UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ingeniería
Maestría en Gestión Estratégica de Tecnologías de la Información

Modelo para priorizar adaptaciones de software alineadas a las estrategias de la organización

Tesis previa a la obtención del título de Magíster en Gestión Estratégica de Tecnologías de la Información

Autor:

Ing. Elizabeth Margarita Nero Ortega
CI: 1104597057
Correo electrónico: emnero4@gmail.com

Director:

Ing. Miguel Ángel Zúñiga Prieto, PhD.
CI:0102498052

Cuenca – Ecuador

13 de mayo de 2022

Resumen

La importancia de la tecnología hoy en día radica en como esta soporta estratégicamente a las organizaciones, de tal manera que se pueda realizar una transformación digital dentro de cada una de ellas. El éxito de adquirir tecnología está en que la estrategia de la empresa determine que tecnología se requiere, bajo que objetivos estratégicos y que resultados se esperan (Suarez Maldonado, 2020).De esta manera toma fuerza el tema de alineación de la tecnología con la estrategia de la empresa.

Las organizaciones adquieren soluciones de software de mercado o implementan adaptaciones al software con el objetivo de mejorar su productividad de acuerdo a su estrategia organizacional, pero para lograr que el software este alineado a la estrategia de su empresa y esté disponible tempranamente, deben resolver varias interrogantes, entre una de ellas (Martinez, 2005):

- ✓ ¿Cuáles son las tareas del negocio que deben automatizarse primero considerando la estrategia de la empresa?

Si bien, existen técnicas de ingeniería de software tanto basadas en valor (Faulk et al., 2000) como orientadas por objetivos (Herrera et al., 2017) que ayudan al analista a razonar sobre objetivos, identificar conflictos entre tareas de negocio o seleccionar entre alternativas para atender las tareas de negocio , dichas técnicas no resuelven por completo la interrogante antes mencionada, por lo cual en el presente trabajo se plantea un modelo de proceso que permita priorizar adaptaciones de software de acuerdo con el valor que aporta a la estrategia de la empresa la implementación de cada adaptación. Las adaptaciones de software en el presente trabajo representan las necesidades que los usuarios tienen para realizar las tareas de negocio mediante software. El modelo propuesto hace uso de técnicas: i) para representar la relación entre las necesidades de los usuarios y los objetivos estratégicos de la empresa, ii) para la estandarización de las variables que se deben considerar para determinar el valor de satisfacer cada necesidad, y iii) para establecer de forma cuantitativa el valor de satisfacer las necesidades de los usuarios.

Finalmente se presenta un ejemplo que muestra la aplicabilidad del modelo de proceso paso a paso, en el caso real de una empresa; en la cual se requiere priorizar las necesidades de los usuarios en base al valor que aporta a la estrategia organizacional; el satisfacer cada una de ellas.

Palabras Claves: Modelo de objetivos. Ingeniería de Software basado en valor. Priorización de necesidades. Estrategia de negocio. Lenguaje de requerimientos orientado a metas.

Abstract

The importance of technology today is based on how it strategically supports organizations, in such a way that a digital transformation can be carried out within each of them. The success of acquiring technology is that the company's strategy determines what technology is required, under what strategic objectives and what results are expected (Suarez Maldonado, 2020). In this way, the issue of aligning technology with the company's strategy gains strength. Organizations acquire market software solutions or implement adaptations to the software with the aim of improving their productivity according to their organizational strategy, but to ensure that the software is aligned with the strategy of their company and is available early, they must answer several questions, between them (Martinez, 2005):

- ✓ What are the business tasks that should be automated first considering the company's strategy?

Although there are both value-based (Faulk et al., 2000) and goal-oriented (Herrera et al., 2017) software engineering techniques that help the analyst to reason about goals, identify conflicts between business tasks or select Among alternatives to attend to business tasks, these techniques do not completely resolve the aforementioned question, for which in the present work a process model is proposed that allows prioritizing software adaptations according to the value it contributes to the strategy of the company the implementation of each adaptation. The software adaptations in the present work represent the needs that users have to perform business tasks through software. The proposed model makes use of techniques: i) to represent the relationship between the needs of the users and the strategic objectives of the company, ii) for the standardization of the variables that must be considered to determine the value of satisfying each need, and iii) to quantitatively establish the value of meeting user needs.

Finally, an example is presented that shows the applicability of the step-by-step process model, in the real case of a company; in which it is required to prioritize the needs of users based on the value it brings to the organizational strategy; to satisfy each of them.

Keywords: Objectives Modal. Software engineering based on values. Prioritization of needs. Business strategy. Goal-oriented requirements language.

Índice

1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 16
1.1. Adaptaciones de software, Priorización de necesidades y Estrategia organizacional 16
1.2. Problemática 17
1.3. Objetivos 19
1.3.1. Objetivo general 19
1.3.2. Objetivos específicos 19
1.4. Metodología 19
2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y TRABAJOS RELACIONADOS 21
2.1. Marco teórico 21
2.1.1. Ingeniería de requisitos orientado por objetivos 22
2.1.1.1. Goal-oriented Requirement Language (GRL) 22
2.1.1.2. Notación para requisitos de usuarios (URN) 24
2.1.1.3. TROPOS 25
2.1.1.4. I (i-estrella) * 25
2.1.1.5. KAOS 26
2.1.2. Ingeniería de Software basada en valor 26
2.1.2.1. Principios de la Ingeniería de Software basado en valor 28
2.1.2.2. Técnicas de priorización de requisitos basados en valor 29
2.1.2.3. Método Genérico de aplicación de Valor (GVAL) 32
2.1.2.3.1. Conceptos base de GVAL 32
2.1.2.3.2. Fases y pasos 35
2.1.3. Lenguaje SPEM (Software & Systems Process Engineering Metamodel Specification) para definir procesos de software 36
2.2. Trabajos relacionados 38
3. CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO DEL MODELO 40
3.1. Selección de herramientas que se requieren para planteamiento del modelo 40
3.2. Modelo de proceso de software para priorizar adaptaciones de software 42
3.2.1. Fase 1: Alinear necesidades con estrategia de negocio 45

3.2.2. Fase 2: Determinar prioridad de requerimientos a automatizar aplicando GVAL 55
4. CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DEL MODELO EN UN CASO DE ESTUDIO 73
4.1. Contexto del caso de estudio 73
4.2. Ejecución 74
4.2.1. Fase 1: Alinear necesidades con estrategia de negocio 75
4.2.2. Conclusiones de ejecución de Fase 1: 81
4.2.3. Fase 2: Determinar prioridad de necesidades 82
4.2.4. Conclusiones de ejecución de Fase 2: 92
5. CAPÍTULO 5: Conclusiones, lecciones aprendidas y trabajos futuros ... 93
5.1. Conclusiones 93
5.1.1. Determinar en base a estudios previos las técnicas que permiten realizar priorización de requisitos de software mediante modelos por objetivos basados en valor 94
5.1.2. Seleccionar técnica o técnicas de priorización de requisitos contemplando casos de éxito de su aplicación y su sustento en los principios de la Ingeniería de Software basado en Valor 95
5.1.3. Plantear modelo de proceso para priorización de necesidades de adaptaciones de Software alineadas a la estrategia de la empresa 95
5.2. Lecciones aprendidas 96
5.3. Trabajos Futuros 97
6. ANEXOS 98
6.1. Anexo 1.- Plantilla para ejecutar 'Técnica de priorización Analytic Hierarchy Process (AHP)'. (Ingeniería Industrial Easy, 2017) 98
6.2. Anexo 2.- Plantilla de Acta de formalización de priorización 98
6.3. Anexo A.- Diagrama de relación entre necesidades y objetivos' 98
6.4. Anexo B.- Listado de necesidades mapeadas con objetivos estratégicos 98
6.5. Anexo C.- Modelo de objetivos' usando lenguaje modelo GRL 98
6.6. Anexo D.- Técnica de priorización Analytic Hierarchy Process (AHP) 98
6.7. Anexo E.- Documento de priorización 98
6.8. Anexo F.- Acta de formalización de priorización 98
7. BIBLIOGRAFÍA 99

Índice de imágenes

Imagen 1 Modelo de transferencia tecnológica (Prieto & Angel, 2017) 21
Imagen 2 Ejemplo de modelo de objetivos usando GRL 24
Imagen 3 Esquema de cadena de resultados (Cabrera Moreno, 2009) 28
Imagen 4 Ejemplos de indicadores de valor (Cabrera Moreno, 2009) 33
Imagen 5 Ejemplos de tareas priorizables por fase de desarrollo (Cabrera Moreno, 2009) 34
Imagen 6 Relación entre elementos básicos que usa SPEM (Francisco Ruiz, 2008) .. 37
Imagen 7 Descripción de elementos básicos que usa SPEM (Objet Management Group, 2008) 37
Imagen 8 Modelo de proceso de software para priorización de adaptaciones de software alineadas a la estrategia de negocio 45
Imagen 9 Fase de Alinear necesidades con estrategia de negocio 46
Imagen 10 Conjunto de pasos de “Mapear necesidades de automatización y objetivo estratégico” 49
Imagen 11 Diagrama de relación entre necesidad y objetivo estratégico 50
Imagen 12: Conjunto de pasos para “Determinar modelo de objetivos” 53
Imagen 13 Fase para determinar priorización 57
Imagen 14 Diagrama de relación entre necesidades y objetivos 76
Imagen 15 Modelo de objetivos 80
Imagen 16 Extracto de acta de formalización 92

Índice de tablas

Tabla 1 Nomenclatura de GRL 24
Tabla 2 Técnicas de priorización basadas en valor 32
Tabla 3 Resumen de elementos del modelo de proceso 45
Tabla 4 Misión y visión de la empresa 47
Tabla 5 Listado de objetivos estratégicos 47
Tabla 6 Listado de necesidades de automatización 48
Tabla 7 Refinamiento de objetivos estratégicos 51
Tabla 8 Necesidades fuera del alcance de priorización 51
Tabla 9 Listado de necesidades mapeadas con objetivos estratégicos 52
Tabla 10 Listado de necesidades escritas como objetivos 54
Tabla 11 Listado de objetivos adicionales o subjetivos 55
Tabla 12 Listado de indicadores seleccionados 58
Tabla 13 Listado de tareas 59
Tabla 14 Relación entre tareas e indicadores 60
Tabla 15 Porcentaje de valor relativo de cada indicador 61
Tabla 16 Valor relativo de indicador por tarea 61
Tabla 17 Suma de valor de indicadores por tarea 61
Tabla 18 Peso relativo normalizado de indicadores por tarea 62
Tabla 19 Tarea con peso relativo de indicadores normalizados 62
Tabla 20 Peso de indicador normalizado por tarea 63
Tabla 21 Relación entre indicadores y necesidades 64
Tabla 22 Valor relativo de indicador por necesidad 65
Tabla 23 Suma de valor de indicadores por necesidad 65
Tabla 24 Peso relativo normalizado de indicadores por necesidad 66
Tabla 25 Peso de indicador normalizado por necesidad 66
Tabla 26 Valor de tarea por necesidad 68
Tabla 27 Valor de tarea por necesidad representada para calcular valores límites 68
Tabla 28 Valores límites de niveles de ejecución de tareas 70
Tabla 29 Priorización 72
Tabla 30 Objetivos estratégicos del negocio 74
Tabla 31 Necesidades de automatización 75
Tabla 32 Objetivos estratégicos a considerar y sus observaciones 77
Tabla 33 Listado de necesidades mapeadas con objetivos estratégicos 78
Tabla 34 Lista de indicadores seleccionados 83
Tabla 35 Extracto de tareas 84
Tabla 36 Relación entre indicadores y tareas 85
Tabla 37 Valores relativos de indicadores 85
Tabla 38 Peso de indicador normalizado con respecto a cada tarea 86

Tabla 39 Relación entre indicadores y necesidades 87
Tabla 40 Valor normalizado de indicador respecto a cada necesidad 88
Tabla 41 Valor de tarea por cada necesidad 89
Tabla 42 Priorización 89
Tabla 43 Nivel de ejecución de tareas por cada necesidad priorizada para la fase de análisis 90
Tabla 44 Nivel de ejecución de tareas por cada necesidad priorizada para la fase de codificación 91
Tabla 45 Nivel de ejecución de tareas por cada necesidad priorizada para la fase de pruebas 91

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Obtención de valor asociado a una tarea 68

Índice de Gráficas

Gráfica 1 Distribución de peso de indicadores por tarea 63
Gráfica 2 Distribución de peso de indicadores por necesidad 67
Gráfica 3 Distribución de peso de indicadores por tarea 86
Gráfica 4 Distribución de valores relativos de indicadores por necesidad 88

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Elizabeth Margarita Nero Ortega en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Modelo para priorizar adaptaciones de software alineadas a las estrategias de la organización", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 13 de Mayo del 2022

Elizabeth Margarita Nero Ortega

C.I: 1104597057

Cláusula de Propiedad Intelectual

Elizabeth Margarita Nero Ortega, autor/a del trabajo de titulación "Modelo para priorizar adaptaciones de software alineadas a las estrategias de la organización", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 13 de Mayo del 2022

Elizabeth Margarita Nero Ortega

C.I: 1104597057

Agradecimiento

Llegando al final de una meta profesional más en mi vida, como lo fue haber cursado la Maestría de Gestión Estratégica de TI, llena de agradecimiento a todas las personas que aportaron para que esto sea posible; quiero agradecer de manera especial a Dios por manifestarse en mi vida y darme la fortaleza para siempre seguir adelante, a mis padres el Sr. José Julián Nero y la Sr. Olga Ortega por el apoyo incondicional y estar conmigo tanto en los momentos de felicidad como de tristeza, a mis hermanos por sus palabras de aliento y mis sobrinos que con su inocencia saben hacer que la vida sea más bella, al docente Miguel Ángel Zúñiga por su comprensión y apoyo en el desarrollo del presente trabajo y a mis compañeros por todos los momentos compartidos a nivel profesional y personal.

Dedicatoria

El presente trabajo es la etapa final de una parte de mi vida profesional y comienzo de otras, por esto y más, la dedico a Dios por ser el pilar fundamental en mi vida, a mis padres el Sr. José Julián Nero y la Sr. Olga Ortega por su apoyo incondicional, a mis hermanos Hugo, Bolívar, José Mauricio por sus palabras de aliento y mis sobrinos que con su inocencia han alegrado parte de mí vida.

Glosario de términos y Acrónimos

Modelo de proceso. - abstracciones de un proceso real.

GVAL.- Método genérico de aplicación de valor.

Objetivos estratégicos. - son las metas desarrolladas a nivel estratégico que una empresa se plantea alcanzar a largo plazo. Están basados en la visión, la misión y los valores de la empresa y condicionan las acciones que la misma llevará a cabo (*Significados*, 2021).

Necesidades de automatización o necesidades de adaptaciones de software.- Según el Estándar de IEEE, Glosario de terminología de ingeniería de software define a requerimiento como “Una condición o necesidad de un usuario para resolver un problema o alcanzar un objetivo”(Arias Chaves, 2005).

BRA. - Enfoque de cadena de resultados/ Benefits Realization Approach**.**

URN. - Notación para requisitos de usuarios.

GRL. - Lenguaje de requerimientos orientados a metas **/** Goal-oriented Requirement Language.

Stakeholders. - Un stakeholder es cualquier ente o persona de interés para una empresa que permite su funcionamiento.

SPEM. - Lenguaje para definir procesos de software/ SPEM (Software & Systems Process Engineering Metamodel Specification).

Empresa o negocio. - entidad en la que intervienen el capital y el trabajo como factores de producción para elaboración de productos o prestación de servicios.

AHP. - Analytic Hierarchy Process, técnica aplicada para determinar la importancia relativa de un conjunto de ítems.

Sponsor. - es el individuo o la compañía que aporta recursos para financiar un evento.

1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En este capítulo se contextualiza el trabajo de investigación a desarrollar, para ello se plantea las secciones:

1.1. Adaptaciones de software, Priorización de necesidades y Estrategia organizacional

Las empresas operan en un mercado globalizado lo cual significa que constantemente tienen la necesidad de adecuarse rápidamente de forma estratégica a las necesidades del mercado para conservar su competitividad. El software como bien intangible de las empresas debe cambiar y responder a las necesidades cambiantes del mercado y es así como surge la necesidad de una serie de adaptaciones que deben ser realizadas en el software de las empresas (Huerta, 2019).

La ingeniería de software tradicional estudia como transformar las necesidades de los stakeholders en software lo que se conoce como desarrollo de Software. La correcta definición y análisis de los requisitos es uno de los factores que contribuyen al éxito final de los proyectos de desarrollo de software (Vázquez, 2012). Dentro de la definición y análisis de los requisitos esta la priorización de necesidades de software el cual es un proceso complejo de toma de decisiones mediante el cual se determina que funcionalidades son adecuadas a incluir en cada liberación de producto de software considerando la estrategia de negocio que responde al mercado globalizado y así evitar que se haga un gasto innecesario de recursos (Aurum & Wohlin, 2005).

La empresa como parte de su estrategia organizacional, define sus objetivos estratégicos, que serán alcanzados en un tiempo determinado y que condicionan las acciones que la empresa llevará a cabo para alcanzar su visión en el mercado globalizado.

1.2. Problemática

La ingeniería de software tradicional no considera el valor que el software desarrollado pueda aportar a la estrategia organizacional de las empresas de tal manera que no se garantiza que la tecnología aporte al cumplimiento de los objetivos de las empresas y por ende la tecnología no ayuda para que las empresas mantengan su ventaja competitiva a largo plazo. Para ello surge desde el año 2000 la rama de investigación bautizada por Barry Boehm como “Ingeniería de software basada en valor”.

