I. E. C. (2006). *ISO/IEC 14764 Software Engineering ISO/IEC 14764:2006 (E) IEEE Std 14764-2006 Revision of IEEE Std 1219-1998*, 0_1-46. doi:10.1109/IEEESTD.2006.235774
- Iyer, S. S. (2009). *Managing for value*. 8122422144 9788122422146 8122428606 9788122428605
- Jeffery, M., & Leliveld, I. (2004). Best practices in IT portfolio management. *MIT Sloan Management Review*, 45(3), 41. 1532-9194
- Jenner, S. (2014). *Managing benefits: Optimizing the return from investments* (2 ed.). London, UK: The Stationery Office TSO. 9780117082519

- Jiang, J. J., & Klein, G. (1999). Project selection criteria by strategic orientation. *Information and Management*, 36(2), 63-75.
- Johansen, A., Eik-Andresen, P., & Ekambaram, A. (2014). Stakeholder Benefit Assessment – Project Success through Management of Stakeholders. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119, 581-590. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.065>
- Johnson, G., Scholes, K., & Whittington, R. (2002). *Exploring corporate strategy* (Eight ed.): Prentice Hall International.
- Johnson, L. K. (2004). Execute Your Strategy -- Without Killing It. *Harvard Management Update*, 9(12), 3-5. 15259595
- Jonas, D. (2010). Empowering project portfolio managers: How management involvement impacts project portfolio management performance. *International Journal of Project Management*, 28(8), 818-831. 0263-7863
- Jordan, A. (2013). *Risk Management for Project Driven Organizations : A Strategic Guide to Portfolio, Program and PMO Success*. Plantation, FL, USA: J. Ross Publishing. 9781604277388
- Jugdev, K., & Müller, R. (2005). A Retrospective Look At Our Evolving Understanding Of Project Success. *Project Management Journal*, 36(4), 19-31. 87569728
- Kaiser, M. G., El Arbi, F., & Ahlemann, F. (2015). Successful project portfolio management beyond project selection techniques: Understanding the role of structural alignment. *International Journal of Project Management*. doi:10.1016/j.ijproman.2014.03.002
- Kajikawa, Y., Usui, O., Hakata, K., Yasunaga, Y., & Matsushima, K. (2008). Structure of knowledge in the science and technology roadmaps. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(1), 1-11. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2007.02.011>
- Kaplan, J. (2005). *Strategic IT Portfolio Management*. USA: Pittiglio Rabin Todd & McGrath 0-9766093-0-4
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1993). Putting the Balanced Scorecard to Work. *Harvard Business Review*, 71(5), 134-147. 00178012
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2008). *The execution premium: Linking strategy to operations for competitive advantage*: Harvard Business Press. 142212116X
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2016). *El cuadro de mando integral = The balanced scorecard*. [Barcelona]: Gestión 2000. 9788498754261 8498754267
- Kauffman, R., & Weill, P. (1989). *An evaluative framework for research on the performance effects of information technology investment*. Paper presented at the Proceedings of the tenth international conference on Information Systems, Boston, Massachusetts, USA.
- Kearns, G., & Lederer, A. (2004). *The Impact of Industry Contextual Factors on IT Focus and the Use of IT for Competitive Advantage* (Vol. 41). doi:10.1016/j.im.2003.08.018
- Kearns, G. S., & Sabherwal, R. (2006). Strategic Alignment Between Business and Information Technology: A Knowledge-Based View of Behaviors, Outcome, and Consequences. *Journal of Management Information Systems*, 23(3), 129-162. doi:10.2753/MIS0742-1222230306
- Kerzner, H. (2001). *Strategic planning for project management using a project management maturity model*: John Wiley & Sons. 0-471-40039-4
- Kerzner, H. (2009). *Project Management : A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (J. Wiley Ed. Tenth ed.): Hoboken, N.J. . 978-0-470-27870-3
- Kerzner, H. (2010). *Project Management Best Practices, Achieving Global Excellence* (I. John Wiley & Sons Ed. Second ed.): Hoboken, N.J. 978-0-470-52829-7

- Kerzner, H. (2014a). *Project Management Best Practices, Achieving Global Excellence* (I. John Wiley & Sons Ed. Third ed.): Hoboken, N.J. 978-1-118-83567-8
- Kerzner, H. (2014b). *Project Recovery: Case Studies and Techniques for Overcoming Project Failure*. Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons, Incorporated. 978-1-118-80919-8
- Kerzner, H. (2015). *Project Management 2.0*. Hoboken: Wiley. 9781118991251 1118991257 9781118991282 1118991281
- Killen, C. P., & Hunt, R. A. (2010). Dynamic capability through project portfolio management in service and manufacturing industries. *International Journal of Managing Projects in Business*, 3(1), 157-169. doi:10.1108/17538371011014062
- Killen, C. P., & Hunt, R. A. (2013). Robust project portfolio management: capability evolution and maturity. *International Journal of Managing Projects in Business*, 6(1), 131-151. doi:10.1108/17538371311291062
- Killen, C. P., Hunt, R. A., & Kleinschmidt, E. J. (2008). Project portfolio management for product innovation. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(1), 24-38. doi:doi:10.1108/02656710810843559
- Killen, C. P., Jugdev, K., Drouin, N., & Petit, Y. (2012). Advancing project and portfolio management research: Applying strategic management theories. *International Journal of Project Management*, 30(5), 525-538. doi:10.1016/j.ijproman.2011.12.004
- Kim, L. (1997). *Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning*: Harvard Business Press. 0875845746
- King, J. L., & Schrems, E. L. (1978a). Cost-benefit analysis in information systems development and operation. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 10(1), 19-34. 0360-0300
- King, J. L., & Schrems, E. L. (1978b). *Cost-Benefit Analysis in Information Systems Development and Operation* (Vol. 10). doi:10.1145/356715.356718
- Kodukula, P. (2006). *Project Valuation Using Real Options : A Practitioner's Guide*. Ft. Lauderdale, FL, USA: J. Ross Publishing Inc. 9781604277098
- Kodukula, P. (2014). *Organizational Project Portfolio Management : A Practitioner's Guide*. Plantation, FL, USA: J. Ross Publishing. 9781604277524
- Kopmann, J., Kock, A., Killen, C. P., & Gemunden, H. G. (2015). Business Case Control in Project Portfolios - An Empirical Investigation of Performance Consequences and Moderating Effects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 62(4), 529-543. doi:10.1109/TEM.2015.2454437
- Kumar, R., Ajjan, H., & Niu, Y. (2008). Information Technology Portfolio Management: Literature Review, Framework, and Research Issues *Global, Social, and Organizational Implications of Emerging Information Resources Management: Concepts and Applications* (pp. 446 - 470). Hershey PA, USA: Information Science Reference (an imprint of IGI Global).
- Kundisch, D., & Meier, C. (2011). *IT/IS Project Portfolio Selection in the Presence of Project Interactions – Review and Synthesis of the Literature*. Paper presented at the 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik.
- Lechler, T., & Byrne, J. (2010). *The Mindset for Creating Project Value*. Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc. 978-1-935589-19-8
- Lee, J. W., & Kim, S. H. (2000). Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. *Computers and Operations Research*, 27(4), 367-382. doi:10.1016/S0305-0548(99)00057-X