La “Ingeniería de software Basada en Valor” (ISBV) (Boehm, 2003) establece que no todas las funcionalidades son igualmente importantes ya que algunas aportan más valor que otras. Según ISBV, el “valor” es la cuantificación de la importancia que un determinado artefacto o tarea tiene para todas las partes interesadas (stakeholders) en un sistema (Cabrera Moreno, 2009). La ISBV tiene varias áreas de estudio, entre ellas está la ingeniería de requisitos basada en valor, para la cual se han propuesto técnicas de priorización de requisitos basados en valor, tales como: “Analytic Hierachical Process” (AHP) (Karlsson & Ryan, 1997a), “Método de la Mochila” (Jung, 1998) y “Agrupación de Requisitos” (Cleand-Huang & Denne, 2005). Sin embargo, tal como indica (Cabrera Moreno, 2009) una desventaja común de estas técnicas es que no proponen mecanismos de estandarización de las variables que se deben considerar para determinar de forma cuantitativa el valor de cada necesidad, por lo cual la asignación de valor es considerada como imprecisa y por ende dichas técnicas no pueden ser aplicables a proyectos reales. Para solventar dicha desventaja surge el “Método Genérico de Aplicación de Valor” (GVAL) (Cabrera Moreno, 2009) que permite calcular de manera cuantitativa el valor de cada necesidad. Sin embargo, a pesar de que este método permite priorizar las necesidades en base su valor cuantitativo, no considera de manera explícita los objetivos estratégicos de la empresa para la priorización.

Por lo expuesto anteriormente se puede mencionar que existe el siguiente problema general:

A. La ingeniería de software tradicional no considera el valor que el software

desarrollado pueda aportar a la estrategia organizacional de las empresas y por ende la tecnología no ayude para que las empresas alcancen sus objetivos y mantengan su ventaja competitiva a largo plazo ya que no existe la alineación entre la estrategia de la empresa y la tecnología.

Dentro del problema general se identifica los siguientes problemas específicos:

B. La desventaja común de las técnicas de priorización de requisitos basados en valor; es que no proponen mecanismos de estandarización de las variables que se deben considerar para determinar de forma cuantitativa el valor de satisfacer cada necesidad.
C. El “Método Genérico de Aplicación de Valor” no considera de manera explícita los objetivos estratégicos de la empresa para la priorización.

Este trabajo propone un modelo de proceso para la priorización de adaptaciones de software basado en el valor que aporta a la estrategia organizacional la implementación de cada adaptación de software, y así evitar inversiones innecesarias en implementación de software y con ello aportar a que la implementación de software este alineada a la estrategia de las empresas. Por lo que, para considerar de manera explícita los objetivos estratégicos de la empresa durante la priorización de necesidades de usuario, y proveer mecanismos de estandarización de las variables que se deben considerar para determinar el valor de satisfacer las necesidades de usuario el modelo de proceso propuesto integra: i) técnicas de la ingeniería de software basada en valor, tales como GVAL y el “Enfoque de Realización de Beneficios” (BRA)(Thorp & Fujitsu, 2007); con ii) técnicas de la ingeniería de requisitos orientada por objetivos, tal como el lenguaje el Lenguaje de Modelo de Requerimientos Orientado a Metas (GRL)(ITU-T, 2018). BRA y GRL son utilizadas para representar la relación entre los requerimientos de software y los objetivos estratégicos de la empresa. Mientras que, GVAL es utilizado tanto para la estandarización de las variables que se deben considerar para determinar el valor de satisfacer cada necesidad, como para establecer de forma cuantitativa el valor de satisfacer las necesidades de usuario.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Plantear un modelo de proceso que permita realizar la priorización de necesidades de adaptaciones de software de acuerdo con el valor que estas generen a la empresa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar en base a estudios previos las técnicas que permiten realizar priorización de necesidades de usuario mediante modelos por objetivos basados en valor.
- Seleccionar técnica o técnicas de priorización de necesidades de usuario contemplando casos de éxito de su aplicación y su sustento en los principios de la Ingeniería de Software basado en Valor.
- Plantear modelo de proceso para priorización de necesidades de adaptaciones de Software alineadas a la estrategia de la empresa.

1.4. Metodología

Para el presente trabajo se utilizó una metodología estructurada guía, basada en el modelo de transferencia tecnológica de (Gorschek, 2006) donde se incluyen actividades de evaluación y observación tanto en el ámbito académico como en la industria. Este modelo es un proceso iterativo de ocho actividades que se puede observar en la **Imagen 1 Modelo de transferencia tecnológica** donde se formulan soluciones candidatas que son evaluadas empíricamente para alcanzar una solución realista. A continuación, se enumeran las actividades:

1. Análisis del problema. Se procura entender el problema que el socio industrial pretende resolver.

2. Formulación del problema. Una vez identificado el problema y luego de las reuniones que se consideren necesarias, es preciso definirlo de una manera más precisa, debiendo especificarse claramente los factores contextuales.

3. Revisión del estado del arte. Se realiza una revisión de la literatura de forma crítica para identificar hasta qué punto las soluciones actuales están cubiertas y cuáles son los problemas por resolver con la investigación a desarrollar.

4. Solución candidata. Se propone una solución posible que será depurada en las distintas etapas de refinamiento (etapas 6 y 7).

5. Entrenamiento. El entrenamiento se realiza de manera incremental. En las primeras fases se centra en crear el conocimiento necesario para que los profesionales puedan opinar sobre la aplicabilidad de la propuesta. En fases posteriores el entrenamiento sirve para crear guías y pasos metodológicos detallados para aplicar las soluciones.

6. Validación inicial. Se realiza una evaluación preliminar de la solución en el contexto de investigación o en un contexto industrial limitado. Pudiendo realizarse experimentos controlados en el ámbito académico. En el ámbito industrial podrían realizarse talleres prácticos y encuestas.

7. Validación realista. Se realiza casos de estudio en el contexto industrial. En esta fase se definirán guías prácticas y se desarrollarán herramientas que soporten la propuesta.

8. Liberación de la solución. Se evalúa los resultados obtenidos y el material de entrenamiento y herramientas; y se preparan para aplicar en ámbito industrial.

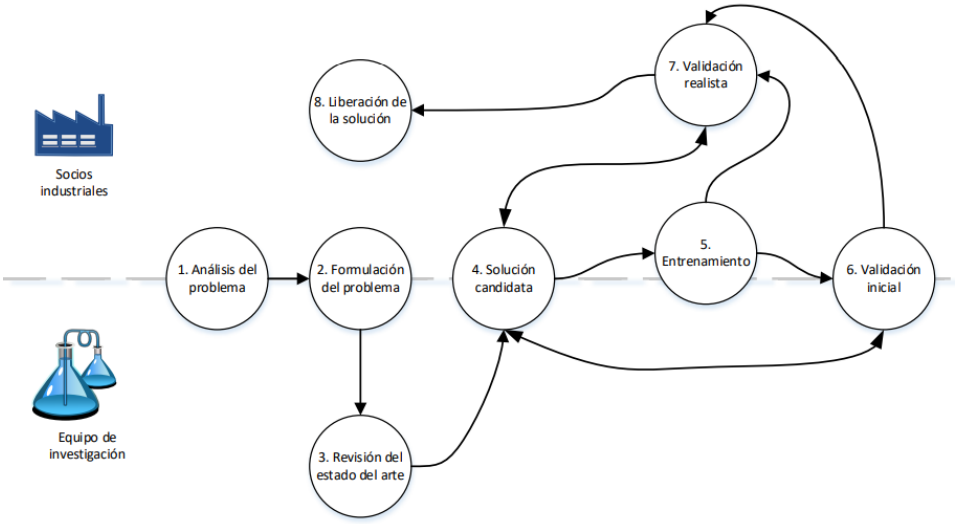


Imagen 1 Modelo de transferencia tecnológica (Prieto & Angel, 2017)

En este trabajo se han cubierto las primeras 6 actividades de este modelo, proponiendo como trabajos futuros las actividades de validación realista y liberación de la solución. En las primeras fases del presente trabajo y en su contexto se identificó el problema de que la ingeniería de software tradicional no considera el valor que el software desarrollado pueda aportar a la estrategia organizacional de las empresas y por ende la tecnología no ayude para que las empresas alcancen sus objetivos y mantengan su ventaja competitiva a largo plazo. Una vez diseñada una solución candidata, que en este caso es el planteamiento de un modelo de proceso para priorizar adaptaciones de software alineadas a la estrategia de la empresa, ésta se mejoró mediante la etapa de entrenamiento y se realizó una validación inicial, mediante un experimento, en un contexto industrial limitado.

2. CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y TRABAJOS RELACIONADOS

El objetivo de este capítulo es dar a conocer el marco teórico y mencionar los trabajos relacionados que permite entender el presente trabajo de investigación. Por ello se ha estructurado este capítulo con las siguientes secciones:

2.1. Marco teórico

En esta sección se describen los conceptos bajo los cuales se desarrolla el presente trabajo de titulación.

2.1.1. Ingeniería de requisitos orientado por objetivos

Es un campo de la ingeniería de requisitos donde los requisitos se obtienen mediante técnicas de modelado de objetivos. Los modelos por objetivos permiten entender por qué se requiere implementar un sistema y como este soportará los intereses de los stakeholders de tal manera que son una base para que se pueda alinear los sistemas con los objetivos estratégicos de la empresa (Genoves, 2019).

Existen varias técnicas[1] de modelado de objetivos, a continuación se mencionan las técnicas con mayor difusión en el campo de la Ingeniería de Software (Herrera et al., 2017):

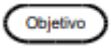
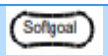
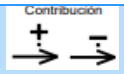
2.1.1.1. Goal-oriented Requirement Language (GRL)

GRL es un lenguaje de modelado que se emplea para representar:

- Las intenciones(objetivos) que tienen los stakeholders y la empresa con respecto al sistema a desarrollar.
- La relación entre las intenciones (objetivos) que tienen los stakeholders y la empresa con respecto al sistema a desarrollar y como pueden lograrse dichas intenciones relacionándose entre ellas.

A continuación en la **Tabla 1 Nomenclatura de GRL** se menciona la nomenclatura que compone a GRL y en la **Imagen 2 Ejemplo de modelo de objetivos usando GRL** se muestra un ejemplo de un modelo de objetivos (Genoves, 2019):

[1] El término técnica se refiere a dos conceptos. Primero a la técnica propiamente dicha como especificaciones de una notación utilizada para el modelado (Lenguaje de modelado) y segundo al término método como una notación sustentada en un proceso que dirige sistemáticamente el modelado.

Grupo	Nombre	Descripción	Representación
Actor	Actor	Representan los distintos stakeholders	
Elementos intencionales	Objetivo	Representan las intenciones	
	Softgoal	Representa intenciones cuyo criterio de logro es subjetivo	
	Tarea	Representan cursos de acción concretos	
Relaciones	Contribución	Indican que un elemento intencional contribuye (ayuda o daña) a otro	
	Dependencia	Representan que un elemento intencional necesita (depende) de otro para	

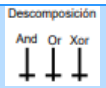
		poder lograrse	
	Descomposición	Permiten descomponer un elemento intencional en elementos más pequeños	

Tabla 1 Nomenclatura de GRL

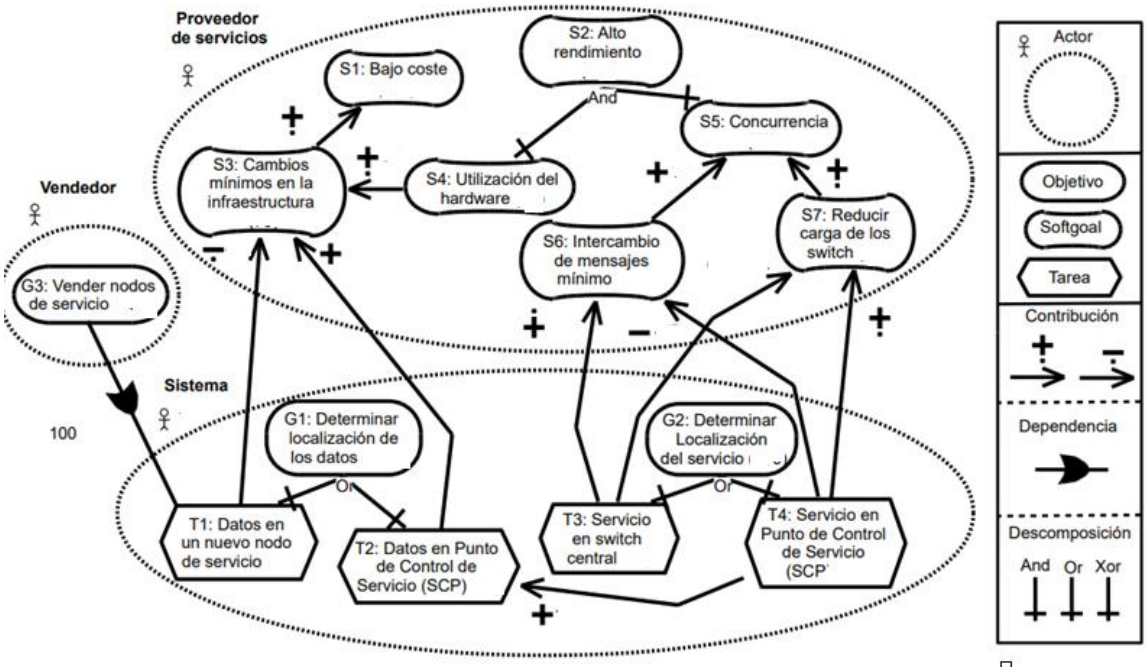


Imagen 2 Ejemplo de modelo de objetivos usando GRL

2.1.1.2. Notación para requisitos de usuarios (URN)

Es un lenguaje gráfico de modelado que tiene como objetivo la obtención, análisis, especificación y la validación de requisitos. URN es el primer

estándar internacional (*Z.151 : User Requirements Notation (URN) - Language definition*, s. f.) que aborda explícitamente, en una forma gráfica y mediante un lenguaje unificado; los objetivos, escenarios y sus interrelaciones. *"URN permite a los ingenieros de software y requisitos, así como a los analistas de negocios, descubrir y especificar los requisitos para un sistema o proceso propuesto (o los que están en evolución), y analizar dichos requisitos para verificar que sean correctos y completos"* (Amyot & Mussbacher, 2011).Con URN el modelador expone el "por qué" del software más que en el "como" logrando así una visión abstracta de "qué" capacidades y arquitectura se requieren.

Para el modelado de objetivos usa GRL y para el modelado de escenarios usa Mapas de casos de uso.

2.1.1.3. TROPOS

Tropos es un método para desarrollo de software orientado a agentes. Una de las ventajas principales es que nos permite capturar no sólo el "qué" o el "cómo" sino también el "por qué" en el desarrollo de software. Una de las desventajas es que la etapa de entrenamiento de las personas para uso de Tropos es aún muy costosa en tiempo y esfuerzo(Rebollar et al., 2008). Tropos se compone de siguientes cinco fases de desarrollo:

- Análisis de requisitos tempranos
- Análisis de requisitos tardíos
- Diseño arquitectural
- Diseño detallado
- Diseño e implementación

2.1.1.4. I (i-estrella) *

I* (i-estrella) es un método que fue desarrollado para modelar y razonar acerca de los entornos organizacionales y sus sistemas de información. Incluye un lenguaje gráfico para el modelado de las relaciones estratégicas entre actores organizacionales (Herrera et al., 2017).

Está compuesto por dos modelos estratégicos(Martinez, 2005):

- Modelo de dependencias. - se orienta a representar las dependencias que existen entre los actores para lograr sus metas, ejecutar tareas y proveer recursos.
- Modelo de razonamiento. - se orienta a realizar un análisis profundo de los razonamientos que existen detrás de cada relación de dependencia.

2.1.1.5. KAOS

Es un método para obtener, especificar y analizar metas, requisitos, escenarios y asignaciones de responsabilidades. Considera cinco vistas complementarias: la vista intencional, la vista estructural, la vista de responsabilidad, la vista funcional y la vista de comportamiento (Herrera et al., 2017).

Este método permite analizar tanto los requisitos funcionales como los no funcionales. Entre sus desventajas se tiene que: la utilización de este método requiere a analistas familiarizados con notaciones y métodos formales y proporciona poco soporte a la selección de alternativas. La selección de alternativas es una actividad indispensable para tomar decisiones de diseño sobre las tareas que necesitan ser automatizadas(Rebollar et al., 2008).

2.1.2. Ingeniería de Software basada en valor

La ingeniería de software tradicional estudia como transformar las necesidades de los stakeholders en software, constituyéndose así al software como una herramienta de apoyo a la empresa sin considerar el valor que dicho software pueda aportar a la estrategia organizacional de la misma. Ante esto surge desde el año 2000 la rama de investigación bautizada por Barry Boehm como “Ingeniería de software basada en valor”.

La ingeniería de software basada en valor establece que no todas las funcionalidades son igualmente importantes ya que algunas aportan más valor que otras. Se entiende el término “valor” como la influencia del software en costos y

planificación del negocio. También se puede decir que el “valor” es la cuantificación de la importancia que un determinado artefacto o tarea tiene para todos los implicados (o stakeholders) en el sistema desde el punto de vista de los objetivos de la empresa.

Dentro de la ingeniería de software basada en valor existen las siguientes áreas de trabajo:

- **Ingeniería de requisitos basada en valor,** para la identificación de principios y prácticas que identifican el valor de los requisitos.
- **Arquitectura basada en valor,** para reconciliar los objetivos de negocio con la arquitectura establecida en los sistemas para apoyar la construcción de software.
- **Diseño y desarrollo basados en valor,** para alinear el diseño y construcción del software con los objetivos de los distintos stakeholders.
- **Validación y verificación basadas en valor**, para desarrollar técnicas de verificación y validación del software que prioricen esfuerzos respecto a objetivos de valor.
- **Control y planificación basados en valor,** para evolucionar las técnicas más tradicionales sobre planificación, coste y control y que incluyan el concepto del valor que aportan.
- **Gestión de riesgos basada en valor,** para priorizar, mitigar, identificar, y analizar riesgos desde la perspectiva del impacto que pueden tener en el valor.
- **Gestión de la calidad basada en valor,** para la priorización de los factores de calidad deseables con respecto al valor que aportan.
- **Gestión de personal basada en valor,** para la gestión del equipo y recursos humanos en pro de valor.

2.1.2.1. Principios de la Ingeniería de Software basado en valor

Para que las organizaciones puedan implantar la Ingeniería de Software basada en valor se deben considerar los siguientes principios (Cabrera Moreno, 2009):

- ✓ **Enfoque de cadena de resultados (BRA Benefits Realization Approach).-** se tiene como objetivo alinear las actividades del departamento de TI con los objetivos del resto de la empresa. Se realiza "una cadena de resultados" que contemplas iniciativas de trabajos de TI y sus contribuciones de cara a la empresa. Así las iniciativas ("Initiative") en los sistemas deben ser conectadas con los beneficios ("Outcome") que éstas aportan, y con las suposiciones ("Assumption") que permiten la consecución de los objetivos, como se muestra en la **Imagen 3 Imagen 3 Esquema de cadena de resultados (Cabrera Moreno, 2009) Imagen 3**.

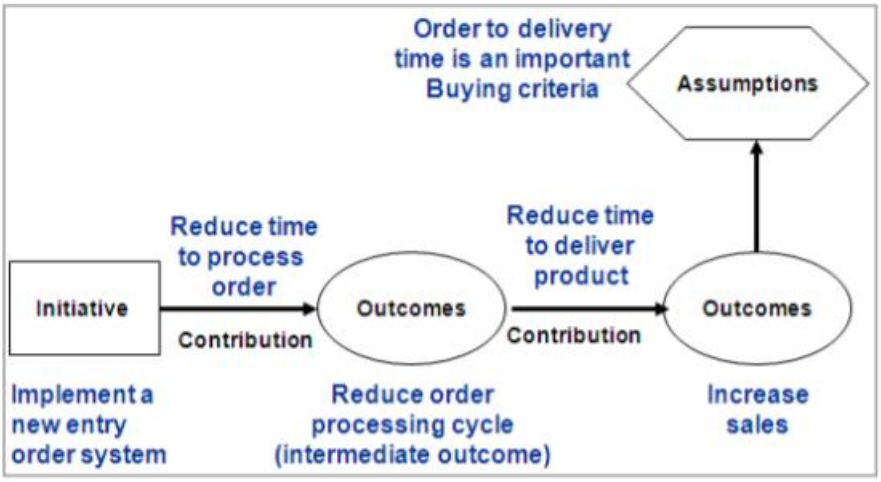


Imagen 3 Esquema de cadena de resultados (Cabrera Moreno, 2009)

- ✓ **Reconciliar objetivos de distintos implicados**. - mediante técnicas de grupo y de gestión de expectativas.

- ✓ **Análisis de Casos de Negocio. -** Propone utilizar un modelo de Retorno de Inversión para cuantificar los costes y beneficios de las distintas iniciativas.

- ✓ **Gestión del riesgo y de oportunidades de negocio. -** cuanto antes se identifiquen los riesgos, mayor será el valor aportado por los sistemas. Boehm propone hacerlo usando técnicas como el prototipado, encuestas, etc.

- ✓ **Desarrollo concurrente. -** uso de metodologías ágiles para algunos proyectos para tener resultados antes y mejorar la competitividad.

2.1.2.2. Técnicas de priorización de requisitos basados en valor

La priorización de los requisitos de manera sistemática teniendo en cuenta el valor relativo y coste de cada uno de ellos fue propuesto por primera vez hace más de una década “A Cost–Value Approach for Prioritizing Requirements”, este trabajo es considerado como una referencia fundamental para determinar las técnicas de priorización de requisitos dentro del área de ingeniería de requisitos basada en valor (Karlsson & Ryan, 1997).

A continuación en la **Tabla 2 Técnicas de priorización basadas en valor** se mencionan las diferentes técnicas de priorización de requisitos basados en valor, tomando como referencia la tesis doctor “Construcción y Evolución del Software Basados en Valor” (Cabrera Moreno, 2009):

Nombre	Descripción	Ventajas	Desventajas
AHP (Analytic Hierachical Process)	Esta técnica permite asignar un valor relativo a cada requisito desde el punto de vista de los usuarios, clientes e ingenieros de software. Se considera el costo y valor relativos de cada requisito.	Se cuantifica el valor	La priorización es basada en una discusión de análisis considerando los valores relativos de cada requisito por lo cual la priorización se convierte en subjetiva.
"Método de la mochila" o "knapsack method"	Esta técnica es una versión mejorada de la técnica AHP ya que para la fase de priorización usa lo que se denomina un número finito de recursos lo cual hace que la priorización ya no sea subjetiva.	Resuelve la desventaja de la técnica AHP	Se requiere saber los rangos de gastos validos que puede asumir la dirección que se va hacer cargo de implementación. Los rangos son establecidos subjetivamente.
Agrupación de requisitos	Se agrupa los requisitos relacionados entre sí en grupos llamados Minimal Marketable Features (MMFs), y que representan funcionalidades "vendibles" en el ámbito del marketing. La aproximación al problema, conocida como	Se asigna valor a los requerimientos en base a varias variables y no solo en base al costo lo cual hace que la	No se tiene una estructura clara de variables para asignación de valor a los requisitos lo cual aporta a que la dicha asignación siga siendo

	Incremental Funding Method (IFM), ordena dichos grupos de requisitos para maximizar el valor global del proyecto o reducir la inversión inicial. El valor se calcula en función de la importancia que tengan los requisitos para los gestores del proyecto. Los requisitos se agrupan en grupos de funcionalidad en función de los siguientes parámetros: -Retorno de Inversión esperado (ROI) -Reducción de costes que implica su puesta en producción -Diferenciación con los competidores -Influencia en la lealtad de los clientes La norma establece la priorización en el tiempo del desarrollo de los distintos grupos de funcionalidades para evitar que la inversión	asignación de valor sea más objetiva.	subjetiva.

	supere un cierto umbral de deuda.		

Tabla 2 Técnicas de priorización basadas en valor

Una desventaja común de todas las técnicas mencionadas en la ***Tabla 2* Técnicas de priorización basadas en valor** es que no hay una estandarización en cuando a que variables se deben considerar para determinar el valor de cada requisito por lo cual la asignación de valor es considerada como impreciso y por ende dichas técnicas no pueden ser aplicables a proyectos reales.

2.1.2.3. Método Genérico de aplicación de Valor (GVAL)

En la tesis doctoral “Construcción y Evolución del Software Basados en Valor” se plantea un método sistemático (GAVL) (Cabrera Moreno, 2009) para asignación de valor en cada etapa del desarrollo de software y con ello plantear una alternativa de solución a las desventajas que se mencionan en la sección 2.2.2.

2.1.2.3.1. Conceptos base de GVAL

El método GVAL se considera los siguientes conceptos base:

- ✓ **Indicadores de Valor.-** Los Indicadores de Valor son estimaciones o evaluaciones de atributos que representan algún aspecto que tiene influencia en la percepción de los implicados de un proyecto software.
  Dependiendo de la subjetividad de la fuente de la cual se proporcione el valor para el indicador se determina que hay indicadores objetivos y subjetivos.
  - Indicadores subjetivos. - han sido estimados en función de las opiniones de los implicados.
    Indicadores objetivos. - que se han extraídos mediante técnicas automatizadas o estadísticas del Proyecto.

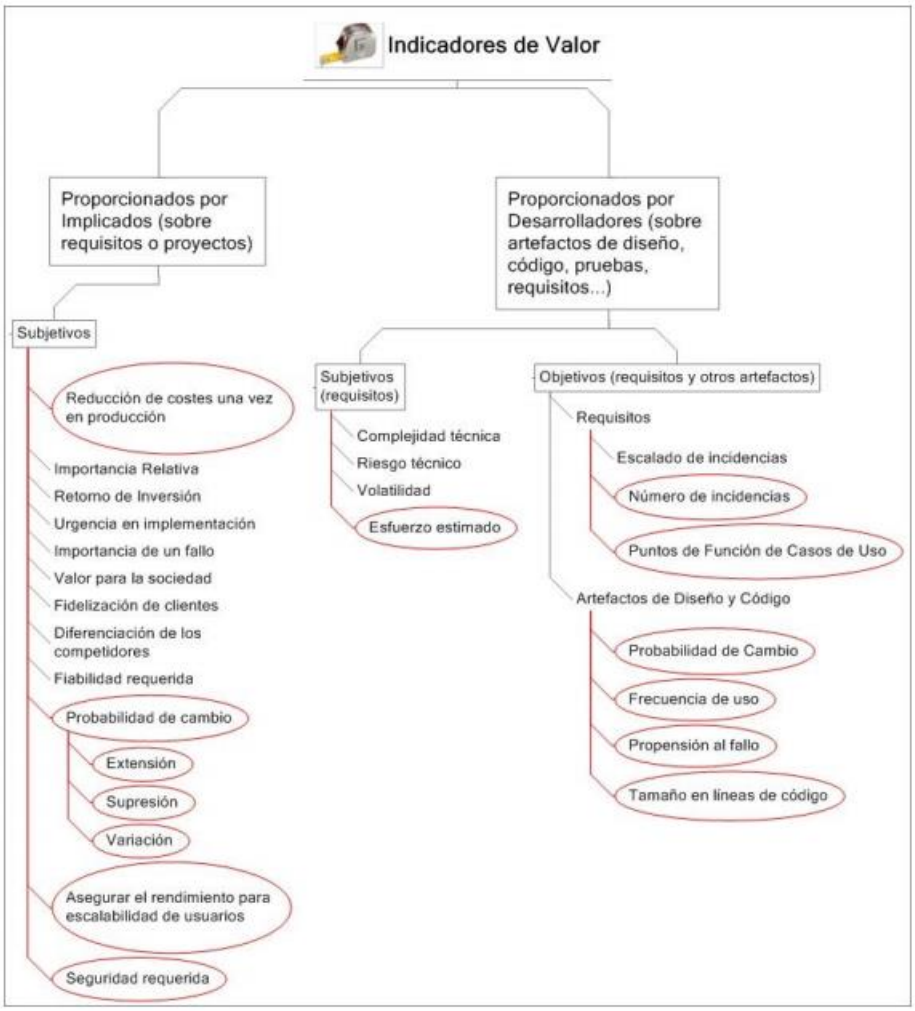
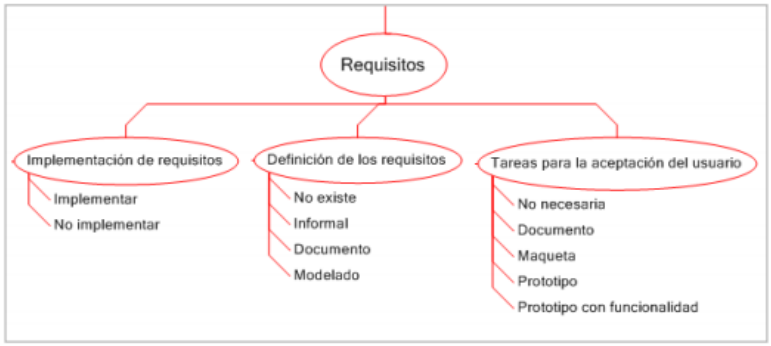
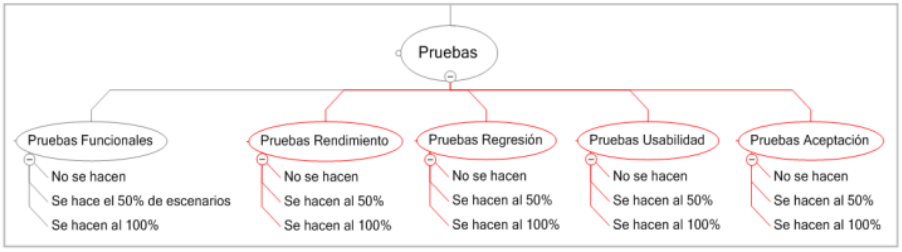


Imagen 4 Ejemplos de indicadores de valor (Cabrera Moreno, 2009)

- ✓ **Tareas priorizables. -** Para definir que es una tarea priorizable se considera el grado de ejecución de una tarea en función del valor de un artefacto concreto. Se entiende así por Tarea Priorizable, aquella que puede ser ejecutada de diferentes modos (o no ser ejecutada) en función del valor relativo de los artefactos involucrados en su ejecución. A continuación, en la **Imagen 5 Ejemplos de tareas priorizables por fase de desarrollo (Cabrera Moreno, 2009)**, se muestra ejemplos de tareas priorizables de la fase de desarrollo de software:





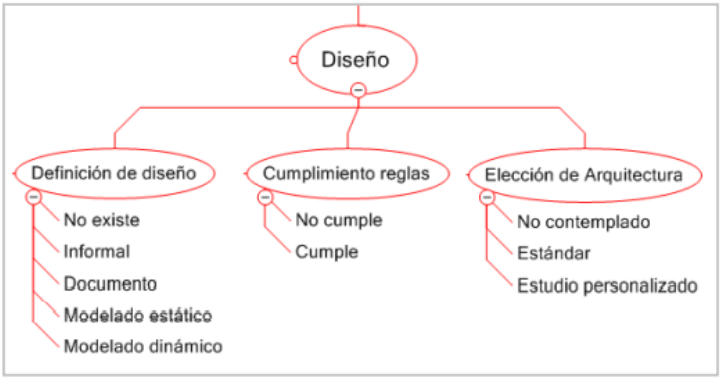


Imagen 5 Ejemplos de tareas priorizables por fase de desarrollo (Cabrera Moreno, 2009)

- ✓ **Valores límite. -** Se entiende por “Valor Límite” aquel número por encima

del cual los indicadores de valor modifican el modo de aplicación de una tarea priorizable. Por ejemplo: imaginemos que se prioriza la tarea "Definición de requisitos" en 4 niveles: No existe, Informal, Documento, Modelado. El valor de cada requisito se calcula con el indicador subjetivo de implicado "retorno de inversión". Una vez cuantificado el valor resultante, es necesario establecer por debajo de qué valor no existirá documentación, por debajo de qué valor se hará documentación informal, por debajo de que valor se realizará un documento y por debajo de que valor se realizará el modelado. Dichos valores son los "valores límites" que en este caso guían la aplicación de la tarea priorizable de "Definición de requisitos".

2.1.2.3.2. Fases y pasos

El método GVAL está compuesto por las siguientes fases y pasos:

2.1.2.3.3. Fase de adaptación al tipo de proyecto

Se establecen las condiciones generales mediante las cuales se calcula el valor que un proyecto tiene y la forma en la que las tareas son priorizadas.

- ✓ Paso 1.-Seleccionar el conjunto de tareas e indicadores de acuerdo con los objetivos estratégicos de la empresa.

- ✓ Paso 2.- Definir la relación de cada tarea con una lista de indicadores para determinar la forma en que dichas tareas se van a aplicar. Determinar y normalizar la importancia relativa de cada indicador considerando el punto de vista de los distintos implicados.

2.1.2.3.4. Fase de aplicación al proyecto

- ✓ Paso 3.- Para cada indicador establecido en la fase de

adaptación, los implicados deben establecer un valor numérico de importancia por cada requisito del sistema. Luego se calcula el valor de las tareas priorizables por cada requisito.

- ✓ Paso 4.- Se realiza estimación del costo de cada requisito esto por lo general lo aporta el área de proyectos. Se termina los diferentes escenarios considerando la relación requisito-coste y variando los límites de valor de cada tarea.
- ✓ Paso 5.- Cuando el valor y el coste están acordes con las expectativas de los implicados, se inicia el proyecto.

2.1.3. Lenguaje SPEM (Software & Systems Process Engineering Metamodel Specification) para definir procesos de software

Software & Systems Process Engineering Metamodel Specification (SPEM) es un estándar de la OMG que sirve para realizar el modelado de procesos de software. El objetivo de SPEM es representar los procesos en base a elementos básicos que permiten especificar un proceso en los términos de "Quien (rol) realiza qué (tarea) con el fin de obtener un resultado (productos de trabajo), a partir de una serie de entradas (productos de trabajo)".

En la **Imagen 6** ***Relación entre elementos básicos que usa SPEM*** se muestra la relación entre los elementos básicos que usa SPEM y en la **Imagen 7 Descripción de elementos básicos que usa SPEM** se muestra la descripción de cada uno de ellos.

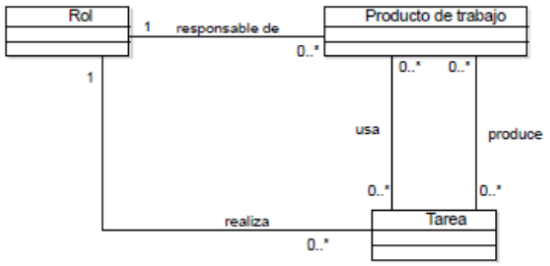


Imagen 6 Relación entre elementos básicos que usa SPEM (Francisco Ruiz, 2008)

Icono	Nombre	Descripción
	Definición de rol	Conjunto de habilidades, competencias y responsabilidades de un individuo o grupo
	Definición de tarea	Describen una unidad de trabajo a ser asignada o manejada. Identifica el trabajo que se lleva a cabo por los roles. Una tarea puede ser desglosada en pasos.
	Definición de producto de trabajo	Definen productos usados o producidos por las tareas. Pueden ser: artefactos de naturaleza tangible o artefactos entregables. Pueden asociarse entre ellos con relaciones de agregación, composición o impacto.
	Categoría	Clasifican elementos como tareas, roles o productos basándose en criterios establecidos por el ingeniero de procesos. Hay diferentes tipos de categorías: grupos de roles, disciplinas (para tareas) o dominios (para productos).
	Guías	Proveen información adicional relacionada a otros elementos. Existen sub-tipos de guías: activos reusables, guías o plantillas de documentación, entre otros.
	Uso de rol	Representan un rol que lleva a cabo una tarea o actividad de un proceso. Hacen referencia a la definición de un rol (Contenido del Método).
	Uso de tarea	Representan una tarea en un proceso definido. Hacen referencia a la definición de una tarea (Contenido del Método).
	Uso de producto de trabajo	Representan una entrada o salida de una actividad o tarea. Hacen referencia a la definición de un producto (Contenido del Método).
	Actividad	Representan un conjunto de tareas que se ejecutan dentro de un proceso con sus respectivos roles y productos de trabajo.
	Paquete de proceso	Representan un paquete que contiene todos los elementos de un proceso.
	Paso	Describen una parte significativa y consistente del trabajo general descrito para una Definición de Tarea. Representa todo el trabajo que se debe hacer para lograr el objetivo de desarrollo de la Definición de Tarea.