- Lee, J. W., & Kim, S. H. (2001). Integrated approach for interdependent information system project selection. *International Journal of Project Management*, 19(2), 111-118. doi:10.1016/S0263-7863(99)00053-8
- Lehnert, M., Linhart, A., Manderscheid, J., & Svehla, M. (2016a). *V3PM: a Decision Support Tool for Value-based Process Project portfolio Management*. Paper presented at the ECIS.
- Lehnert, M., Linhart, A., & Roeglinger, M. (2017). Exploring the intersection of business process improvement and BPM capability development: A research agenda. *Business Process Management Journal*, 23(2), 275-292. doi:doi:10.1108/BPMJ-05-2016-0095
- Lehnert, M., Linhart, A., & Röglinger, M. (2016b). Value-based process project portfolio management: integrated planning of BPM capability development and process improvement. *Business Research*, 9(2), 377-419. doi:10.1007/s40685-016-0036-5
- Lentz, C. M. A., Gogan, J. L., & Henderson, J. C. (2002, 7-10 Jan. 2002). *A comprehensive and cohesive IT value management capability: case studies in the North American life insurance industry*. Paper presented at the Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences.
- Leonard-Barton, D. (1995). *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*: Harvard Business School Press. 0875846122
- Lepak, D. P., Smith, K. G., & Taylor, M. S. (2007). Value creation and value capture: a multilevel perspective. *Academy of Management Review*, 32(1), 180-194. 0363-7425
- Letavec, C. (2014). *Strategic Benefits Realization : Optimizing Value through Programs, Portfolios and Organizational Change Management*. Plantation, FL, USA: J. Ross Publishing. 9781604277494
- Letavec, C. J., & Bolles, D. (2012). *The PMOSIG's program management office handbook strategic and tactical insights for improving results*. Ft. Lauderdale, Fla.: J. Ross Pub. 9781604276961 1604276967
- Levin, G., & Wyzalek, J. (2015). *Portfolio Management: A Strategic Approach*: Auerbach Publications. 1482251043
- Levine, H. A. (2005). *Project portfolio management: a practical guide to selecting projects, managing portfolios, and maximizing benefits*: John Wiley & Sons. 8126514388
- Levinson, M. (2009). Strategy: The 'Best Determinant' of Project Success. Retrieved from <https://www.networkworld.com/article/2238396/data-center/strategy--the--best-determinant--of-project-success.html>
- Levinthal, D. (2000). Organizational capabilities in complex worlds. *The nature and dynamics of organizational capabilities*, 363-379.
- Lewis, N. (2011). *Benefits Management. The success of major programmes can depend on the success of Benefits Management*. Retrieved from
- Lin, B.-W. (2007). Information technology capability and value creation: Evidence from the US banking industry. *Technology in Society*, 29(1), 93-106. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.techsoc.2006.10.003>
- Lin, C., Pervan, G., & McDermid, D. (2005). IS/IT investment evaluation and benefits realization issues in Australia. *Journal of research and practice in information technology*, 37(3), 235-251. 1443-458X
- Linhart, A., Manderscheid, J., Röglinger, M., & Schlott, H. (2015). *Process Improvement Roadmapping—How to Max Out Your Process*.

- Loch, C. H., & Kavadias, S. (2002). Dynamic Portfolio Selection of NPD Programs Using Marginal Returns. *Management Science*, 48(10), 1227-1241. doi:10.1287/mnsc.48.10.1227.275
- López, E., Montes, E., Garavito, A. n., & Collazos, M. a. M. (2012). La economía petrolera en Colombia (Parte I). Marco legal - contractual y principales eslabones de la cadena de producción (1920-2010). *Borradores de Economía. Banco de la República de Colombia*, 692.
- López-Cabarcos, M. Á., Göttling-Oliveira-Monteiro, S., & Vázquez-Rodríguez, P. (2015). Organizational Capabilities and Profitability. *The Mediating Role of Business Strategy*, 5(4). doi:10.1177/2158244015616852
- Lovelock, J.-D., Hale, K., Hahn, W. L., Atwal, R., Graham, C., Gupta, N., & O'Connell, A. (2017). IT Spending, Worldwide, 1Q17 Update. *Forecast Alert*. ID: G00324597.
- Lucas, H., & Moore, J. (1976). A Multiple-Criterion Scoring Approach To Information System Project Selection. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 14(1), 1-12. doi:10.1080/03155986.1976.11731622
- Luo, J., Fan, M., & Zhang, H. (2012). Information technology and organizational capabilities: A longitudinal study of the apparel industry. *Decision Support Systems*, 53(1), 186-194. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2012.01.003>
- Lwakatare, L. E., Kuvaja, P., Haapasalo, H., & Tolonen, A. (2015). Empirical Challenges in the Implementation of IT Portfolio Management: A Survey in Three Companies. In J. Zdravkovic, M. Kirikova, & P. Johannesson (Eds.), *Advanced Information Systems Engineering: 27th International Conference, CAiSE 2015, Stockholm, Sweden, June 8-12, 2015, Proceedings* (pp. 453-467). Cham: Springer International Publishing.
- Maçada, A. C. G., Beltrame, M. M., Dolci, P. C., & Becker, J. L. (2012). IT business value model for information intensive organizations. *BAR-Brazilian Administration Review*, 9(1), 44-65. 1807-7692
- Maes, K., De Haes, S., & Van Grembergen, W. (2015). Developing a Value Management Capability: A Literature Study and Exploratory Case Study. *Information Systems Management*, 32(2), 82-104. doi:10.1080/10580530.2015.1018767
- Maizlish, B., & Handler, R. (2005). *IT Portfolio Management Step by Step*. USA: John Wiley & Sons, Inc. 978-0-471-64984-7
- Malagón-Barinas, J. (2014). *Factores en el éxito de proyectos. Aproximación al impacto en la organización*. Paper presented at the Encuentro Internacional de Investigadores en Administración 2014. Investigación en Administración y Redes Globales de Conocimiento., Cali, Colombia.
- Malagón-Barinas, J. (2015). Dirección de Proyectos: Ética en el Liderazgo de Equipos de Proyecto. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 10(2). 1870-557X
- Maniak, R., Midler, C., Lenfle, S., & Pellec-Dairon, M. L. (2014). Value Management for Exploration Projects. *Project Management Journal*, 45(4), 55-66. doi:10.1002/pmj.21436
- Mankins, M. C., & Steele, R. (2005). Turning great strategy into great performance. *Harvard Business Review*, 2607.
- Marchewka, J. (2009). *Information Technology Project Management* (5 ed.). USA: John Wiley and Sons. 978-1-118-91101-3
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91. 1540-6261
- Markowitz, H. (1991). Foundations of Portfolio Theory. *The Journal of Finance*, 46(2), 469-477. doi:10.1111/j.1540-6261.1991.tb02669.x