Imagen 7 Descripción de elementos básicos que usa SPEM (Objet Management Group, 2008)

2.2. Trabajos relacionados

Para la solución de la problemática planteada en la sección 1.2 existen los siguientes estudios; a pesar de que ellos no dan una solución completa; aportan con conocimiento que al ser integrado resuelve la problemática planteada:

A. ***"Estudio de Mapeo Sistemático sobre Priorización de Requerimientos de Software Basada en Valor"*** (Ramírez et al., 2015). De este estudio se resalta la importancia y la complejidad de establecer el concepto de valor de producto, de identificar cuáles son los elementos que impactan en el valor del producto y de identificar las estrategias para priorizar los requerimientos teniendo en cuenta el valor del producto, con lo cual se justifica la importancia de abordar la problemática planteada en la sección 2.1. En este estudio "*Se concluye que existen varias estrategias pero no se identifican estudios en priorización de requerimientos que relacionen de manera explícita el impacto sobre el valor del producto en términos de sus elementos de valor y con esta información definir una prioridad con base en el valor"* (Ramírez et al., 2015) con lo que se puede decir que este trabajo aporta con conocimiento para solventar la problemática mas no proporciona la solución completa.

B. ***"Construcción y Evolución del Software Basados en Valor"*** (Cabrera Moreno, 2009). Este estudio se basa en la ingeniería de software basada en valor; en donde, el término "valor" es considerado como la cuantificación de la importancia que un determinado artefacto o tarea tiene para todos los implicados (o stakeholders) en el sistema desde el punto de vista de los objetivos estratégicos de la empresa y plantea el método GVAL que permite priorizar las necesidades de software calculando el valor cuantitativo de cada necesidad. Por lo tanto, en el desarrollo del presente trabajo se considera GVAL como solución a la problemática puntual de que, la desventaja común de las técnicas de priorización de requisitos basados en valor no propone mecanismos de estandarización de las variables que se deben considerar para determinar de forma cuantitativa el valor de cada necesidad, planteada en la sección 1.2. Una desventaja de GVAL no considera de manera explícita

los objetivos estratégicos de la empresa para la priorización.

C. ***"Analysing the Assumed Benefits of Software Requirements"***(Ellis-Braithwaite, 2013)***.*** Este estudio provee una alternativa para solucionar la problemática de que no se asuma que una vez que el software se implemente según los requisitos especificados, se obtendrán beneficios para la empresa. Esto lo hace mediante una propuesta de cuantificar los beneficios que tendrá la empresa al realizar la implementación. De este estudio, para desarrollar el presente trabajo, se abstrae que tanto BRA como GRL pueden ser usados para representar de manera explícita la trazabilidad entre los objetivos estratégicos de la empresa y las necesidades de los usuarios y con ello poder solventar la problemática de que GVAL no considera de manera explícita los objetivos estratégicos de la empresa para la priorización.

D. ***"Una Aproximación Basada en Valor para la Priorización de Alternativas en Modelos de Objetivos"*** (Genoves, 2019). De este estudio se puede tomar como referencia el uso del modelado de objetivos usando el lenguaje GRL para representar "por qué" se requiere implementar las necesidades de software desde el punto de vista del negocio y así solventar parcialmente la problemática de que, GVAL no considera de manera explícita los objetivos estratégicos de la empresa; para la priorización.

E. En el estudio **"Evaluando técnicas de modelado de metas desde el punto de vista de la planificación estratégica del negocio"** (Herrera et al., 2017) se menciona que: la orientación a metas ha hecho importantes aportes a la Ingeniería de Requisitos y las metas refinan la visión global del negocio, exponen el valor de un sistema/software y proporcionan la fundamentación para su desarrollo".

F. Tanto en el estudio **"Una Aproximación Basada en Valor para la Priorización de Alternativas en Modelos de Objetivos"** (Genoves, 2019) como en el estudio **"Analysing the Assumed Benefits of Software Requirements"** (Ellis-Braithwaite, 2013) ; se menciona a GRL como técnica que se puede usar para el modelado de metas, pero en el estudio "Evaluando técnicas de modelado de metas desde el punto de vista de la planificación estratégica del negocio" se menciona que hay varias técnicas de modelado y se considera importante hacer una evaluación de las mismas para en base

a ello argumentar la selección de la técnica GRL que se considerará para el modelado de metas del presenta trabajo.

3. CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO DEL MODELO

En este capítulo se tiene como objetivo plantear el modelo de proceso de software para priorización de adaptaciones de software. Para ello se plantea las siguientes secciones:

3.1. Selección de herramientas que se requieren para planteamiento del modelo

Luego de desarrollar el marco teórico y hacer la revisión de trabajos relacionados, se ha seleccionado las siguientes herramientas para alcanzar el objetivo del presente trabajo, que es el 'Planteamiento del modelo de proceso de software para priorizar adaptaciones de software':

- ✓ **SPEM. -** Con el objetivo de poder representar el modelo de proceso de software para priorizar adaptaciones de software bajo un lenguaje estandarizado y que sea entendible por cualquier persona del negocio se decide usar el lenguaje SPEM (Objet Management Group, 2008).

- ✓ **BRA-** Dentro del modelo de proceso de software que se planteará, se requiere representar las adaptaciones de software en base a la estrategia de negocio, para esto se usará BRA. Se decide usar esta técnica ya que es parte de los fundamentos de la 'Ingeniería de software basada en valor' que está relacionado directamente con el área de Ingeniería de requisitos basada en valor (Boehm, 2003).

- ✓ **El lenguaje de modelo GRL. -** Dentro del modelo de proceso de software que se planteará, se requiere representar las adaptaciones de software en base a la estrategia de negocio alineadas con mayor detalle al desarrollo de software, esto será realizado mediante el lenguaje de modelado GRL. De acuerdo al estudio "Evaluando técnicas de modelado de metas desde el punto de vista de la planificación

estratégica del negocio" (Herrera et al., 2017) hay varias técnicas de modelado de objetivos entre ellas GRL, URN,KAOS,I*,TRPO; las dos técnicas de modelado que ocupan los dos primeros lugares son URN y GRL respectivamente y ambas son apropiadas para realizar el modelado de necesidades de software o adaptaciones de software considerando la estrategia del negocio ya que poseen las siguientes características: Modelado de metas funcionales y metas no funcionales, Capacidad de representación del refinamiento de metas en diferentes niveles de abstracción, Mecanismos para el modelado y análisis de obstáculos de metas, Mecanismos para el modelado y análisis de conflictos entre metas, Mecanismos para el modelado y análisis de interrelaciones entre metas, Mecanismos para el modelado y análisis de las incumbencias transversales, Software para el modelado, Software para el modelado, Capacidad de extensibilidad para incorporar conceptos pertenecientes a la Planificación Estratégica en el modelado de metas, Nivel de estandarización, Proceso para guiar el modelado. De ello considerando que URN tiene una calificación de 3 en la característica de que existe 'Software para el modelado', se decide elegir GRL como lenguaje para el modelado. Es importante tener software de soporte para el modelado ya que en aplicación de proyectos reales se necesitan hacer diagramas en lenguaje GRN de n requisitos.

- ✓ **Método genérico de aplicación de valor (GVAL).-** Dentro del modelo de proceso de software que se plateará en la presente investigación, se requiere realizar la priorización de adaptaciones de software considerando que dicha priorización este alineada a la estrategia del negocio es decir que agregue valor, por lo cual se decidió usar GVAL ya que dicho método a diferencia de otros técnicas mencionadas en la sección 2.1.2.2 resuelve el problema de que la asignación de valor para las adaptaciones de software es subjetivo. Para plantear el modelo de proceso, al GVAL se le agrega la fase de 'Alinear necesidades con estrategia de negocio' ya que la desventaja de GVAL es que no considera de manera explícita los objetivos estratégicos de la empresa

para la priorización.

3.2. Modelo de proceso de software para priorizar adaptaciones de software

Luego de realizar la selección de herramientas como se menciona en la sección 3.1, se procede a plantear el modelo de proceso, el mismo que tiene como objetivo que mediante él se pueda realizar la priorización de las adaptaciones de software orientadas a la estrategia de la empresa.

El modelo planteado, descrito usando el lenguaje SPEM, consta de 2 fases que se mencionan a continuación:

Fase 1: Alinear necesidades con estrategia de negocio

En esta fase el analista de negocio determina la relación entre necesidades de adaptaciones de software y los objetivos estratégicos del negocio.

Fase 2: Determinar prioridad de necesidades

En esta fase se tiene como objetivo determinar y socializar la priorización de las necesidades que están relacionadas con la estrategia del negocio, usando el método genérico de aplicación de valor (GVAL).

Cada fase consta de entradas, actividades, salidas y herramientas, como se especifica en la **Tabla 3** y se observa en la **Imagen 8 Modelo de proceso de software para priorización de adaptaciones de software alineadas a la estrategia de negocio**:

Fase	Actividad	Entradas	Salidas	Herramienta
Fase 1: Alinear necesidades con estrategia de negocio	**Actividad 1**: Mapear necesidades de automatización y objetivos estratégicos	Objetivos estratégicos del negocio. Necesidades de automatización	Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos. Lista de necesidades mapeados con objetivos estratégicos	BRA
	Actividad 2: Determinar modelo de objetivos	Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos. Lista de necesidades mapeados con objetivos estratégicos	Modelo de Objetivos	GRL
Fase 2: Determinar prioridad de necesidades	**Actividad 1:** Elegir indicadores	Modelo de objetivos	Documento de priorización- ítem indicadores	Guía para aplicar GVAL
	Actividad 2: Modelo de objetivos	Modelo de objetivos	Documento de priorización- ítem tareas	
	Actividad 3: Asignar relación indicadores - tareas	Documento de priorización-	Documento de priorización- tareas/ indicadores	

		ítem indicadores. Documento de priorización- ítem tareas		
	Actividad 4: Asignación de valor de cada indicador con respecto a cada necesidad	Lista de necesidades mapeados con objetivos estratégicos. Documento de priorización- ítem indicadores	Documento de priorización- ítem indicadores/necesidades	
	Actividad 5: Calcular valor de tarea por cada necesidad	Documento de priorización- ítem indicadores/necesidades. Documento de priorización- tareas/ indicadores	Documento de priorización - ítem valor de tareas respecto a cada necesidad	
	Actividad 6: Determinar priorización	Documento de priorización - ítem tareas. Documento de priorización - ítem valor de tareas respecto a cada necesidad	Documento de priorización- ítem priorización	

	Actividad 7: Formalizar priorización	Lista de necesidades mapeados con objetivos estratégicos. Documento de priorización-ítem priorización	Acta de formalización de priorización	

Tabla 3 Resumen de elementos del modelo de proceso

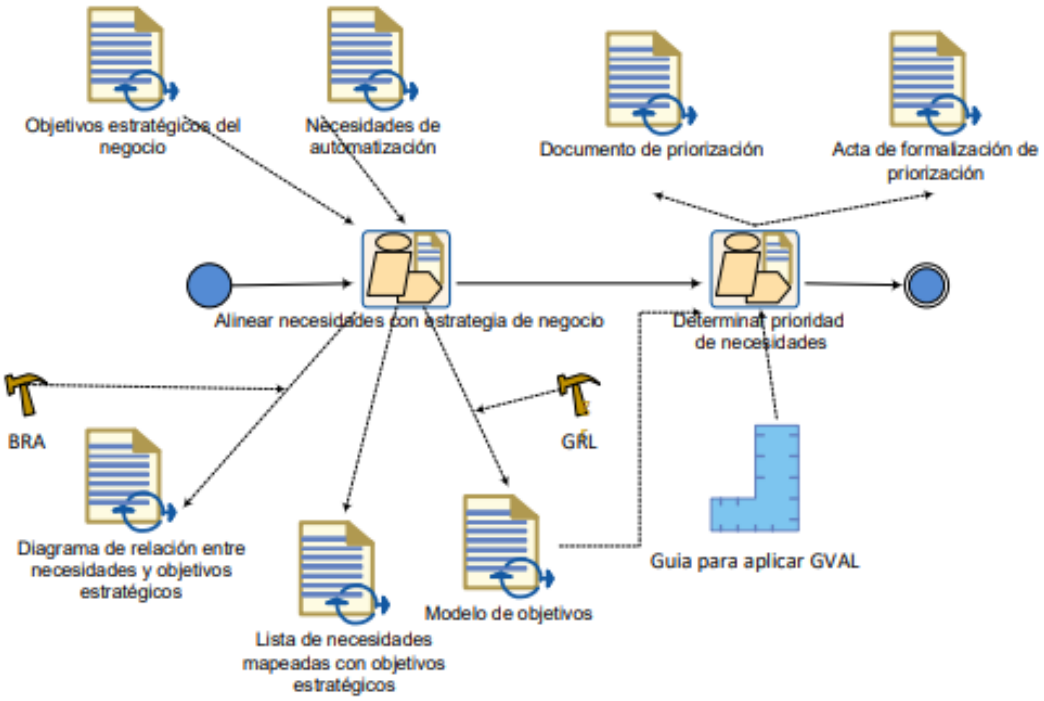


Imagen 8 Modelo de proceso de software para priorización de adaptaciones de software alineadas a la estrategia de negocio

3.2.1. Fase 1: Alinear necesidades con estrategia de negocio

Objetivo

En esta fase el analista de negocio realiza la alineación de las necesidades de automatización con los objetivos estratégicos para garantizar que las necesidades que se vayan a priorizar agreguen valor al negocio. Si hay necesidades de automatización que no estén alineados a la estrategia del negocio estas no serán consideradas para la priorización.

Detalle de la fase

La fase consta de las siguientes actividades, cada actividad tiene sus respectivas entradas, descripción, herramientas y salidas como se muestra en la **Imagen 9 Fase de Alinear necesidades con estrategia de negocio**:

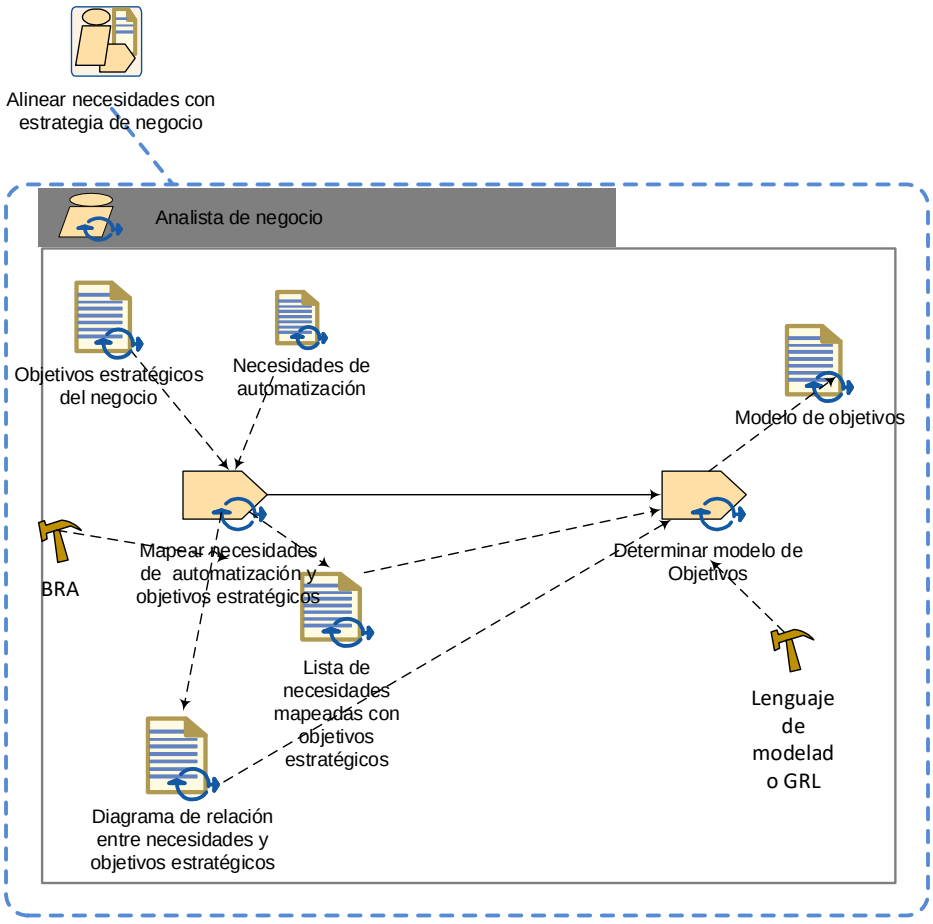


Imagen 9 Fase de Alinear necesidades con estrategia de negocio

Actividad 1: Mapear necesidades de automatización y objetivos estratégicos.

Entradas

- ✓ Objetivos estratégicos del negocio. - son las metas que la empresa se plantea alcanzar a largo plazo en base a su misión y visión. Esta entrada se debe especificar como se observa en la **Tabla 4** y **Tabla 5**.

Empresa	**Softservice**
Misión	Influenciar a nivel nacional e internacional el reconocimiento de talento local y ofrecer servicio de desarrollo de software que agregue valor a nuestros clientes.
Visión	Proveer tecnologías informáticas innovadoras que contribuyan a que los procesos del sector público y privado sean eficientes y eficaces.

Tabla 4 Misión y visión de la empresa

Listado de objetivos estratégicos	
Código de objetivo	**Objetivo estratégico**
Ejem: OE012021	Ejem: Optimizar servicio de control de calidad para captar más clientes

Tabla 5 Listado de objetivos estratégicos

- ✓ Necesidades de automatización. - son los requerimientos que un usuario espera que sean realizados por un sistema para alcanzar

un objetivo o resolver algún problema. Se los debe especificar como se menciona en la **Tabla 6**.