- Marnewick, C. (2015). Benefits of information system projects: The tale of two countries. *International Journal of Project Management*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.03.016>
- Martinsuo, M., & Killen, C. P. (2014). Value Management in Project Portfolios: Identifying and Assessing Strategic Value. *Project Management Journal*, 45(5), 56-70. doi:10.1002/pmj.21452
- Martinsuo, M., Korhonen, T., & Laine, T. (2014). Identifying, framing and managing uncertainties in project portfolios. *International Journal of Project Management*, 32(5), 732-746. doi:10.1016/j.ijproman.2014.01.014
- Martinsuo, M., & Lehtonen, P. (2007). Role of single-project management in achieving portfolio management efficiency. *International Journal of Project Management*, 25(1), 56-65. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2006.04.002>
- Mascareñas, J. (2007). Opciones reales en la valoración de proyectos de inversión. Recuperado de 1988-1878
- Mathur, G., Jugdev, K., & Shing Fung, T. (2007). Intangible project management assets as determinants of competitive advantage. *Management Research News*, 30(7), 460-475. 0140-9174
- McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2008). Investing in the IT That Makes a Competitive Difference. *Harvard Business Review*, 86(7/8), 98-107. 00178012
- McFarlan, F. W. (1981). Portfolio approach to information systems. *Harvard Business Review*, 59(5), 142-150. 00178012
- McFarlan, F. W. (1984). Information technology changes the way you compete. *Harvard Business Review*, 62(3), 98-103. 00178012
- McIntosh, T. (2012). *Sector Strategist : Using New Asset Allocation Techniques to Reduce Risk and Improve Investment Returns*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons. 9781118226827
- Medaglia, A. L., Graves, S. B., & Ringuest, J. L. (2007). A multiobjective evolutionary approach for linearly constrained project selection under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 179(3), 869-894. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.03.068>
- Melton, T., Yates, J., & Iles-Smith, P. (2007). *Project Benefits Management: Linking Projects to the Business*. Jordan Hill, GBR: Butterworth-Heinemann. 9780080557663
- Melville, N., Kraemer, K., & Gurbaxani, V. (2004). Information Technology and Organizational Performance: An Integrative Model of it Business Value. *MIS Quarterly*, 28(2), 283-322. 02767783
- Merrow, E. (2012). Oil and Gas Industry Megaprojects: Our Recent Track Record. *Oil and Gas Facilities. Society of Petroleum Engineers*(38 - 42).
- Meskendahl, S. (2010). The influence of business strategy on project portfolio management and its success — A conceptual framework. *International Journal of Project Management*, 28(8), 807-817. doi:10.1016/j.ijproman.2010.06.007
- Mesrar, S., & Marghoubi, R. (2016, March 30 2016-April 1 2016). *IS/IT performance measurement system: Literature review and a comparative study*. Paper presented at the 2016 International Conference on Information Technology for Organizations Development (IT4OD).
- Mikkola, J. H. (2001). Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management. *Technovation*, 21(7), 423-435. 0166-4972
- Mintzberg, H. (1978). Patterns ins Strategy Formation. *Management Science*, 24(9), 934 -948.

- Mir, F. A., & Pinnington, A. H. (2014). Exploring the value of project management: Linking Project Management Performance and Project Success. *International Journal of Project Management*, 32(2), 202-217. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.05.012>
- Mirani, R., & Lederer, A. L. (1998). An Instrument for Assessing the Organizational Benefits of IS Projects. *Decision Sciences*, 29(4), 803-838. doi:10.1111/j.1540-5915.1998.tb00878.x
- Mitchell, R. K., Agle, B. R., & Wood, D. J. (1997). Toward A Theory Of Stakeholder Identification And Salience: Defining The Principle Of Who And What Really Counts. *Academy of Management Review*, 22(4), 853-886. doi:10.5465/AMR.1997.9711022105
- Mithas, S., & Rust, R. T. (2016). How Information Technology Strategy and Investments Influence Firm Performance: Conjecture and Empirical Evidence. *MIS Quarterly*, 40(1), 223-245. 0276-7783
- Mitra, S., Sambamurthy, V., & Westerman, G. (2011). Measuring It Performance And Communicating Value. *MIS Quarterly Executive*, 10(1), 47-59. 15401960
- Morcillo, P. (1997). *Dirección estratégica de la tecnología e innovación: un enfoque de competencias*. 8447009106
- Morcillo, P., & Bueno, E. (1993). *Aspectos estratégicos de la competitividad empresarial: Un modelo de análisis*. Paper presented at the Innovación y competitividad un reto para la empresa de 1993, 22-24 septiembre, Vitoria-Gasteiz: Comunicaciones: VII Congreso AECA.
- Morgan, R. E., & Strong, C. A. (2003). Business performance and dimensions of strategic orientation. *Journal of Business Research*, 56(3), 163-176. 0148-2963
- Morris, P. W. G. (2013a). *Reconstructing project management*: John Wiley & Sons. 1118536916
- Morris, P. W. G. (2013b). Reconstructing Project Management Reprised: A Knowledge Perspective. *Project Management Journal*, 44(5), 6-23. doi:10.1002/pmj.21369
- Morris, P. W. G., & Jamieson, A. (2004). *Translating Corporate Strategy into Project Strategy: Realizing Corporate Strategy Through Project Management*. Newtown Square, Pennsylvania, USA.: Project Management Institute, Inc. 1-930699-37-9
- Morris, P. W. G., & Jamieson, A. (2005). Moving from Corporate Strategy to Project Strategy. *Project Management Journal*, 36(4), 5-18. 87569728
- Müller, R., Martinsuo, M., & Blomquist, T. (2008). Project portfolio control and portfolio management performance in different contexts. *Project Management Journal*, 39(3), 28-42. 1938-9507
- Munns, A. K., & Bjeirmi, B. F. (1996). The Role of Project Management in Achieving Project Success. *International Journal of Project Management*, 14(2), 81-87. doi:10.1016/0263-7863(95)00057-7
- Muralidhar, K., Santhanam, R., & Wilson, R. L. (1990). Using the analytic hierarchy process for information system project selection. *Information and Management*, 18(2), 87-95. doi:10.1016/0378-7206(90)90055-M
- Neirotti, P., & Paolucci, E. (2007). Assessing the strategic value of Information Technology: An analysis on the insurance sector. *Information & Management*, 44(6), 568-582. doi:<https://doi.org/10.1016/j.im.2007.05.005>
- Nelson, R. (1991). Why do firms differ, and how does it matter? *Strategic Management Journal*, 12(S2), 61-74. 1097-0266
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press. 0674272285 9780674272286 0674272277 9780674272279

- Nielsen, P. A., & Persson, J. S. (2017). Useful business cases: value creation in IS projects. *European Journal of Information Systems*, 1-18. doi:10.1057/s41303-016-0026-x
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*: Oxford university press. 0199879923
- Normann, R., & Ramirez, R. (1998). *Designing interactive strategy: From value chain to value constellation*: John Wiley & Sons. 0471986070
- OGC, O. o. G. C. (2010). *Management of Value*. United Kingdom: The Stationery Office. 9780113312764
- OGC, O. o. G. C. (2011a). *Management of Portfolios*. United Kingdom: The Stationery Office. 9780113312948
- OGC, O. o. G. C. (Ed.) (2009). *Managing Successful Projects with PRINCE2®*. Norwich, United Kingdom TSO - The Stationery Office.
- OGC, O. o. G. C. (Ed.) (2011b). *Managing Successful Programmes*. Norwich, United Kingdom TSO - The Stationery Office.
- Oh, W., & Pinsonneault, A. (2007). On the Assessment of the Strategic Value of Information Technologies: Conceptual and Analytical Approaches. *MIS Quarterly*, 31(2), 239-265. 02767783
- Ong, C. S., & Chen, P. Y. (2016). A valuation model for information technology capability-enabled firm value. *Journal of Computer Information Systems*, 56(2), 137-144. doi:10.1080/08874417.2016.1117375
- Ortuño, S. (2010). *El mundo del petróleo: origen, usos y escenarios*. México: FCE - Fondo de Cultura Económica.
- Pacific Rubiales Energy Corp. (2015). *Informe de gestión. Para el año finalizado el 31 de diciembre de 2014*. Retrieved from Bogotá, Colombia.:
- Parkin, M., & Esquivel, G. (2010). *Microeconomía: versión para Latinoamérica* (Novena ed.). Mexico: Pearson educación. 978-607-442-966-4
- Patanakul, P., Curtis, A., & Koppel, B. (2013). *Effectiveness in Project Portfolio Management*. Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc. 978-1-935589-86-0
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M., & Chatterjee, S. (2008). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *J. Manage. Inf. Syst.*, 24(3), 45-77. doi:10.2753/mis0742-1222240302
- Penrose, E. (1959). *Theory of the Growth of the Firm*. Oxford, GB: Oxford University Press. 9780191570360
- Peppard, J., & Ward, J. (2004). *Beyond strategic information systems: Towards an IS capability* (Vol. 13). doi:10.1016/j.jsis.2004.02.002
- Peppard, J., Ward, J., & Daniel, E. (2007). Managing the Realization of Business Benefits from IT Investments. *MIS Quarterly Executive*, 6(1). 1540-1960
- Perry, M. P. (2011). *Business Driven Project Portfolio Management : Conquering the Top 10 Risks That Threaten Success*. Ft. Lauderdale, FL, USA: J. Ross Publishing Inc. 9781604276992
- Peteraf, M. A. (1993). The cornerstones of competitive advantage: A resource-based view. *Strategic Management Journal*, 14(3), 179-191. 1097-0266
- Petit, Y. (2012). Project portfolios in dynamic environments: Organizing for uncertainty. *International Journal of Project Management*, 30(5), 539-553. doi:10.1016/j.ijproman.2011.11.007

- Pinto, J. K. (2014). Project management, governance, and the normalization of deviance. *International Journal of Project Management*, 32(3), 376-387. doi:10.1016/j.ijproman.2013.06.004
- Pinto, J. K. (2016). *Project management: achieving competitive advantage* (Fourth ed.). 9781292094793 1292094796
- Plattfaut, R., Niehaves, B., Pöppelbuß, J., & Becker, J. (2011). Development of BPM capabilities – Is maturity the right path? *ECIS 2011 Proceedings*, 27.
- PMAJ, P. M. A. o. J. (2005). *A Guidebook of Project & Program Management for Enterprise Innovation P2M - Translation* (S. Ohara, Trans.). Japan: Project Management Association of Japan PMAJ.
- PMI, P. M. I. (2013). *The standard for portfolio management* Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc. 978-1-935589-69-3
- PMI, P. M. I. (2017a). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)* (Sixth Edition ed.): Newtown Square, PA : Project Management Institute. Fifth edition. 978-1-62825-184-5
- PMI, P. M. I. (2017b). *The Standard for Portfolio Management*. (Fourth Edition ed.). Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc. 978-162825-197-5
- PMI, P. M. I. (2017c). *The Standard for Program Management* (Fourth Edition ed.). Pennsylvania, US: Project Management Institute.
- PMI, P. M. I., & IEEE, I. C. S. (2013). *Software Extension to the PMBOK® Guide Fifth Edition*. Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc. 978-1-62825-013-8
- Pöppelbuß, J., Niehaves, B., Simons, A., & Becker, J. (2011). Maturity Models in Information Systems Research: Literature Search and Analysis. *Communications of the Association for Information Systems*, 29.
- Porter, M. (1980). *Competitive strategy : techniques for analyzing industries and competitors*. New York: Free Press. 0029253608 9780029253601 0684841487 9780684841489
- Porter, M. (1991). Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, 12(S2), 95-117. 1097-0266
- Porter, M. (1996). What Is Strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), 61-78. 00178012
- Porter, M., & Kramer, M. (2011). La creación de valor compartido. *Harvard Business Review*, 89(1), 32-49.
- Porter, M., & Millar, V. E. (1985). How information gives you competitive advantage: *Harvard Business Review*, Reprint Service Watertown, Massachusetts, USA.
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The Core Competence of the Corporation. *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91. 00178012
- Probert, D., Dissel, M., Farrukh, C., Mortara, L., Thorn, V., & Phaal, R. (2013). The process of making the business case for technology: A sales and marketing perspective for technologists. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(6), 1129-1139. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2012.07.010>
- RAE. (2017). Diccionario Real Academia Española de la Lengua. Retrieved from <http://dle.rae.es/>
- Reichert, F. M., & Zawislak, P. A. (2014). Technological capability and firm performance. *Journal of Technology Management & Innovation*, 9(4), 20-35. 0718-2724
- Reynolds, G. W. (2016). *Information technology for managers*. 1305389832 9781305389830
- Rivard, S., Raymond, L., & Verreault, D. (2006). Resource-based view and competitive strategy: An integrated model of the contribution of information technology to firm performance.

- The Journal of Strategic Information Systems*, 15(1), 29-50.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsis.2005.06.003>
- Roberts, D., & Watson, B. (2014). *Confessions of a Successful CIO : How the Best CIOs Tackle Their Toughest Business Challenges*. Somerset, NJ, USA: Wiley. 9781118849309
- Röglinger, M., Pöppelbuß, J., & Becker, J. (2012). Maturity models in business process management. *Business Process Management Journal*, 18(2), 328-346.
doi:10.1108/14637151211225225
- Rumelt, R. P. (1987). Theory, strategy, and entrepreneurship. *The competitive challenge*, 137, 158.
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3), 161-176. doi:[https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Samset, K. (2009). Projects, their quality at entry and challenges in the front-end phase. *Making essential choices with scant information*, 18-35.
- Sanchez, H., Robert, B., Bourgault, M., & Pellerin, R. (2009). Risk management applied to projects, programs, and portfolios. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2(1), 14-35. doi:10.1108/17538370910930491
- Santhanam, R., & Kyparisis, G. (1996). *A decision model for interdependent information system project selection* (Vol. 89). doi:10.1016/0377-2217(94)00257-6
- Santhanam, R., & Kyparisis, J. (1995). A multiple criteria decision model for information system project selection. *Computers & Operations Research*, 22(8), 807-818.
doi:[https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00069-K](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00069-K)
- Saraf, N., Langdon, C. S., & Gosain, S. (2007). IS Application Capabilities and Relational Value in Interfirm Partnerships. *Information Systems Research*, 18(3), 320-339.
doi:10.1287/isre.1070.0133
- SAVE, S. I. (2007). *Value Standard and Body of Knowledge*.
- Say, T. E., Fusfeld, A. R., & Parish, T. D. (2003). Is Your Firm's Tech Portfolio Aligned with Its Business Strategy? *Research-Technology Management*, 46(1), 32-38.
doi:10.1080/08956308.2003.11671542
- Schmidt, R. L., & Freeland, J. R. (1992). Recent Progress in Modeling R&D Project-Selection Processes. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 39(2), 189-201.
doi:10.1109/17.141276
- Schreyögg, G., & Kliesch-Eberl, M. (2007). How dynamic can organizational capabilities be? Towards a dual-process model of capability dynamization. *Strategic Management Journal*, 28(9), 913-933. 1097-0266
- Serra, C. E. M. (2016). *Benefits Realization Management: Strategic Value from Portfolios, Programs, and Projects*: CRC Press. 1315352338
- Serra, C. E. M., & Kunc, M. (2015). Benefits Realisation Management and its influence on project success and on the execution of business strategies. *International Journal of Project Management*, 33(1), 53-66. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.03.011>
- Serrador, P., & Turner, R. (2015). The Relationship Between Project Success and Project Efficiency. *Project Management Journal*, 46(1), 30-39. doi:10.1002/pmj.21468
- Shaffer, B. (2011). *Energy Politics*. Philadelphia, PA, USA: University of Pennsylvania Press. 9780812204520
- Shenhar, A., Dvir, D., Levy, O., & Maltz, A. C. (2001). Project Success: A Multidimensional Strategic Concept. *Long Range Planning*, 34(6), 699-725.
doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301\(01\)00097-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0024-6301(01)00097-8)