Sección 3	**Listado de necesidades**		
Código de proyecto	**Proyecto**	**Código de necesidad**	**Necesidades de automatización**
Ejem: P012021	Ejem: Implantar herramienta de gestión de pruebas automáticas y manuales	Ejem: NEC_01	Adaptar herramienta de software libre para gestión de pruebas manuales
		XXXX	XXXX

Tabla 6 Listado de necesidades de automatización

Descripción

Esta actividad es ejecutada a través de los siguientes pasos que se describen a continuación y se muestran en la **Imagen 10 Conjunto de pasos de "Mapear necesidades de automatización y objetivo estratégico"**:

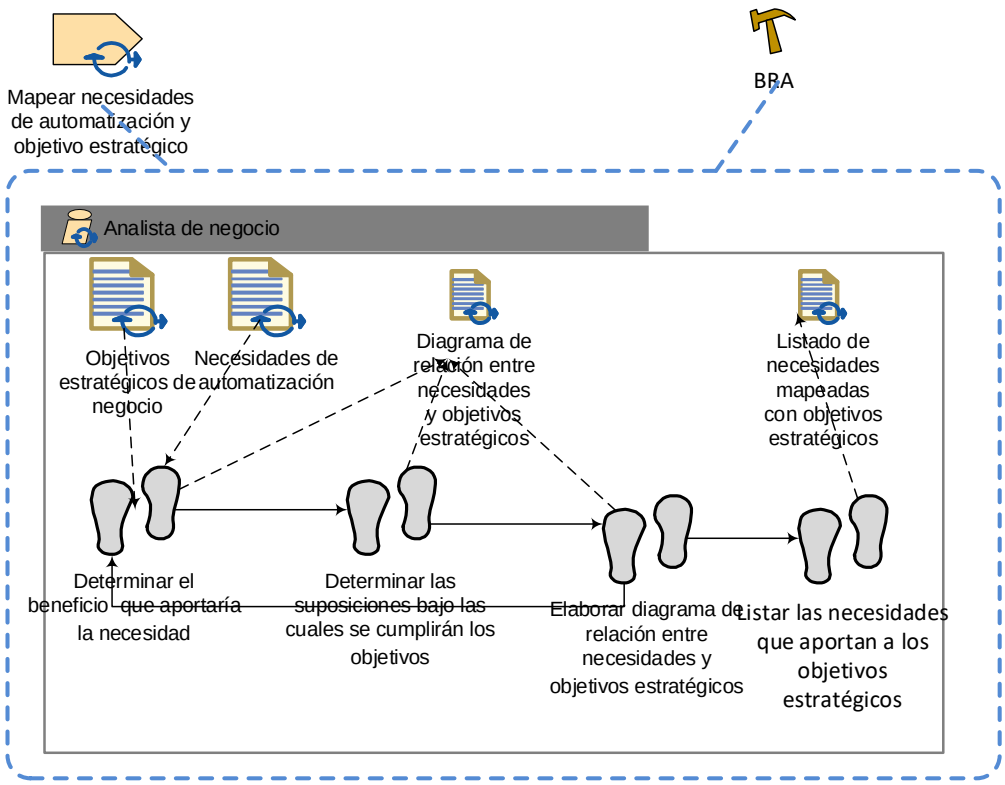


Imagen 10 Conjunto de pasos de "Mapear necesidades de automatización y objetivo estratégico"

- ✓ Por cada necesidad que se encuentre en la **Tabla 6** elaborar el 'Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos' mediante la herramienta BRA (2.1.2.1) esto con el objetivo de establecer la relación entre cada necesidad y objetivo estratégico, como se menciona a continuación:
  - ***Determinar el beneficio*** (objetivo estratégico de la **Tabla 5**) ***que aportaría la necesidad*** listada en la ***Tabla 6*** si esta se implementa.
  - ***Determinar las suposiciones bajo las cuales se cumplirá el beneficio.***
  - ***Elaborar Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos como se menciona en la* Imagen 11 Diagrama de relación entre necesidad y objetivo estratégico.**

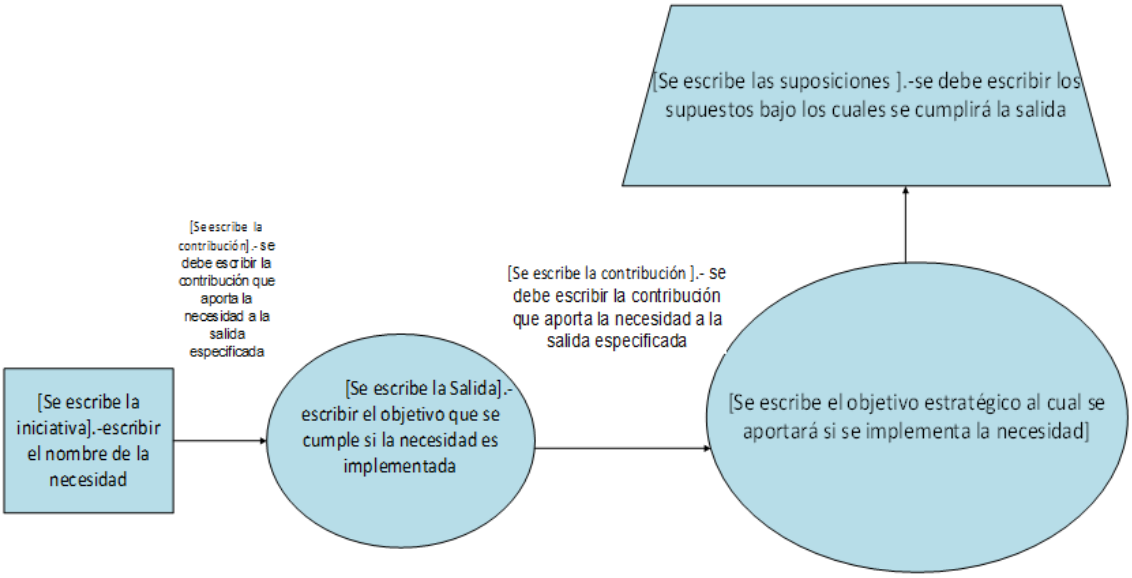


Imagen 11 Diagrama de relación entre necesidad y objetivo estratégico

- ✓ ***Listar las necesidades que aportan con los objetivos estratégicos***.- se toma cada objetivo estratégico de la **Tabla 5** y se lo especifica en la columna "Código de objetivo" y "Objetivo estratégico" de la **Tabla 7** respectivamente. Seguidamente se toma de cada 'Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos' el objetivo estratégico al cual aportará si se implementa cada necesidad de automatización y se lo especifica en la columna "Objetivos estratégicos luego de realizar diagrama" de la **Tabla 7** con su respectiva observación en caso de existir. Si hay objetivo estratégico de la **Tabla 5** que no constan en el diagrama; se debe poner la observación de que 'No hay necesidades a priorizar con respecto a este objetivo estratégico' y dichos objetivos estratégicos no serán considerados para la priorización.

Refinamiento de objetivos estratégicos		
Código de objetivo	**Objetivos estratégicos**	**Objetivos estratégicos luego de realizar diagrama**
Ejem: OE012021	Ejem: Optimizar servicio de control de calidad para captar más clientes	Ejem.- Se sugiere cambiar nombre a: Aumentar la captación de clientes locales para el servicio de control de calidad de software y Captar clientes internaciones para brindar el servicio de control de calidad de software
Ejem: OE022021	Optimizar procesos operativos de las empresas	Ejem: No hay necesidades a priorizar con respecto a este objetivo estratégico

Tabla 7 Refinamiento de objetivos estratégicos

Seguidamente se elabora la **Tabla 8** en la cual se especifica las necesidades que mediante el diagrama 'Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos' se determinó que no aporten a algún objetivo estratégico especificado en la ***Tabla 5*** o son necesidades iguales. Se dice que son necesidades iguales si tienen el mismo 'Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos'.

Necesidades fuera del alcance de priorización		
Código de Necesidad	**Necesidad**	**Observación**
Ejem: P012021_NEC_03	Ejem: Adaptar módulo de registro de planes de pruebas y casos de pruebas	Ejem: Cuando se realizó el diagrama se detectó que esta necesidad tenía el mismo objetivo que la necesidad P012021_NEC_01 por lo cual se la deja fuera del alcance de la priorización

Tabla 8 Necesidades fuera del alcance de priorización

Luego se elabora la **Tabla 9** tomando de cada diagrama

'Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos' la necesidad y el objetivo estratégico al cual aporta.

Listado de necesidades mapeadas con objetivos estratégicos			
Código de Necesidad	**Necesidad**	**Código de Objetivo estratégico**	**Objetivo estratégico al que aporta**
Ejem: P012021_NEC_01	Adaptar herramienta de software libre para gestión de pruebas manuales	OE012021	Aumentar la captación de clientes locales para el servicio de control de calidad de software y Captar clientes internaciones para brindar el servicio de control de calidad de software

Tabla 9 Listado de necesidades mapeadas con objetivos estratégicos

Salidas

- ✓ Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos. - este diagrama representa la relación entre cada necesidad de automatización y objetivos estratégicos del negocio. Se obtiene un diagrama por cada necesidad.
- ✓ Lista de necesidades mapeados con objetivos estratégicos. - Listado de necesidades que mediante el BRA se determinó que hay relación con los objetivos estratégicos.

Actividad 2: Determinar modelo de objetivos

Entradas

- ✓ Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos
- ✓ Lista de necesidades mapeados con objetivos estratégicos

Descripción

Con el objetivo de entender en términos más específicos las intenciones de las necesidades con respecto a la estrategia organizacional, las relaciones que existen entre ellas y como pueden lograr implementarse, se debe ***Determinar el modelo de objetivos*** usando como herramienta el lenguaje GRL y los pasos que se mencionan en la **Imagen 12: Conjunto de pasos para "Determinar modelo de objetivos"** y se describen a continuación.

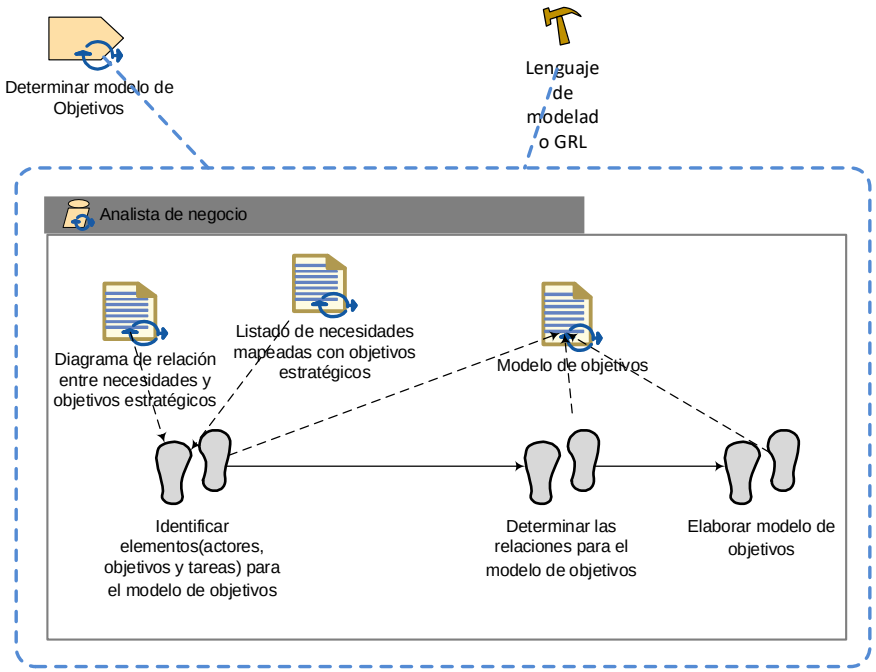


Imagen 12: Conjunto de pasos para "Determinar modelo de objetivos"

- ✓ ***Identificar elementos (actores, objetivos y tareas) para el modelo de objetivos***
  - Escribir cada necesidad como objetivo (en base a lo especificado en las elipses de cada Diagrama de relación entre necesidades y objetivos estratégicos) como se especifica en la columna "código del objetivo" y "Objetivo" de la columna " de la **Tabla 10 Listado de necesidades escritas como objetivos**.
  - Identificar actores que participan para lograr cada

objetivo y especificarlos en la columna “Actores” de la tabla **Tabla 9.**

Litado de necesidades escritas como objetivos				
Código de Necesidad	**Necesidad**	**Código del objetivo**	**Objetivo**	**Actores**
Ejem: P012021_NEC_01	Ejem: Adaptar herramienta de software libre para gestión de pruebas manuales	Ejem: P012021_REQ_01_OB01	Ejem: Captar nuevos clientes mediante la optimización del proceso de gestión de pruebas manuales	Ejem: Gerente de ventas, Herramienta de software libre para gestión de pruebas, cliente

Tabla 10 Listado de necesidades escritas como objetivos

- Identificar objetivos adicionales u objetivos subjetivos(soafgoal); por actor, que aporten al cumplimento de cada necesidad descrita como objetivo y especificarlos como se menciona en la columna “Objetivos adicionales” o columna “Objetivos subjetivos” respectivamente de la **Tabla 11**.
- Identificar las tareas que realizarán los actores para la consecución de los objetivos y especificarlos como se menciona en la columna “Tareas” de la **Tabla 11**.

✓ ***Determinar las relaciones para el modelado de objetivos***. - identificar las relaciones de contribución, dependencia y descomposición entre actores, objetivos, objetivos subjetivos y tareas.

Actor	Objetivos adicionales	Objetivos subjetivos	Tareas
Ejem: Gerente de ventas		Ejem: Lograr servicio diferenciado	
Ejem: Herramienta de software libre para gestión de pruebas	Bajo costo de uso Permitir especificación de casos de pruebas	Ejem: Usabilidad	Ejem: Especificar necesidad de adaptación según cliente

Tabla 11 Listado de objetivos adicionales o subjetivos

- ✓ ***Elaborar modelo de objetivos.-*** representar el modelo de objetivos en el lenguaje GRL de acuerdo con lo definido en las tablas: **Tabla 10** , **Tabla 11** y lo especificado en la **sección 2.1.1.1**.

Salidas

- ✓ Modelo de objetivos. -representación de las necesidades en términos más específicos para determinar las intenciones de las necesidades con respecto a la estrategia organizacional.

3.2.2. Fase 2: Determinar prioridad de requerimientos a automatizar aplicando GVAL

Objetivo

En esta fase se tiene como objetivo determinar la priorización de las necesidades que están relacionadas con la estrategia del negocio, usando el método genérico de aplicación de valor (GVAL). Según GVAL para determinar la priorización se identifican indicadores, tareas y las necesidades, luego se establece el valor de los indicadores con respecto a

las tareas y el valor de los indicadores con respecto a las necesidades, seguidamente se determina el valor de cada tarea con respecto a cada necesidad y de acuerdo con los valores límites de las tareas se determina la priorización. Para una explicación más detallada de como se ejecuta GVAL, refiérase a la sección 2.2.3.

Detalle de la fase

La fase consta de las siguientes actividades, cada actividad tiene sus respectivas entradas, descripción y salidas como se muestra en la **Imagen 13 Fase para determinar priorización**.

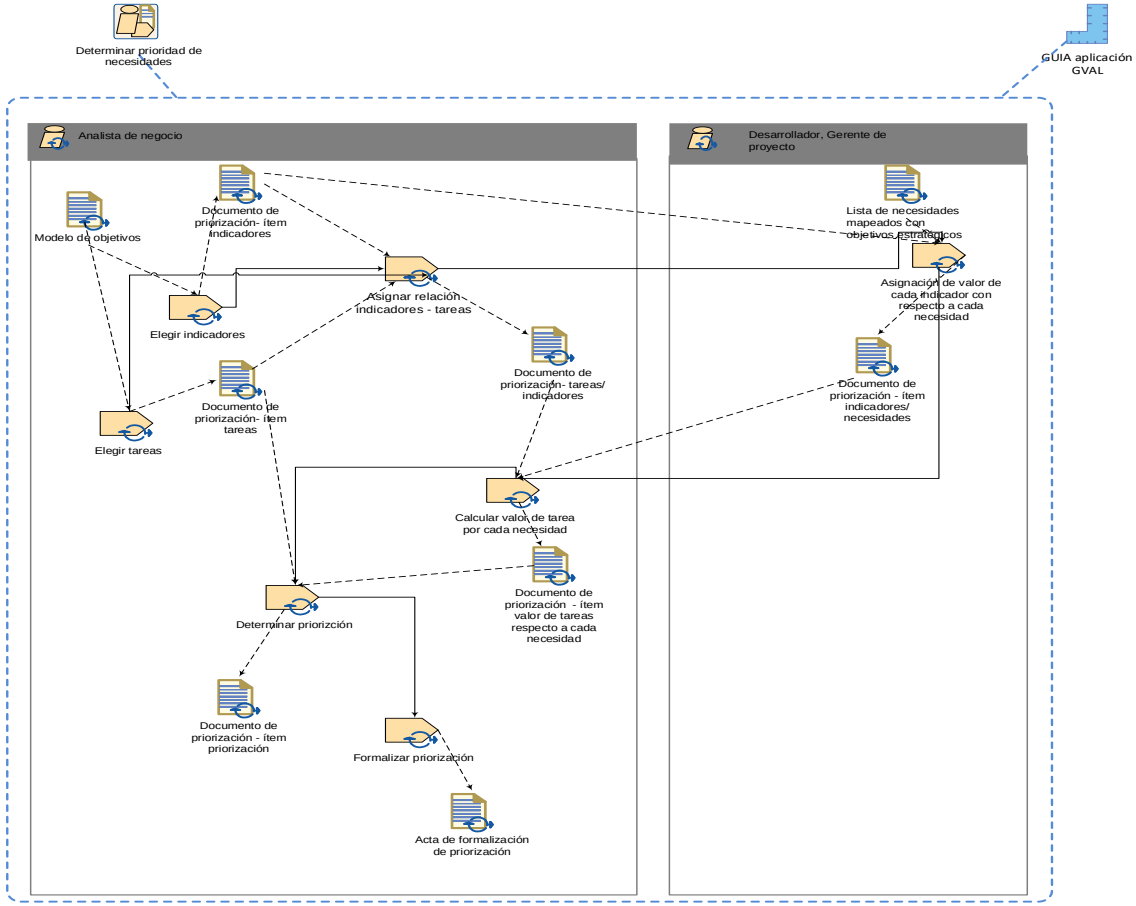


Imagen 13 Fase para determinar priorización

Cada actividad se detalla a continuación:

Actividad 1: Elegir indicadores

Entradas:

- ✓ Modelo de objetivos

Descripción

- ✓ Seleccionar el conjunto de indicadores de valor en base a los objetivos representados en el modelo de objetivos y los ejemplos de indicadores mencionado en la sección 2.2.3.1. Esta actividad la realiza el analista de negocio con apoyo de los interesados de las necesidades. Los interesados de las necesidades son los actores del modelo de objetivos. Listar los indicadores seleccionados usando la **Tabla 12**.

Listado de indicadores			
Código de indicador	**Indicador**	**Quien proporciona (implicados o desarrolladores)**	**Tipo (objetivo o subjetivo)**
I1	Ejem: Flexibilidad de herramienta	implicados	subjetivo
I2	Ejem: Optimizar tiempo en proceso de control de calidad	implicados	subjetivo

Tabla 12 Listado de indicadores seleccionados

Salidas

- ✓ Documento de priorización- ítem indicadores. - contiene el listado de indicadores que se usarán para la priorización.

Actividad 2: Elegir tareas

Entradas:

- ✓ Modelo de objetivos

Descripción

- ✓ Seleccionar tareas priorizables en base a las tareas definidas en modelo de objetivos y los ejemplos de tareas mencionadas en la sección 2.2.3.1. Esta actividad la realiza el analista de negocio con apoyo de los interesados de las necesidades. Para listar el conjunto de tareas usar la **Tabla 13**, en la columna "Equivalente con tarea de Modelo de Objetivos" se escribe la tarea mencionada en el modelo de objetivos y en la columna "Nombre de tarea" se escribe el nombre correspondiente a la tarea considerando las tareas del desarrollo de software.

Código de tarea	**Nombre de tarea**	**Equivalente con tarea de Modelo de Objetivos**	**Fase de software**	**Niveles de ejecución**
T1	Ejem: Definición de requisitos según cliente	Ejem: Especificar necesidades de adaptación según cliente	Ejem: Análisis	No existe, Informal, Documento Modelado
T2	Ejem: NN	Ejem: NN	Ejem: Análisis	No necesita, Documento, Prototipo, Prototipo con funcionalidad

Tabla 13 Listado de tareas

Salidas

- ✓ Documento de priorización- ítem tareas. - contiene el listado de tareas que se usarán para la priorización.

Actividad 3: Asignar relación indicadores - tareas

Entradas:

- ✓ Documento de priorización- ítem indicadores
- ✓ Documento de priorización- ítem tareas

Descripción

Para asignar la relación entre indicadores-tareas (esta actividad la realiza el analista de negocio) se realiza los siguientes pasos:

- Asignar lista de indicadores mencionados en **Tabla 12** a cada tarea mencionada en la **Tabla 13**, para determinar la forma en que dichas tareas se van a aplicar, si existe relación entre una tarea y un indicador se marca con x como se menciona en la **Tabla 14**.

Indicadores	**Tareas**	
	T1: Definición de requisitos según cliente	**T2: NN**
I1	X	
I2	X	X

Tabla 14 Relación entre tareas e indicadores

- Asignación de pesos a indicadores para establecer el valor relativo de cada indicador de forma cuantificable, para esto se aplica la técnica mencionada en Anexo 1 obteniendo como resultado el valor relativo de los indicadores como se muestra en la **Tabla 15**.

Indicador	Porcentaje de valor relativo (%)
I1	**17**
I2	**83**

Tabla 15 Porcentaje de valor relativo de cada indicador

- Por cada tarea determinar el valor relativo de cada indicador relacionado. Como se observa en la **Tabla 16** donde por ejemplo en la primera fila se especifica, que de acuerdo con la **Tabla 14** la T1 está relacionada con el I1 e I2 y de la **Tabla 15** se toma que el valor relativo de I1 es 0,17 y I2 es 0,83.

Tarea	Valor relativo de indicador	Indicador	Valor relativo de indicador	Indicador
T1	0,17	I1	0,83	I2
T2	0,83	I2		

Tabla 16 Valor relativo de indicador por tarea

- Determinar la suma de valor relativos de indicadores relacionados por tarea como se muestra en la **Tabla 17**. Por ejemplo en la primera fila en la primera columna se especifica que la T1 va a ser igual al conjunto de los productos entre el valor relativo del indicador y el valor del indicador esto considerando la relación que se especificó en la **Tabla 16** para T1 y en la segunda columna se determina la suma de los valores relativos de cada indicador por tarea en este caso 0,17+0,83=1.

Tarea con peso de indicadores relacionados	Suma de valor de indicadores
T1={0,17*I1;0,83*I2}	1
T2={0,83*I2}	0,83

Tabla 17 Suma de valor de indicadores por tarea

- Por cada tarea determinar el valor del indicador normalizado como se muestra en la **Tabla 18**, para lo cual los valores de las columnas “Peso normalizado del indicador” se obtiene dividiendo cada valor del indicador de la **Tabla 16** para el valor “Suma de valor de indicadores” especificado en la **Tabla 17** correspondientemente. La normalización por tarea se considera correcta si la suma de los pesos normalizados por tarea es igual a 1, como se especifica en la columna “Comprobación de normalización” de la **Tabla 17**.

Tarea	Peso normalizado de indicador	Indicador	Peso normalizado de indicador	Indicador	Comprobación de normalización
T1	0,17	I1	0,83	I2	1,00
T2	1,00	I2			1,00

Tabla 18 Peso relativo normalizado de indicadores por tarea

- Especificar cada tarea con el conjunto de indicadores relacionados con sus respectivos pesos normalizados como se observa en la **Tabla 19**.

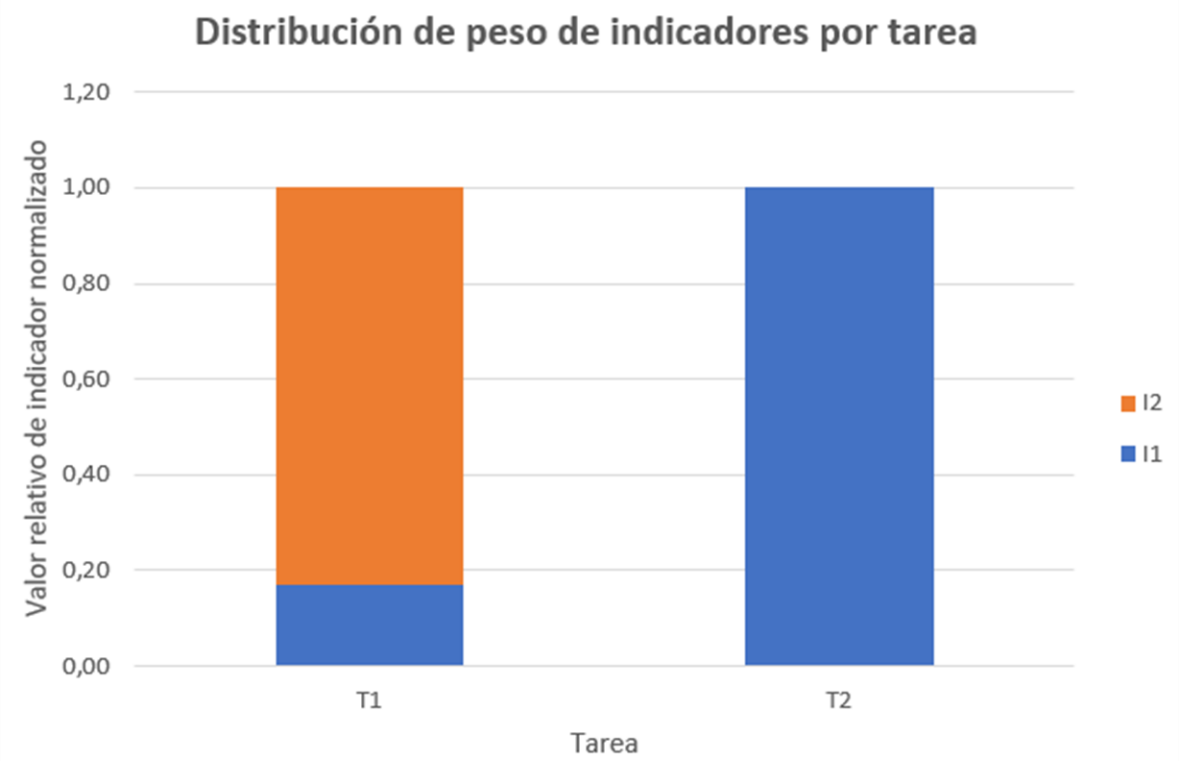
Tarea con peso relativo de indicadores normalizados
T1={0,17*I1;0,83*I2}
T2={0,83*I2}

Tabla 19 Tarea con peso relativo de indicadores normalizados

- Graficar la distribución de peso normalizado de indicadores por tarea como se observa en la **Gráfica 1 Distribución de peso de indicadores por tarea** en base a la **Tabla 20 Peso de indicador normalizado por tarea**.

Peso de indicador normalizado por tarea		
Tarea	**I1**	**I2**
T1	0,17	0,83
T2	1,00	0,00

Tabla 20 Peso de indicador normalizado por tarea



Gráfica 1 Distribución de peso de indicadores por tarea

Salidas

✓ Documento de priorización- tareas/ indicadores. - asignación de

indicadores a cada tarea priorizarle.

Actividad 4: Asignación de valor de cada indicador con respecto a cada necesidad

Entradas:

- ✓ Lista de necesidades mapeados con objetivos estratégicos
- ✓ Documento de priorización- ítem indicadores

Descripción

Para asignar la relación entre indicadores-necesidades (esta actividad la realiza el analista de negocio) se realiza los siguientes pasos:

- Asignar lista de necesidades mencionados en **Tabla 6** a cada indicador mencionado en **Tabla 12**, para determinar la forma en que dicho indicador está relacionado con cada necesidad, si existe relación entre un indicador y una necesidad se marca con x como se menciona en la **Tabla 21**.

Indicadores	**Necesidades**	
	P012021_NEC_01: NN	**P012021_REQ_02: NN**
I1	X	X
I2	X	

Tabla 21 Relación entre indicadores y necesidades

- Por cada necesidad determinar el valor relativo de cada indicador relacionado. Como se observa en la **Tabla 22** donde por ejemplo en la primera fila se especifica, que de acuerdo con la **Tabla 21** la **P012021_NEC_01** está relacionada con el I1 e I2 y de la **Tabla 15** se toma que el valor relativo de I1 es 0,17 y I2 es 0,83.

Necesidad	Valor relativo de indicador	Necesidad	Valor relativo de indicador	Necesidad
P012021_NEC_01	0,17	I1	0,83	I2
P012021_NEC_02	0,17	I1		

Tabla 22 Valor relativo de indicador por necesidad

- Determinar la suma de valor relativos de indicadores relacionados por necesidad como se muestra en la **Tabla 23**. Por ejemplo, el valor de 1 especificado en la fila 1 se lo calcula sumando los valores numéricos de la fila 1 de la **Tabla 22**.

Necesidad	Suma de valor de indicadores por Necesidad
P012021_NEC_01	1
P012021_NEC_02	0,17

Tabla 23 Suma de valor de indicadores por necesidad

- Por cada necesidad determinar el valor del indicador normalizado como se muestra en la **Tabla 24** , para lo cual los valores de las columnas “Peso normalizado del indicador” se obtiene dividiendo cada valor del indicador de la **Tabla 22** para el valor “Suma de valor de indicadores” especificado en la **Tabla 23** correspondientemente. La normalización por tarea se considera correcta si la suma de los pesos normalizados por tarea es igual a 1, como se especifica en la columna “Comprobación de normalización” de la **Tabla 24**.

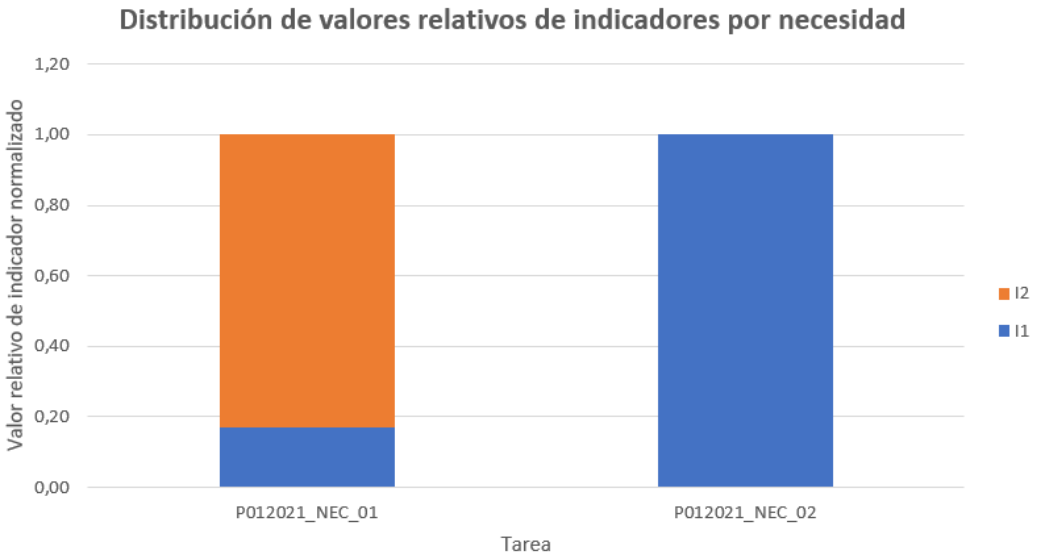
Necesidad	Valor normalizado de indicador	Indicador	Valor normalizado de indicador	Indicador	Comprobación de normalización
P012021_NEC_01	0,17	I1	0,83	I2	1,00
P012021_NEC_02	1,00	I1	0,00	I4	1,00

Tabla 24 Peso relativo normalizado de indicadores por necesidad

- Graficar la distribución de peso normalizado de indicadores por necesidad como se observa en la **Gráfica 1 Distribución de peso de indicadores por tarea** en base a la **Tabla 20 Peso de indicador normalizado por tarea**.

Necesidad	Valor normalizado del indicador	
	I1	I2
P012021_NEC_01	0,17	0,83
P012021_NEC_02	1,00	0,00

Tabla 25 Peso de indicador normalizado por necesidad



0

Gráfica 2 Distribución de peso de indicadores por necesidad

Salidas

Documento de priorización- ítem indicadores/necesidades. - asignación de indicadores con su respectivo valor relativo por necesidad.

Actividad 5: Calcular valor de tarea por cada necesidad

Entradas:

- ✓ Documento de priorización- ítem indicadores/necesidades
- ✓ Documento de priorización- tareas/ indicadores

Descripción:

Calcular valor relativo de tarea por cada necesidad usando la **Ecuación 1** que como resultado se obtiene los valores que se muestran en la **Tabla 26**. Por ejemplo el valor 0,7178 de la primera fila y columna que se muestra en la **Tabla 26** se lo calcula sumando los productos de los valores de la T1 que se

muestra en la **Tabla 20** por los valores de P012021_NEC_01 de la **Tabla 25** así 0,7178=((0,17*0,17)+(0,83*0,83)).

$$V_t = \sum_{n}^{i=1} (PIi * Ii)$$

Donde:

- V_t es el valor asociado a la tarea t.
- n es el número de indicadores por tarea
- PIi es el valor asignado al indicador i.
- Ii es el peso relativo del indicador i.

Ecuación 1 Obtención de valor asociado a una tarea (Cabrera Moreno, 2009)

	NECESIDAD	
TAREA	**P012021_NEC_01**	**P012021_NEC_02**
T1	0,7178	0,17
T2	0,17	1

Tabla 26 Valor de tarea por necesidad

Para una mejor representación de los valores límites que más adelante son calculados, cada valor de la **Tabla 26** es multiplicado por 100, obteniendo así la **Tabla 27**.

	NECESIDAD	
TAREA	**P012021_NEC_01**	**P012021_NEC_02**
T1	71,78	17
T2	17	100

Tabla 27 Valor de tarea por necesidad representada para calcular valores límites

Salidas:

- ✓ Documento de priorización - ítem valor de tareas respecto a cada necesidad.

Actividad 6: Determinar priorización

Entradas:

- ✓ Documento de priorización - ítem tareas
- ✓ Documento de priorización - ítem valor de tareas respecto a cada necesidad

Descripción

Para determinar la priorización se realiza lo siguiente:

- Se determina los valores límites para los niveles de ejecución de tareas establecidos. Para ello primero se calcula el dato de 'Porcentaje para intervalos' mencionado en la **Tabla 28** , se toma el valor máximo de cada necesidad de la **Tabla 27** y dicho valor se divide para el número de opciones de intervalo, por ejemplo, el valor de 17,945 que se muestra en la **Tabla 28** fue calculado dividiendo 71,78/4. Seguidamente se calcula el intervalo de cada nivel de ejecución como se muestra en la columna 'Niveles de ejecución' de la **Tabla 28**, por ejemplo para calcular el intervalo del nivel de ejecución de T1 'No existe'; se parte del valor 0 como límite inferior y como límite superior al límite inferior se le suma el valor del porcentaje para intervalo de T1, quedando así el intervalo (0-17,94) para el nivel de ejecución 'No existe' de T1.

Valores límites de niveles de ejecución de tareas				
Código de tarea	**Nombre de tarea**	**Fase de software**	**Niveles de ejecución**	**Porcentaje para intervalos**
T1	Definición de requisitos según cliente	Análisis	No existe (0-17,94) Informal (17,95-34,89) Documento (34,9-52,84) Modelado (52,85-71,78)	17,945
T2	Tareas para la aceptación de usuario	Análisis	No necesita (0-25) Documento (26-51) Prototipo (52-77) Prototipo con funcionalidad (77-100)	25

Tabla 28 Valores límites de niveles de ejecución de tareas

- Se determina la prioridad de las necesidades en base a la tabla **Tabla 27** de la siguiente forma: se determina que tarea es la primera de acuerdo al orden de tareas que se usa para la implementación de software en este caso sería la T1, seguidamente para T1 se toma el valor máximo

especificado en la **Tabla 27** y la necesidad correspondiente a dicho valor será la necesidad que ocupe la prioridad 1 en este caso se concluye que **P012021_NEC_01** es la necesidad determinada como prioridad 1,la necesidad que tenga el siguiente valor más alto ocupará la prioridad 2 y así sucesivamente.