- Shenhar, A., Milosevic, D., Dvir, D., & Thamhain, H. (2007). *Linking Project Management to Business Strategy*. Pennsylvania, US: Project Management Institute, Inc. 978-1-933890-33-3
- Simon, H. (1996). *The sciences of the artificial* (Third ed.). Cambridge, Mass. [u.a.: MIT Press. 0262193744 0262691914 9780262193740 9780262691918
- Smyrk, J. (1995). *The ITO model: a framework for developing and classifying performance indicators*. Paper presented at the The International Conference of the Australasian Evaluation Society.
- Snyder, B. (2017). Modernizing IT: How to thrive as a CIO 'value broker'. *IT Leadership*. Retrieved from <https://www.cio.com/article/3227068/leadership-management/modernizing-it-how-to-thrive-as-a-cio-value-broker.html>
- Soh, C., & Markus, M. L. (1995). How IT creates business value: a process theory synthesis. *ICIS 1995 Proceedings*, 4.
- Spanos, Y. E., & Lioukas, S. (2001). An examination into the causal logic of rent generation: contrasting Porter's competitive strategy framework and the resource-based perspective. *Strategic Management Journal*, 22(10), 907-934. doi:10.1002/smj.174
- Speight, J. G. (2011). *An introduction to petroleum technology, economics, and politics*. Salem, MA; Hoboken, N.J.: Scrivener ; Wiley. 9781118192528 1118192524 1118192559 9781118192559 9781118192542 1118192540 1299314473 9781299314474
- Srivannaboon, S. (2006). Linking project management with business strategy. *Project Management Journal*, 37(5), 88-96. 87569728
- Srivastava, M. K., Gnyawali, D. R., & Hatfield, D. E. (2015). Behavioral implications of absorptive capacity: The role of technological effort and technological capability in leveraging alliance network technological resources. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 346-358. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2015.01.010>
- Statoil. (2015). *Energy Perspectives. Long term macro and market outlook*. Retrieved from Norway:
- Stewart, R. B. (2010). *Value optimization for project and performance management*. Hoboken, N.J.: Wiley. 9781119200765 1119200768 9780470622933 0470622938 9780470622957 0470622954
- Stratopoulos, T., & Dehning, B. (2000). Does successful investment in information technology solve the productivity paradox? *Information & Management*, 38(2), 103-117. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(00\)00058-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(00)00058-6)
- Tallon, P., & Pinsonneault, A. (2011). *Competing Perspectives on the Link Between Strategic Information Technology Alignment and Organizational Agility: Insights From a Mediation Model* (Vol. 35).
- Tallon, P. P. (2007). Does IT pay to focus? An analysis of IT business value under single and multi-focused business strategies. *The Journal of Strategic Information Systems*, 16(3), 278-300. 0963-8687
- Tallon, P. P., Kraemer, K. L., & Gurbaxani, V. (2000). Executives' Perceptions of the Business Value of Information Technology: A Process-Oriented Approach. *Journal of Management Information Systems*, 16(4), 145-173. doi:10.1080/07421222.2000.11518269
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350. doi:10.1002/smj.640

- Teece, D. J. (2009). *Dynamic capabilities and strategic management: organizing for innovation and growth*: OUP Oxford. 0191562726
- Teece, D. J. (2016). Dynamic capabilities and entrepreneurial management in large organizations: Toward a theory of the (entrepreneurial) firm. *European Economic Review*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.euroecorev.2015.11.006>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533. 01432095
- Teller, J., Unger, B. N., Kock, A., & Gemünden, H. G. (2012). Formalization of project portfolio management: The moderating role of project portfolio complexity. *International Journal of Project Management*, 30(5), 596-607. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.01.020>
- The Standish Group. (2013). *CHAOS Manifesto*. Retrieved from The Standish Group: <http://standishgroup.com>:
- Thiry, M. (2002). Combining value and project management into an effective programme management model. *International Journal of Project Management*, 20(3), 221-227. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(01\)00072-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(01)00072-2)
- Thiry, M. (2012). *How to measure real project success*. Paper presented at the 2012 PMI Global Congress, Marseille, France.
- Thomas, G., Seddon, P., & Fernandez, W. (2008). IT project evaluation: Why more formal evaluation is not necessarily better. *Evaluating Information Systems: Public and Private Sector. United Kingdom: Butterworth-Heinemann*, 78-97.
- Thomas, J., & Mullaly, M. (2008). *Researching the Value of Project Management*. Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc. 978-1-933890-49-4
- Thomas, J., & Mullaly, M. (2009). Explorations of value: Perspectives of the value of project management. *Project Management Journal*, 40(1), 2-3. doi:10.1002/pmj.20100
- Tian, J., Wang, K., Chen, Y., & Johansson, B. (2010). *From IT Deployment Capabilities to Competitive Advantage: An Exploratory Study in China* (Vol. 12). doi:10.1007/s10796-009-9182-z
- Tian, Q., Ma, J., Liang, J., Kwok, R. C. W., & Liu, O. (2005). An organizational decision support system for effective R&D project selection. *Decision Support Systems*, 39(3), 403-413. doi:<https://doi.org/10.1016/j.dss.2003.08.005>
- Too, E. G., & Weaver, P. (2013). The management of project management: A conceptual framework for project governance. *International Journal of Project Management*(0). doi:10.1016/j.ijproman.2013.07.006
- Too, E. G., & Weaver, P. (2014). The management of project management: A conceptual framework for project governance. *International Journal of Project Management*, 32(8), 1382-1394. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.07.006>
- Toor, S.-u.-R., & Ogunlana, S. O. (2010). Beyond the 'iron triangle': Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects. *International Journal of Project Management*, 28(3), 228-236. doi:10.1016/j.ijproman.2009.05.005
- Toro, J., Garavito, A., López, D. C., & Montes, E. (2016). *El choque petrolero y sus implicaciones en la economía Colombiana* (01240625). Retrieved from Bogotá, Colombia:
- Trigeorgis, L. (1996). *Real options : managerial flexibility and strategy in resource allocation*. Cambridge, Mass. [u.a.]: MIT Press. 026220102X 9780262201025