- Finalmente se arma la **Tabla 29** considerando lo siguiente: en la fila 'Prioridad' se lista las necesidades priorizadas, luego por cada fase de software se lista los niveles de ejecución con los respectivos intervalos calculados en la **Tabla 28** en este caso la agrupación de columnas que tiene por nombre 'Análisis', luego se especifica la forma en que se ejecutara cada tarea para cada necesidad considerando los valores de la **Tabla 27**.Para un entender como se especificar la forma en que se ejecutará cada tarea para cada necesidad se menciona el siguiente ejemplo representado en la **Tabla 29** : para la **P012021_NEC_01** el valor de **T1** especificado en la **Tabla 27** es de 71,78 por lo cual se escribe **T1** en el intervalo correspondiente a 'Modelado', lo cual quiere decir que la necesidad T1 debe ser ejecutada a nivel que se debe presentar el modelado para garantizar que la implementación de la **P012021_NEC_01** este alineada a la estrategia de negocio si se ejecuta a ese nivel más bajo no aportará valor al negocio y si se ejecuta a un nivel más alto se hará un gasto innecesario de recursos.

		Nivel de ejecución de tareas							
		Análisis							
		T1				T2			
Prioridad	**Requisito**	**No existe (0-17,94)**	**Informal (17,95-34,89)**	**Documento (34,9-52,84)**	**Modelado (52,85-71,78)**	**No necesita (0-25)**	**Documento (26-51)**	**Prototipo (52-77)**	**Prototipo con funcionalidad (77-100)**
Primero	**P012021_NEC_01: NN**				T1	T2			
Segundo	**P012021_NEC_02: NN**	T1							T2

Tabla 29 Priorización

Salidas

- ✓ Documento de priorización- ítem priorización. - contiene tabla de priorización de las necesidades y los niveles en que deben ser ejecutadas las tareas.

Actividad 7: Formalizar priorización

Entradas:

- ✓ Lista de necesidades mapeados con objetivos estratégicos
- ✓ Documento de priorización- ítem priorización

Descripción

Mediante reunión se expone al Sponsor y director de tecnología la priorización recomendada que se obtuvo en la **Tabla 29** luego de realizar la ejecución del modelo y se elabora el acta mencionada en el Anexo 2.

Salidas

- ✓ Acta de formalización de priorización

4. CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DEL MODELO EN UN CASO DE ESTUDIO

En este capítulo se tiene como objetivo describir la ejecución del modelo de proceso planteado en el capítulo 3; para el caso de estudio de la empresa Softservice y así realizar la priorización de las adaptaciones de software.

4.1. Contexto del caso de estudio

Sofservice es una empresa dedicada a brindar servicios de desarrollo de software. La misión de la empresa es “Influenciar a nivel nacional e internacional el reconocimiento de talento local y ofrecer servicio de desarrollo de software que agregue valor a nuestros clientes”. Su visión es: Proveer tecnologías informáticas innovadoras que contribuyan a que los procesos del sector público y privado sean eficientes y eficaces.

Actualmente Sofservice tiene un proyecto de desarrollo de Software que es “Implantar herramienta de gestión de pruebas automáticas y manuales” para el cual se tiene algunas necesidades que implementar. Considerando que la misión de la empresa es agregar valor a los clientes se requiere que se realice la priorización de las necesidades a implementar de tal manera que la implementación agregue valor al negocio es decir que la implementación este alineada a la estrategia del negocio de Softservice.

El proyecto “Implantar herramienta de gestión de pruebas automáticas y manuales” está bajo la línea de servicio de “Control de calidad de software” y con dicho proyecto se pretende mejorar el servicio para poder captar nuevos clientes.

Se seleccionó a Softservice ya que la empresa tiene las siguientes condiciones:

- ✓ Tiene definidos sus objetivos estratégicos.
- ✓ Estuvo dispuesta a que sus colaboradores brinden el espacio de tiempo necesario para la ejecución de las actividades que requerían su colaboración.
- ✓ El Sponsor de las necesidades tiene conocimiento de la importancia de agregar valor al negocio.

4.2. Ejecución

De acuerdo con las entradas especificadas en la **Imagen 8 Modelo de proceso de software para priorización de adaptaciones de software alineadas a la estrategia de negocio** del modelo planteado y al caso de estudio, las entradas que se usarán para la ejecución del modelo se muestran en la **Tabla 30**y **Tabla 31**:

Código de objetivo	**Objetivo estratégico**
OE012021	Optimizar servicio de control de calidad para captar más clientes
OE022021	Optimizar procesos operativos de las empresas
OE032021	Entrenar a profesionales recién graduados en el servicio de control de calidad
OE042021	Armar laboratorio de IA para pruebas y creación de bots
OE052021	Para el 2021 ofrecer el servicio de automatización de pruebas a clientes locales e internacionales
OE062021	Ofrecer el servicio de control de calidad manual a clientes internacionales entre el 2021 y 2022
OE072021	Ofrecer el servicio de creación de bots para al menos un cliente local en el 2021

Tabla 30 Objetivos estratégicos del negocio

Proyecto	Código de necesidad	Necesidades de automatización
Implantar herramienta de gestión de pruebas automáticas y manuales	P012021_NEC_01	Adaptar herramienta de software libre para gestión de pruebas manuales
	P012021_NEC_02	Adaptar módulo de registro de necesidades
	P012021_NEC_03	Adaptar módulo de registro de planes de pruebas y casos de pruebas
	P012021_NEC_04	Integrar herramienta de gestión de pruebas con versionador de código
	P012021_NEC_05	Adaptar módulo de informes de avance de pruebas
	P012021_NEC_06	Registro automático de ejecución de pruebas automáticas

Tabla 31 Necesidades de automatización

4.2.1. Fase 1: Alinear necesidades con estrategia de negocio

A continuación, se muestra el resultado de la ejecución de cada actividad de la fase 1 del modelo:

Actividad 1: Mapear necesidades de automatización y objetivos estratégicos

En base a la misión, visión, objetivos estratégicos y listado de necesidades se obtuvo el diagrama de relación entre cada necesidad y objetivo estratégico de la empresa. En la **Imagen 14 Diagrama de relación entre necesidades y objetivos** se muestra el diagrama de 1 necesidad, para ver el diagrama de todas las necesidades ver el Anexo A.

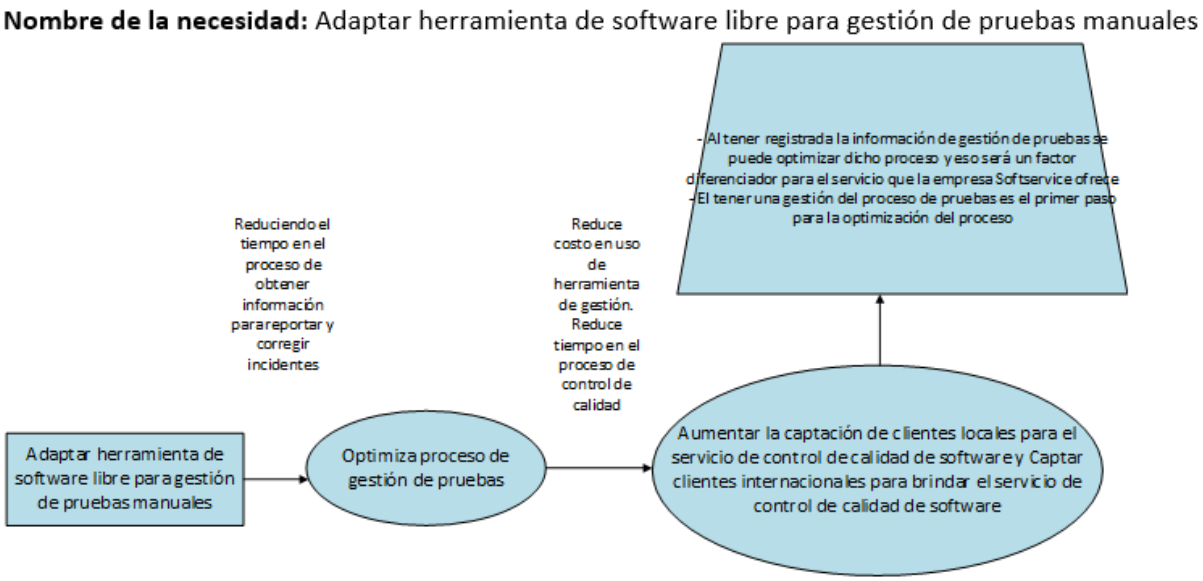


Imagen 14 Diagrama de relación entre necesidades y objetivos

Seguidamente se determinó el objetivo estratégico al cual aportará la implementación de las necesidades y también se menciona las respectivas observaciones de cada objetivo estratégico, como se muestra en la **Tabla 32** (para mayor detalle ver Anexo B).

Código de objetivo	Objetivos estratégicos	Objetivos estratégicos luego de realizar diagrama
OE012021	Optimizar servicio de control de calidad para captar más clientes	Aumentar la captación de clientes locales para el servicio de control de calidad de software y Captar clientes internaciones para brindar el servicio de control de calidad de software
OE022021	Optimizar procesos operativos de las empresas	No hay necesidades a priorizar con respecto a este objetivo estratégico
OE032021	Entrenar a profesionales recién graduados en el servicio de control de calidad	No hay necesidades a priorizar con respecto a este objetivo estratégico
OE042021	Armar laboratorio de IA para pruebas y creación de bots	No hay necesidades a priorizar con respecto a este objetivo estratégico
OE052021	Para el 2021 ofrecer el servicio de automatización de pruebas a clientes locales e internacionales	No hay necesidades a priorizar con respecto a este objetivo estratégico
OE062021	Ofrecer el servicio de control de calidad manual a clientes internacionales entre el 2021 y 2022	Se unificó con OE012021

Tabla 32 Objetivos estratégicos a considerar y sus observaciones

Luego se obtuvo el listado de necesidades que serán priorizadas en base a los diagramas y como se puede observar en el Anexo A el diagrama de la NEC_01 es igual al diagrama de la NEC_03 por lo cual dicha necesidad no será parte de la

priorización. En la **Tabla 33** se muestra el nuevo listado de necesidades que serán contempladas para la priorización y a que objetivo estratégico aportará su implementación. Para ver un mayor detalle de lo mencionado en este apartado ver el Anexo B.

Código de Necesidad	**Necesidad**	**Código de Objetivo estratégico**	**Objetivo estratégico al que aporta**
P012021_REQ_01	Adaptar herramienta de software libre para gestión de pruebas manuales	OE012021	Aumentar la captación de clientes locales para el servicio de control de calidad de software y Captar clientes internaciones para brindar el servicio de control de calidad de software
P012021_REQ_02	Adaptar módulo de registro de necesidades		
P012021_REQ_04	Integrar herramienta de gestión de pruebas con versionador de código		
P012021_REQ_05	Adaptar módulo de informes de avance de pruebas		
P012021_REQ_06	Registro automático de ejecución de pruebas automáticas		

Tabla 33 Listado de necesidades mapeadas con objetivos estratégicos

Actividad 2: Determinar modelo de objetivos

Usando el lenguaje GRL se diseñó el modelo de objetivos de las necesidades a ser priorizadas el mismo que se puede observar en la ***Imagen 15 Modelo de objetivos***. Para que las personas que ejecutan el modelo no tengan la complejidad de aprender a manejar una herramienta de software se optó por realizar el diagrama de forma manual (Para observar el detalle de como elaborar el modelo de objetivos ver el Anexo C).

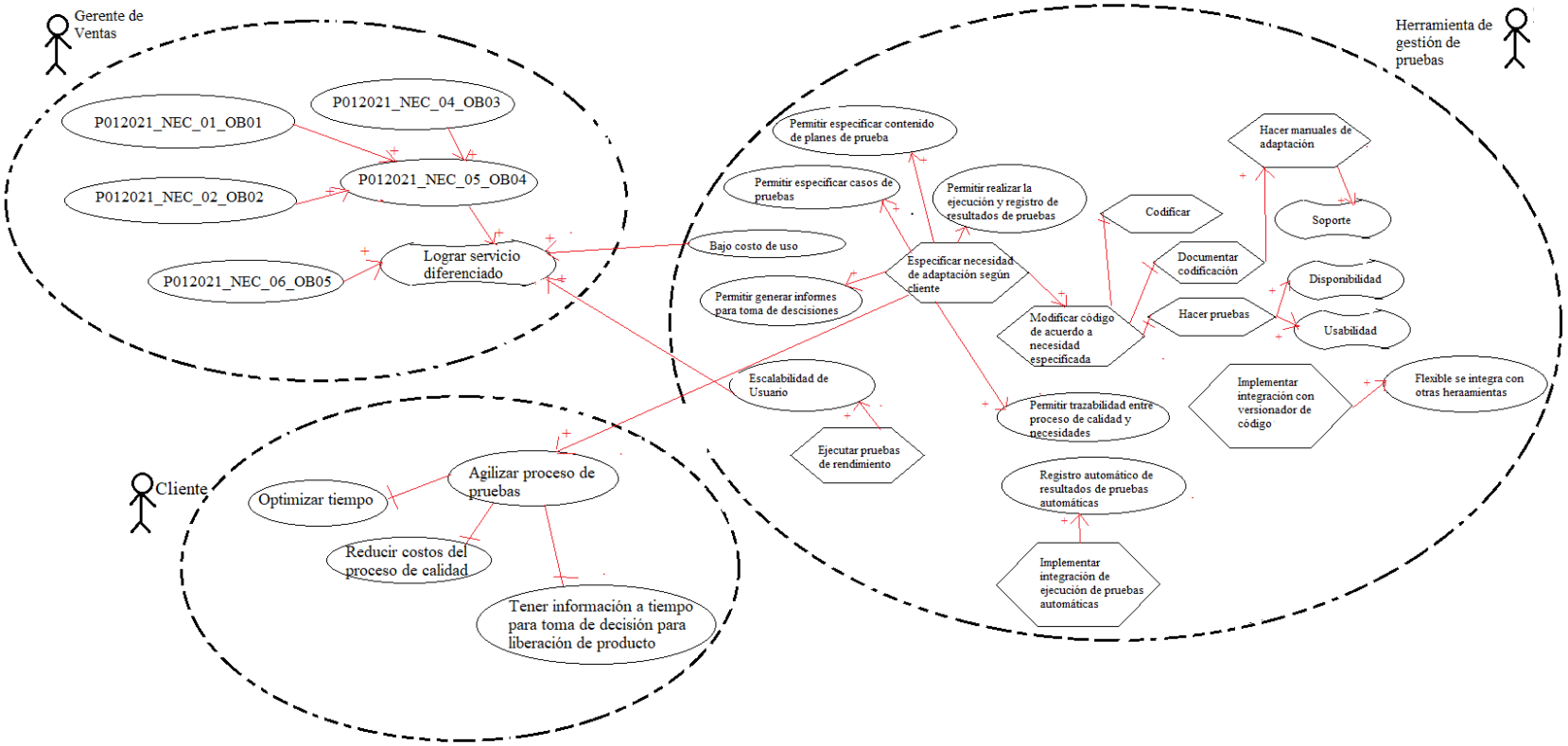


Imagen 15 Modelo de objetivos

4.2.2. Conclusiones de ejecución de Fase 1:

Luego de haber realizado la ejecución de la Fase 1 del modelo de proceso propuesto, se obtienen las siguientes conclusiones:

- ✓ Mediante la aplicación de BRA se obtiene que se sugiere cambiar el nombre del objetivo estratégico OE012021 de “Optimizar servicio de control de calidad para captar más clientes” a Aumentar la captación de clientes locales para el servicio de control de calidad de software y Captar clientes internaciones para brindar el servicio de control de calidad de software y unificar el objetivo estratégico OE062021 de “Ofrecer el servicio de control de calidad manual a clientes internacionales entre el 2021 y 2022” con objetivo OE012021 ya que dicho objetivo estratégico es parte del objetivo OE012021 (para más detalle observar **Tabla 32**).
- ✓ Mediante la aplicación de BRA se detectó que la necesidad P012021_NEC_03 “Adaptar módulo de registro de planes de pruebas y casos de pruebas” tenía el mismo objetivo que la necesidad P012021_NEC_01 “Adaptar herramienta de software libre para gestión de pruebas manuales” por lo cual se la deja fuera del alcance de la priorización la necesidad P012021_NEC_03 (para más detalle observar Anexo B-sección 5).
- ✓ Mediante la aplicación de BRA se determinó que la implementación del conjunto de necesidades que la empresa Softservice requiere priorizar, aportará al objetivo estratégico “Aumentar la captación de clientes locales para el servicio de control de calidad de software y Captar clientes internaciones para brindar el servicio de control de calidad de software (observar **Tabla 32**).

- ✓ Mediante el uso de GRL se representó el modelo de objetivos de las necesidades que se requerían priorizar determinando así de manera explícita las actividades y tareas que se requieren realizar para que la implementación de cada necesidad aporte al objetivo estratégico mapeado anteriormente.

- ✓ Considerando las 4 conclusiones mencionadas en esta sección, se puede sustentar que haciendo uso de BRA y GRL se resuelve el problema de que el "Método Genérico de Aplicación de Valor" no considera de manera explícita los objetivos estratégicos de la empresa.

4.2.3. Fase 2: Determinar prioridad de necesidades

A continuación, se menciona el resultado de la ejecución de las actividades de la fase 2 del modelo

Actividad 1: Elegir indicadores

En base al modelo de objetivos se eligió los indicadores que se observan en la **Tabla 34 Lista de indicadores seleccionados**.

Código de indicador	Indicador	Quien proporciona (implicados o desarrolladores)	Tipo (objetivo o subjetivo)
I1	Flexibilidad de herramienta	Implicados	subjetivo
I2	Optimizar tiempo en proceso de control de calidad	Implicados	subjetivo
I3	Reducir costo del proceso de control de calidad	Implicados	subjetivo
I4	Centralización de datos del proceso de control de calidad	Implicados	subjetivo
I5	Disponibilidad de información centralizada del proceso de calidad	Implicados	subjetivo
I6	Disponibilidad de soporte	Implicados	subjetivo
I7	Escalabilidad de usuarios	Implicados	subjetivo

Tabla 34 Lista de indicadores seleccionados

Actividad 2: Elegir tareas

En base al modelo de objetivos se obtuvo el listado de tareas, se puede observar en la **Tabla 35** una parte de las tareas (Para ver el detalle completo de las tareas ver Anexo E).