- Tu, Y.-J., & Shaw, M. (2011). An Integrated Approach to Managing IT Portfolio. In R. Sharman, H. R. Rao, & T. S. Raghu (Eds.), *Exploring the Grand Challenges for Next Generation E-Business* (Vol. 52, pp. 243-253): Springer Berlin Heidelberg.
- Turner, R. (2008). *Handbook of Project-Based Management, Leading Strategic Change in Organizations* (McGraw-Hill Ed. Third ed.). London. 978-0-07-154975-2
- Turner, R. (2014). *Gower Handbook of Project Management (5th Edition)*. Farnham, GB: Gower. 9781472422972
- Turner, R., Huemann, M., & Keegan, A. (2008). *Human resource management in the project-oriented organization*.
- Turner, R., & Müller, R. (2005). The project manager's leadership style as a success factor on projects: A literature review. *Project Management Journal*, 36(1), 49 - 61.
- Turner, R., & Müller, R. (2006). *Choosing Appropriate Project Managers: Matching Their Leadership Style to the Type of Project*. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA: Project Management Institute, Inc. 978-1-933890-20-3
1-933890-20-7
- Turner, R., & Zolin, R. (2012). Forecasting Success on Large Projects: Developing Reliable Scales to Predict Multiple Perspectives by Multiple Stakeholders Over Multiple Time Frames. *Project Management Journal*, 43(5), 87-99. doi:10.1002/pmj.21289
- UPME, U. d. P. M. E. (2013). *Cadena del Petroleo*. Retrieved from Bogota, Colombia:
- Vaishnavi, V., & Kuechler, W. (2015). *Design science research methods and patterns : innovating information and communication technology*. 9781498715256 1498715257
- Vargas, J. H. (2010). *Impacto de las exportaciones de hidrocarburos en el crecimiento económico Colombiano 1970-2007* Universidad Nacional de Colombia.
- Venkataraman, R. R., & Pinto, J. K. (2008). *Cost and value management in projects*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons. 9780470924105 0470924101 9780470261033 047026103X
- Venkatraman, N. (1989). Strategic orientation of business enterprises: The construct, dimensionality, and measurement. *Management Science*, 35(8), 942-962. 0025-1909
- Venkatraman, N., & Prescott, J. E. (1990). Environment-strategy coalignment: An empirical test of its performance implications. *Strategic Management Journal*, 11(1), 1-23. doi:10.1002/smj.4250110102
- Verburg, J. (2014). A Theory for IT Portfolio Priority Determination: An Idea Evaluation study.
- Verhoef, C. (2002). Quantitative IT portfolio management. *Science of Computer Programming*, 45(1), 1-96. doi:[https://doi.org/10.1016/S0167-6423\(02\)00106-5](https://doi.org/10.1016/S0167-6423(02)00106-5)
- Verma, V. (1997). *The Human Aspects of Project Management. Managing The Project Team*. (Vol. 3). Pennsylvania, USA. 1-880410-40-0
- Vitolo, G., & Cipparrone, F. (2014). Strategic Implications of Different Criteria for Project Portfolio Selection *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 9(1), 427 - 434. 1941-9589
- Voss, M., & Kock, A. (2013). Impact of relationship value on project portfolio success — Investigating the moderating effects of portfolio characteristics and external turbulence. *International Journal of Project Management*, 31(6), 847-861. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.11.005>
- Wang, N., Liang, H., Zhong, W., Xue, Y., & Xiao, J. (2012). Resource Structuring or Capability Building? An Empirical Study of the Business Value of Information Technology. *Journal of Management Information Systems*, 29(2), 325-367. 07421222

- Ward, J., & Daniel, E. (2006). *Benefits management: Delivering value from IS & IT investments*: John Wiley & Sons Chichester.
- Ward, J., & Daniel, E. (2012). *Benefits management: how to increase the business value of your IT projects*: John Wiley & Sons. 1118381602
- Ward, J., Daniel, E., & Peppard, J. (2008). Building Better Business Cases For It Investments. *MIS Quarterly Executive*, 7(1), 1-15. 15401960
- Ward, J., Taylor, P., & Bond, P. (1996). Evaluation and realisation of IS/IT benefits: an empirical study of current practice. *European Journal of Information Systems*, 4(4), 214-225. doi:10.1057/ejis.1996.3
- Weill, P. (1992). The relationship between investment in information technology and firm performance: A study of the valve manufacturing sector. *Information Systems Research*, 3(4), 307-333. 1047-7047
- Weill, P., & Aral, S. (2006). Generating Premium Returns on Your IT Investments. *MIT Sloan Management Review*, 47(2), 39-48. 15329194
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180. 1097-0266
- Westphal, L. E., Dahlman, C. J., & Kim, L. (1985). *Reflections on the Republic of Korea's acquisition of technological capability*. O.O.
- Williams, T., & Samset, K. (2010). Issues in front-end decision making on projects. *Project Management Journal*, 41(2), 38-49. 1938-9507
- Williamson, O. E. (1975). Markets and hierarchies. *New York*, 26-30.
- Winter, M., Smith, C., Morris, P., & Cicmil, S. (2006). Directions for future research in project management: The main findings of a UK government-funded research network. *International Journal of Project Management*, 24(8), 638-649. doi:10.1016/j.ijproman.2006.08.009
- Winter, M., & Szczepanek, T. (2008). Projects and programmes as value creation processes: A new perspective and some practical implications. *International Journal of Project Management*, 26(1), 95-103. 0263-7863
- Winter, S. (2000). The Satisficing Principle in Capability Learning. *Strategic Management Journal*, 21(10-11), 981-996. doi:10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<981::AID-SMJ125>3.0.CO;2-4
- Winter, S. (2008). Dynamic capability as a source of change. *The Institutions of the Market-Organizations, Social Systems, and Governance*, eds. A. Ebner & N. Beck, 1st edn, Oxford University Press, Oxford, 40-65.
- Yepes, G. A., Peña, W., & Sánchez, L. F. (2007). *La responsabilidad social empresarial. Fundamentos y aplicación en las organizaciones de hoy*. Colombia: Universidad Externado de Colombia, Facultad de Administración de Empresas. 958-710-174-4
- Zeithaml, V. A. (1988). Consumer perceptions of price, quality, and value: a means-end model and synthesis of evidence. *The Journal of marketing*, 2-22. 0022-2429
- Zwikael, O., & Smyrk, J. (2011). Project management for the creation of organisational value. 9781849965163 1849965161
- Zwikael, O., & Smyrk, J. (2012). A General Framework for Gauging the Performance of Initiatives to Enhance Organizational Value. *British Journal of Management*, 23, S6-S22. doi:10.1111/j.1467-8551.2012.00823.x

ANEXO 1

MODELO P3S-VB

CUESTIONARIO PARA EVALUACIÓN DEL MODELO

CUESTIONARIO DE ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL MODELO P3S-VB

MODELO P3S-VB. CUESTIONARIO PARA EVALUACIÓN DEL MODELO	
---	---

Nombre del evaluador	
Organización	
Cargo	
Fecha	

El propósito de esta evaluación es validar el diseño del modelo P3S-VB. Esta metodología, como se expone en el documento de resumen anexo, pretende contribuir en la identificación y gestión del valor en la selección del portafolio de proyectos de TI. Los objetivos específicos de esta evaluación son:

1. Medir los siguientes criterios con respecto al modelo P3S-VB:
 - i. Viabilidad:
 - ¿El modelo se podría implementar fácilmente en su organización?
 - ¿Recomendaría el modelo para implementar en otras empresas?
 - ii. Usabilidad:
 - ¿Es aplicable el modelo?
 - ¿Los procesos y herramientas son fáciles de usar y aplicar?
 - iii. Utilidad:
 - ¿Vale la pena implementar el modelo?
 - ¿El modelo P3S-VB ayudará a las organizaciones a mejorar la selección de los portafolios de TI?
 - ¿El modelo P3S-VB ayudará al incremento de valor de los proyectos del portafolio de TI?
2. Realizar la valoración del modelo P3S-VB y sus componentes más importantes.

Por favor, a las preguntas que se le plantea a continuación, marcando con “X” en el recuadro que crea conveniente, haciendo uso de los siguientes rangos de valoración.

Puntuación	Grado de acuerdo o desacuerdo con la afirmación
5	Muy de acuerdo
4	De acuerdo
3	Indeciso
2	En desacuerdo
1	Muy en desacuerdo

Toda la información proporcionada será tratada de forma estrictamente confidencial.

MUCHAS GRACIAS POR SU APOYO Y COLABORACIÓN

A. VIABILIDAD _ ¿El modelo se podría implementar fácilmente en su organización? ¿Recomendaría el modelo para implementar en otras empresas?						
El propósito de esta sección es evaluar si el modelo P3S-VB es fácil de implementar en las organizaciones.						
Pregunta		5	4	3	2	1
A1	¿Cree que los procesos del modelo P3S-VB son fáciles de implementar?	☐	☐	☐	☐	☐
A2	¿El modelo descrito es adecuado y claro?	☐	☐	☐	☐	☐
A3	¿El modelo P3S-VB le aportaría valor a su organización?	☐	☐	☐	☐	☐
A4	¿Todos los procesos y elementos propuestos por el modelo deberían usarse?	☐	☐	☐	☐	☐
A4_1	De no ser así, ¿qué proceso, elemento o definición es redundante y por qué?					
A5	¿Todas las herramientas propuestas para el modelo P3S-VB deberían usarse?	☐	☐	☐	☐	☐
A5_1	De no ser así, ¿qué herramienta suprimiría y por qué?					
A6	¿Tendría alguna dificultad para comunicar el modelo P3S-VB a su equipo de portafolio y a los de proyecto?	☐	☐	☐	☐	☐
A7	¿Considera el modelo P3S-VB como una guía para incrementar el valor en la selección de los proyectos de TI de su empresa?	☐	☐	☐	☐	☐
A7_1	¿Por qué?					
A8	¿El modelo P3S-VB es apropiado para su uso en un ambiente corporativo para la selección de proyectos de TI?	☐	☐	☐	☐	☐
A9	¿El modelo P3S-VB es apropiado para su uso en la selección de otro tipo de proyectos diferentes a los de TI?	☐	☐	☐	☐	☐
A9_1	¿Cuáles?					
A10	¿Cree usted que el modelo P3S-VB debe ser presentado en otras instancias de su organización? ¿Cuáles?	☐	☐	☐	☐	☐
A10_1	¿Cuáles?					

B. USABILIDAD _ ¿Es aplicable el modelo? ¿Los procesos y herramientas son fáciles de usar y aplicar?						
El propósito de esta sección es evaluar si el modelo P3S-VB es viable para su uso en la identificación y selección de proyectos de TI, particularmente en la industria de hidrocarburos en Colombia.						
Pregunta		5	4	3	2	1
B1	¿Encuentra el modelo P3S-VB utilizable en la práctica de portafolio en su empresa?	☐	☐	☐	☐	☐
B2	¿Encuentra los procesos, herramientas usables y prácticas?	☐	☐	☐	☐	☐
B3	¿Encuentra algún inconveniente con la ejecución de los procesos propuestos?	☐	☐	☐	☐	☐
B4	¿Encuentra procesos, herramientas o conceptos innecesarias / redundantes?	☐	☐	☐	☐	☐
B4_1	¿Cuáles y por qué?					
B5	¿Otros procesos, herramientas o técnicas deberían incluirse en este modelo?	☐	☐	☐	☐	☐
B5_1	¿Cuáles y por qué?					
B6	¿El modelo P3S-VB ha abordado todas las herramientas necesarias para su uso en un ambiente corporativo de proyectos?	☐	☐	☐	☐	☐
B7	¿Puede el modelo P3S-VB ser un complemento a la práctica de gestión de proyectos y portafolio en su empresa?	☐	☐	☐	☐	☐
B7_1	Si no, ¿por qué?					
B8	¿Cree usted que el modelo P3S-VB es fácilmente comprensible?	☐	☐	☐	☐	☐
B9	¿Cree usted que el concepto de nivel apropiado de incorporación de valor y de tecnología se podría utilizar para otros propósitos?	☐	☐	☐	☐	☐
B9_1	¿Cuáles?					
B10	¿Los elementos, principios, procesos y herramientas descritas en el modelo le ayudarían a utilizarlo en su organización?	☐	☐	☐	☐	☐

MODELO P3S-VB

CUESTIONARIO PARA EVALUACIÓN DEL MODELO

C. UTILIDAD ¿Vale la pena implementar el modelo? ¿El modelo P3S-VB ayudará a las organizaciones a mejorar la selección de los portafolios de TI? ¿El modelo P3S-VB ayudará al incremento de valor de los proyectos del portafolio de TI?						
El propósito de esta sección es descubrir si el modelo P3S-VB ayudará a las organizaciones en la planeación y selección del portafolio de proyectos de TI, dando énfasis a la creación y captura de valor. Por favor, seleccione y escriba sus respuestas en los recuadros indicados.						
Pregunta		5	4	3	2	1
C1	¿Cree usted que el modelo P3S-VB al usarlo contribuiría en el incremento del éxito de los proyectos?	☐	☐	☐	☐	☐
C2	¿Cree usted que el modelo P3S-VB ayudará a las organizaciones de TI o a las encargadas del de estas decisiones de inversión, en una mejor gestión en la selección del portafolio?	☐	☐	☐	☐	☐
C3	¿La estructura del modelo P3S-VB en cada proceso es útil?	☐	☐	☐	☐	☐
C4	¿Cree usted que el modelo P3S-VB y sus diferentes componentes es creíble para su aplicación en a nivel masivo?	☐	☐	☐	☐	☐
C5	¿Considera utilizar este modelo, o apartes de él, en su empresa?	☐	☐	☐	☐	☐
C6	¿Cree usted que hay algunos procesos, herramientas o conceptos que pueden ser suprimidos o fusionados?	☐	☐	☐	☐	☐
C6_1	En caso afirmativo, identifique las fases o procesos.					
C7	¿Considera que el lenguaje utilizado en el modelo es apropiado y pertinente al sector de TI?	☐	☐	☐	☐	☐
C8	En general, ¿estuvo satisfecho con el contenido y la estructura del modelo P3S-VB?	☐	☐	☐	☐	☐
C9	¿Considera útiles las herramientas sugeridas en el modelo?	☐	☐	☐	☐	☐

D – VALIDACIÓN GENERAL ¿La metodología ayudará a producir mejores resultados en la gestión de proyectos de cooperación internacional y está lista para su difusión en el sector?						
El propósito de esta sección es descubrir si el modelo P3S-VB puede ser considerado por parte de los expertos como de carácter general y puede difundirse de manera general en la selección de proyectos de TI en diferentes sectores en Colombia.						
Pregunta		5	4	3	2	1
D1	La estructura general de los procesos que componen el modelo P3S-VB, representan apropiadamente el ciclo de gestión del valor en la selección de portafolio de proyectos de TI.	☐	☐	☐	☐	☐
D2	El enfoque de creación y captura de valor utilizado en el modelo P3S-VB es de fácil comprensión y aplicación en proyectos y portafolios de TI.	☐	☐	☐	☐	☐
D3	El modelo P3S-VB representa una comprensible orientación a la creación de valor.	☐	☐	☐	☐	☐
D4	El portafolio de TI al estar alineado a los propósitos empresariales y tener una comprensible orientación a la creación de valor, se transforma en una herramienta de alcance estratégico.	☐	☐	☐	☐	☐
D5	Los mecanismos definidos en el modelo P3S-VB para la identificación del nivel de creación de valor LoV, ALoTI y ALoVI, son comprensibles y fácil de usar.	☐	☐	☐	☐	☐
D6	El diamante de maximización propuesto para la selección de proyectos de TI contribuye a incrementar el potencial de valor a crear en proyectos de TI.	☐	☐	☐	☐	☐
D7	La función objetivo de maximización del valor en la selección del portafolio de TI, presentada por el modelo P3S-VB es útil y usable.	☐	☐	☐	☐	☐
D8	El algoritmo de selección de proyectos para el incremento de valor del portafolio de TI, propuesto en el modelo P3S-VB es fácil y practico.	☐	☐	☐	☐	☐
La inclusión de los siguientes conceptos, principios fundamentales y herramientas son necesarios, dados los objetivos de creación y captura de valor:						

MODELO P3S-VB

CUESTIONARIO PARA EVALUACIÓN DEL MODELO

D – VALIDACIÓN GENERAL ¿La metodología ayudará a producir mejores resultados en la gestión de proyectos de cooperación internacional y está lista para su difusión en el sector?						
El propósito de esta sección es descubrir si el modelo P3S-VB puede ser considerado por parte de los expertos como de carácter general y puede difundirse de manera general en la selección de proyectos de TI en diferentes sectores en Colombia.						
Pregunta		5	4	3	2	1
D9	La identificación, valoración y definición de las capacidades organizacionales está directamente relacionada con los objetivos estratégicos y organizacionales de la empresa. Por lo tanto, su alineación favorece la creación de valor para la empresa.	☐	☐	☐	☐	☐
D10	Definir un nivel apropiado de incorporación de las capacidades organizacionales, ayuda a incrementar el valor para la empresa.	☐	☐	☐	☐	☐
D11	Existe un diferente aporte a la creación de valor por parte de las distintas capacidades a desarrollar e impactar en un proyecto. Por lo cual, se puede decir que existe un nivel apropiado de incorporación de valor o ALoVI.	☐	☐	☐	☐	☐
D12	En un proyecto de TI, todas las funcionalidades y capacidades tecnológicas no aportan igualmente a la creación de valor. Así mismo, se identifica en proyectos de TI que algunas de estas pueden ser suprimidas del alcance del proyecto. Lo anterior no afecta los objetivos y propósitos del proyecto, pero si disminuye la inversión requerida y aumenta el valor a crear. Por lo tanto, se puede decir que en este tipo de proyectos puede determinarse un nivel apropiado de incorporación de la tecnología o ALoTI.	☐	☐	☐	☐	☐
D13	La alineación de los proyectos al desarrollo e impactos en las capacidades del negocio, representan una fuente real de creación de valor.	☐	☐	☐	☐	☐
D14	En proyectos de TI, al orientar la incorporación de las capacidades tecnológicas al desarrollo de las capacidades de negocio, se contribuye a la materialización de los beneficios y captura de valor.	☐	☐	☐	☐	☐
D15	Los clientes y usuarios, como grupo de interés relevante en la generación de beneficios, representan el eje de gestión para asegurar la creación y captura del valor de los impactos incorporados por los proyectos.	☐	☐	☐	☐	☐
D16	La definición de mecanismos de medición de los impactos a incorporar por proyectos de TI, o KVis, desde la etapa de planeación, contribuye a la materialización de beneficios, visibilidad del valor creado y valoración del valor capturado por clientes, usuarios y organización en general.	☐	☐	☐	☐	☐
D17	La identificación de un rango de creación de valor en un proyecto de TI, determinado este por el ALoTI en el rango mínimo a máximo, permite la definición de un mapa de ruta para el desarrollo tecnológico, proyectos y programas.	☐	☐	☐	☐	☐
D18	La identificación de un rango de creación de valor en un proyecto de TI, determinado este por el ALoTI en el rango mínimo a máximo, permite la definición de diferentes escenarios para desarrollar las capacidades asociadas. Lo anterior, ofrece en la selección del portafolio diferentes alternativas, y, por lo tanto, varios escenarios para la conformación de este.	☐	☐	☐	☐	☐
D19	La identificación del potencial de valor a crear por proyectos de TI se beneficia de la alineación del proyecto a las capacidades de negocio a impactar, de la fijación de KPI's para medir dichos impactos y de la definición del nivel tecnológico realmente requerido por las TI a incorporar.	☐	☐	☐	☐	☐
D20	El caso de negocios en proyectos de TI es la herramienta sobre la cual deben girar las decisiones de identificación, creación y captura de valor.	☐	☐	☐	☐	☐

MODELO P3S-VB

CUESTIONARIO PARA EVALUACIÓN DEL MODELO

E. INFORMACIÓN GENERAL	
El propósito de esta sección es comprender sus experiencias en la planeación de proyectos y/o en la selección del portafolio de TI.	
* Siéntase libre de escribir sus comentarios en la casilla correspondiente.	
Pregunta	Respuesta
E1	¿Cuántos años ha estado en la planeación de proyectos, y/o en la selección de portafolio de proyectos?
E2	¿En cuántos proyectos ha participado?
E3	¿Ha tomado previamente cursos / formación sobre estructuración de proyectos y/o selección de portafolios?
E4	¿Cuánto tiempo dedicó a revisar la documentación del modelo P3S-VB? (Semanas)
E5	¿Ha utilizado alguna metodología o modelo formal en la selección de proyectos de TI?

_ FIN DE LA EVALUACIÓN _

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN, TIEMPO Y ESFUERZO.
POR FAVOR GUARDE EL ARCHIVO Y ENVÍELO AL CORREO ELECTRÓNICO
jmalagon5568@universidadean.edu.co**

LICENCIA DE USO – AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES

Actuando en nombre propio identificado (s) de la siguiente forma:

Nombre Completo Jaime Hernando Malagón Barinas

Tipo de documento de identidad: C.C. ☒ T.I. ☐ C.E. ☐ Número: 11.185.568

Nombre Completo -----

Tipo de documento de identidad: C.C. ☐ T.I. ☐ C.E. ☐ Número: -----

Nombre Completo -----

Tipo de documento de identidad: C.C. ☐ T.I. ☐ C.E. ☐ Número: -----

Nombre Completo -----

Tipo de documento de identidad: C.C. ☐ T.I. ☐ C.E. ☐ Número: -----

El (Los) suscrito(s) en calidad de autor (es) del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado, documento de investigación, denominado:

Modelo P3S-VB. Selección del portafolio de proyectos de TI, basado en valor.

Dejo (dejamos) constancia que la obra contiene información confidencial, secreta o similar: SI ☒ NO ☐
(Si marqué (marcamos) SI, en un documento adjunto explicaremos tal condición, para que la Universidad EAN mantenga restricción de acceso sobre la obra).

Por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Universidad EAN, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad EAN y a los usuarios de bases de datos y sitios webs con los cuales la Institución tenga convenio, a ejercer las siguientes atribuciones sobre la obra anteriormente mencionada:

- A. Conservación de los ejemplares en la Biblioteca de la Universidad EAN.
- B. Comunicación pública de la obra por cualquier medio, incluyendo Internet
- C. Reproducción bajo cualquier formato que se conozca actualmente o que se conozca en el futuro
- D. Que los ejemplares sean consultados en medio electrónico
- E. Inclusión en bases de datos o redes o sitios web con los cuales la Universidad EAN tenga convenio con las mismas facultades y limitaciones que se expresan en este documento
- F. Distribución y consulta de la obra a las entidades con las cuales la Universidad EAN tenga convenio

Con el debido respeto de los derechos patrimoniales y morales de la obra, la presente licencia se otorga a título gratuito, de conformidad con la normatividad vigente en la materia y teniendo en cuenta que la Universidad EAN busca difundir y promover la formación académica, la enseñanza y el espíritu investigativo y emprendedor.

Manifiesto (manifestamos) que la obra objeto de la presente autorización es original, el (los) suscritos es (son) el (los) autor (es) exclusivo (s), fue producto de mi (nuestro) ingenio y esfuerzo personal y la realizó (zamos) sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y tengo (tenemos) la titularidad sobre la misma. En vista de lo expuesto, asumo (asumimos) la total responsabilidad sobre la elaboración, presentación y contenidos de la obra, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Universidad EAN por estos aspectos.

En constancia suscribimos el presente documento en la ciudad de Bogotá D.C.,

NOMBRE COMPLETO: Jaime Malagón Barinas
FIRMA: Jaime Malagón Barinas
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 11.185.568
FACULTAD: Ingeniería
PROGRAMA ACADÉMICO: Doctorado Proyectos

NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____

NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____

NOMBRE COMPLETO: _____
FIRMA: _____
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: _____
FACULTAD: _____
PROGRAMA ACADÉMICO: _____

Fecha de firma: Sep 04, 2018