Código de tarea	Nombre de tarea	Equivalente con tarea de Modelo de Objetivos	Fase de software	Niveles de ejecución
T1	Definición de requisitos según cliente	Especificar necesidades de adaptación según cliente	Análisis	No existe Informal Documento Modelado
T2	Tareas para la aceptación de usuario	Hacer manuales de adaptaciones	Análisis	No necesita Documento Prototipo Prototipo con funcionalidad
T3	Realización de implementación de cambios	Modificar código de acuerdo con especificación del cliente	Codificación	Se realiza No se realiza

Tabla 35 Extracto de tareas

Actividad 3: Asignar relación indicadores – tareas

Se asignó la lista de indicadores a cada tarea para determinar la forma en que dichas tareas se van aplicar, en la **Tabla 36** se puede observar la asignación que se realizó.

	T1	T2	T3	T5	T6	T7	T8
I1	X			X	X	X	
I2	X	X	X	X	X	X	
I3	X	X	X	X	X	X	
I4	X	X	X	X	X	X	
I5	X	X	X	X	X	X	
I6		X					
I7							X

Tabla 36 Relación entre indicadores y tareas

Luego se ejecutó la técnica AHP para asignar los pesos a indicadores y así establecer la importancia relativa de los mismos y se obtuvo los valores mencionados en la **Tabla 37** (Para revisar el detalle de como se llegó a obtener dichos valores ver el Anexo D).

Indicador	Porcentaje de valor relativo (%)
I1	5
I2	26
I3	24
I4	17
I5	16
I6	6
I7	6

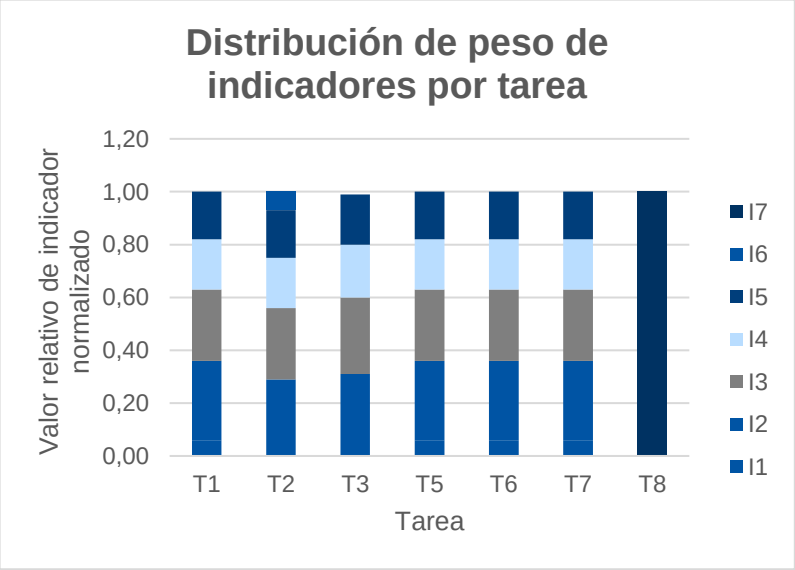
Tabla 37 Valores relativos de indicadores

Finalmente se determinó y normalizar la importancia relativa de cada indicador con respecto a cada tarea y se tuvo como resultado los valores normalizados mostrados en la **Tabla 38 Peso de indicador normalizado con respecto a cada tarea** y la **Gráfica 3 Distribución de peso de indicadores por tarea**. (para revisar el detalle de como se obtuvo los valores y la gráfica revisar el Anexo E - ítem Documento de priorización-

tareas/ indicadores).

	Valor relativo de indicador normalizado						
Tarea	**I1**	**I2**	**I3**	**I4**	**I5**	**I6**	**I7**
T1	0,06	0,30	0,27	0,19	0,18	0,00	0,00
T2	0,00	0,29	0,27	0,19	0,18	0,07	0,00
T3	0,00	0,31	0,29	0,20	0,19	0,00	0,00
T5	0,06	0,30	0,27	0,19	0,18	0,00	0,00
T6	0,06	0,30	0,27	0,19	0,18	0,00	0,00
T7	0,06	0,30	0,27	0,19	0,18	0,00	0,00
T8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

Tabla 38 Peso de indicador normalizado con respecto a cada tarea



Gráfica 3 Distribución de peso de indicadores por tarea

Actividad 4: Asignación de valor de cada indicador con respecto a cada

necesidad

Se asignó la lista de indicadores a cada necesidad, en la **Tabla 39** se puede observar la asignación que se realizó.

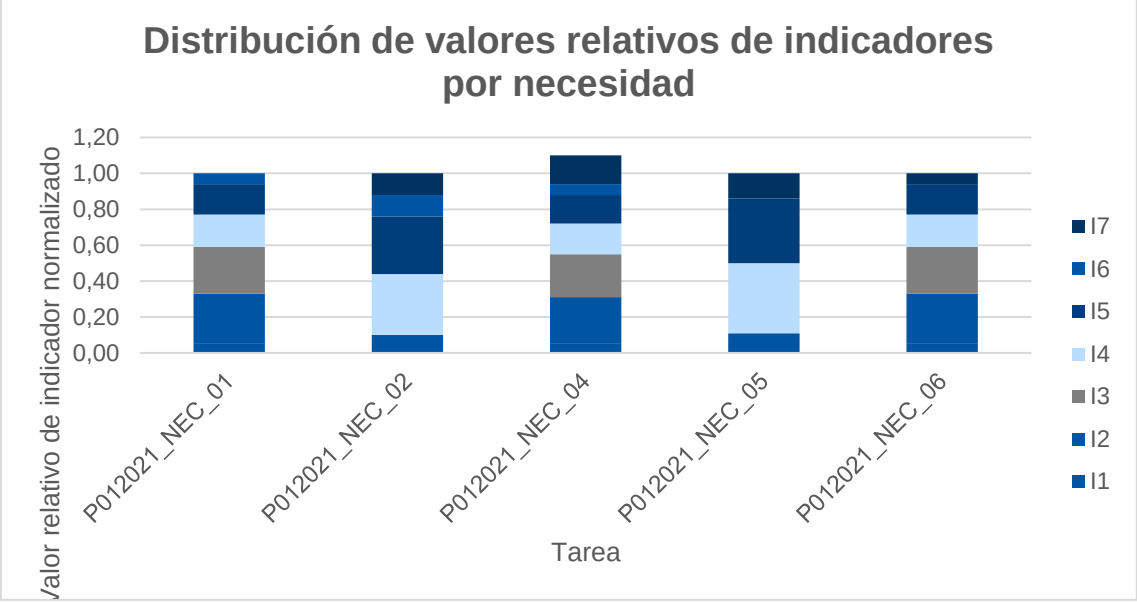
	P012021_NEC_01	**P012021_NEC_02**	**P012021_NEC_04**	**P012021_NEC_05**	**P012021_NEC_06**
I1	X	X	X	X	X
I2	X		X		X
I3	X		X		X
I4	X	X	X	X	X
I5	X	X	X	X	X
I6	X	X	X		
I7		X	X	X	X

Tabla 39 Relación entre indicadores y necesidades

Finalmente se determinó y normalizar la importancia relativa de cada indicador con respecto a cada necesidad y se tuvo como resultado los valores normalizados mostrados en la **Tabla 40** (para revisar el detalle de como se obtuvo los valores y la gráfica revisar el Anexo E - ítem Documento de priorización-indicadores/necesidades).

	NECESIDAD				
TAREA	**P012021_NEC_01**	**P012021_NEC_02**	**P012021_NEC_04**	**P012021_NEC_05**	**P012021_NEC_06**
T1	22,2	12,82	20,69	14,55	22,2
T2	22,04	13,06	20,55	1389	21,62
T3	22,53	12,88	21,46	14,64	23,05
T5	22,2	12,82	20,69	14,55	22,2
T6	22,2	12,82	20,69	14,55	22,2
T7	22,2	12,82	20,69	14,55	22,2
T8	0	12	16	14	6

Tabla 40 Valor normalizado de indicador respecto a cada necesidad



Gráfica 4 Distribución de valores relativos de indicadores por necesidad

Actividad 5: Calcular valor de tarea por cada necesidad

Se calculó el valor de cada tarea por cada necesidad y se obtuvo los valores mencionados en la ***Tabla 41*** (para ver el detalle de como se calculó el valor observar el Anexo E - ítem valor de tareas respecto a cada necesidad).

	NECESIDAD				
TAREA	**P012021_NEC_01**	**P012021_NEC_02**	**P012021_NEC_04**	**P012021_NEC_05**	**P012021_NEC_06**
T1	22,2	12,82	20,69	14,55	22,2
T2	22,04	13,06	20,55	13,89	21,62
T3	22,53	12,88	18,26	14,64	23,05
T5	22,2	12,82	20,69	14,55	22,2
T6	22,2	12,82	20,69	14,55	22,2
T7	22,2	12,82	20,69	14,55	22,2
T8	0	12	16	14	6

Tabla 41 Valor de tarea por cada necesidad

Actividad 6: Determinar priorización

Al ejecutar la actividad se obtuvo la priorización mencionada en la **Tabla 42** se y por cada necesidad el nivel de ejecución de las tareas de desarrollo de software, las misma que se muestran en la **Tabla 43, Tabla 44, Tabla 45** (Para revisar el detalle de como se obtuvo la priorización observar Anexo E – ítem priorización).

Prioridad	**Necesidad**
1	P012021_NEC_01
2	P012021_NEC_06
3	P012021_NEC_04
4	P012021_NEC_05
5	P012021_NEC_02

Tabla 42 Priorización

Necesidad	Nivel de ejecución de tareas							
	Análisis							
	T1				T2			
	No existe (0-5,55)	Informal (5,56-11,10)	Documento (11,11-16,5)	Modelado (16,6-22,2)	No necesita (0-5,4)	Documento (5,5-10,8)	Prototipo (10,9-16,3)	Prototipo con funcionalidad (16,4-21,62)
P012021_NEC_01				x				x
P012021_NEC_06				x				x
P012021_NEC_04				x				x
P012021_NEC_05			x				x	
P012021_NEC_02			x				x	

Tabla 43 Nivel de ejecución de tareas por cada necesidad priorizada para la fase de análisis

Necesidad	Nivel de ejecución de tareas					
	Codificación					
	T3		T5			
	No se realiza (0-11,52)	Se realiza (11,53-23,05)	No existe (0-5,55)	Requerida por clase (5,56-11,11)	Requerida por paquete (11,12-16,67)	Requerida por método y atributo (16,68-22,2)
P012021_NEC_01		x				x
P012021_NEC_06		x				x
P012021_NEC_04		x				x
P012021_NEC_05		x			x	
P012021_NEC_02		x			x	

Tabla 44 Nivel de ejecución de tareas por cada necesidad priorizada para la fase de codificación

Necesidad	Nivel de ejecución de tareas								
	Pruebas								
	T6			T7			T8		
	No se hacen (0-7,4)	Se hacen al 50% (7,5-14,9)	Se hacen al 100% (15-22,2)	No se hacen (0-7,4)	Se hacen al 50% (7,5-14,9)	Se hacen al 100% (15-22,2)	No se hacen (0-7,4)	Se hacen al 50% (7,5-14,9)	Se hacen al 100% (15-22,2)
P012021_NEC_01	x		x			x			
P012021_NEC_06	x		x			x			
P012021_NEC_04			x			x			x
P012021_NEC_05		x					x		
P012021_NEC_02		x					x		

Tabla 45 Nivel de ejecución de tareas por cada necesidad priorizada para la fase de pruebas

Actividad 7: Formalizar priorización

Se mantuvo reunión con los stakeholders correspondientes y se expuso la priorización recomendada con las respectivas observaciones y resultado de ello se generó un acta de formalización. En la **Imagen 16 Extracto de acta de formalización** se muestra un extracto del acta generada (Para ver el acta completa revisar Anexo F).

Acta de formalización de priorización de necesidades

Fecha de reunión: 4 de diciembre del 2021

1. **Orden del día:** Mediante la presente reunión se expone al sponsor de las necesidades y director de tecnología de la empresa Softservice la priorización de implementación sugerida de las necesidades de automatización de tal manera que dicha implementación este alineada con la estrategia de negocio de Softservice.
2. **Asistentes**

Nombre	Cargo	Firma
Ing. Elizabeth Margarita Nero Ortega	Analista de negocio	
Mgs. Francisco Alvarez	Sponsor de Necesidad Gerente de Ventas	

3. Desarrollo de la reunión

La empresa Softservice desea que se priorice las necesidades de implementación y que dicha priorización garantice un aporte a su estrategia del negocio para lo cual se ha ejecutado el modelo propuesto en el trabajo de tesis "MODELO PARA PRIORIZAR ADAPTACIONES DE SOFTWARE ALINEADAS A LA ESTRATEGIA DE LA ORGANIZACIÓN".

Imagen 16 Extracto de acta de formalización

4.2.4. Conclusiones de ejecución de Fase 2:

Luego de haber realizado la ejecución de la Fase 2 del modelo de proceso propuesto, se obtienen las siguientes conclusiones:

- ✓ Aplicando GVAL, se obtuvo un valor cuantitativo de cada necesidad en base a indicadores y tareas de software, en base al cual se realizó la priorización, obteniendo así que la priorización recomendada para las necesidades de la

empresa Softservice es: prioridad 1 la necesidad “P012021_NEC_01 Adaptar herramienta de software libre para gestión de pruebas manuales ”; prioridad 2 “ P012021_NEC_06 Registro automático de ejecución de pruebas automáticas” ; prioridad 3 “P012021_NEC_04 Integrar herramienta de gestión de pruebas con versionador de código”; prioridad 4 “P012021_NEC_05 Adaptar módulo de informes de avance de pruebas”; prioridad 5 “P012021_NEC_02 Adaptar módulo de registro de necesidades”.

- ✓ Aplicando GVAL, por cada necesidad priorizada se obtuvo el nivel de ejecución de las tareas de software que se requieren realizar para garantizar que su implementación aporte a la estrategia de la empresa y así optimizar recursos y evitar realizar gastos innecesarios en la implementación.
- ✓ Por las dos conclusiones mencionadas en este apartado, se puede sustentar que mediante la aplicación de GVAL se logró solventar la problemática de que las técnicas de priorización de requisitos basados en valor no proponen mecanismos de estandarización de las variables que se deben considerar para determinar de forma cuantitativa el valor de cada necesidad.

5. CAPÍTULO 5: Conclusiones, lecciones aprendidas y trabajos futuros

En este capítulo se mencionan las principales conclusiones que se obtuvieron luego del desarrollo del presente trabajo, la medida en que se han alcanzado los objetivos del trabajo, las contribuciones derivadas, las lecciones aprendidas de la ejecución del caso de estudio y los trabajos futuros que se pueden realizar.

5.1. Conclusiones

Para que las empresas alcancen la alineación de la implementación de software con su estrategia; es decir el software aporte para alcanzar los objetivos de las empresas y mediante ello se aporte a la persistencia de la ventaja competitiva de las empresas a largo plazo. La ingeniería de software debe considerar el valor que el software a implementar aporte a la estrategia de las empresas. Considerando que existe la problemática de que la ingeniería de software tradicional no considera el valor que el software aporta a la estrategia de las empresas, en el presente trabajo se planteó un

modelo de proceso que integra técnicas de la ingeniería de software no tradicional ósea de ingeniería de software basada en valor, que permite priorizar las necesidades de los usuarios en base al valor que aporte a la estrategia de las empresas el satisfacer cada necesidad y dicho modelo de proceso se ejecutó en un caso real de una empresa que tenía la necesidad de priorizar las necesidades de adaptaciones considerando la estrategia de la empresa. A continuación, se analiza el grado de cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos definidos previamente en la sección 1.3.2:

5.1.1. Determinar en base a estudios previos las técnicas que permiten realizar priorización de requisitos de software mediante modelos por objetivos basados en valor

Luego de revisar los estudios previos que se mencionan en la sección 2.2 se concluye que existen dos áreas de estudios que tratan la problemática de que la ingeniería de software tradicional no considera el valor que el software desarrollado pueda aportar a la estrategia organizacional de las empresas. Dichas áreas son: la ingeniería de requisitos orientada por objetivos y la ingeniería de software basada en valor (ISBV). Una de las ramas de estudio de la ISBV es la ingeniería de requisitos basada en valor y dentro de ello se encontró un método llamado GVAL que permite hacer la priorización de necesidades.

Al hacer el estudio de GVAL se encontró la desventaja de que no considera de manera explícita los objetivos estratégicos de la empresa para la priorización; ante esto se realizó la revisión del área de estudio de ingeniería de requisitos orientada por objetivos para representar la relación entre las necesidades y los objetivos estratégicos de la empresa de una manera explícita.

El tener el conocimiento de la existencia de la Ingeniería de software basada en valor y la ingeniería de requisitos orientada por objetivos, permite a los analistas de negocio tener herramientas para que desde etapas tempranas del desarrollo de software puedan alinear las necesidades de adaptaciones de software a la estrategia de la empresa.

5.1.2. Seleccionar técnica o técnicas de priorización de requisitos contemplando casos de éxito de su aplicación y su sustento en los principios de la Ingeniería de Software basado en Valor

En base a la sección 2.2 y 3.1 se decide usar las siguientes técnicas: BRA “Enfoque de Realización de Beneficios” (BRA) y Lenguaje de requerimientos orientados a metas (GRL) para representar la relación entre las necesidades y los objetivos estratégicos de la empresa de una manera explícita. También se pudo seleccionar a GVAL como método que provee estandarización de las variables que se deben considerar para determinar el valor cuantitativo de satisfacer las necesidades de usuario y en base a dicho valor realizar la priorización de las necesidades. Además, considerando que el modelo de proceso pueda ser aplicado por cualquier persona que no necesariamente sea ingeniero en sistemas, se tuvo que buscar un lenguaje estandarizado para especificar el modelo, ante lo cual se decidió usar Software & Systems Process Engineering Metamodel Specification (SPEM).

5.1.3. Plantear modelo de proceso para priorización de necesidades de adaptaciones de Software alineadas a la estrategia de la empresa

En base a lo mencionado en la sección 5.1.1 y 5.1.2 se planteó un modelo de proceso para la priorización de adaptaciones de software basado en el valor que aporta a la estrategia organizacional la implementación de cada adaptación de software.

En el modelo de proceso se usa BRA y GRL para representar la relación entre los requerimientos de software y los objetivos estratégicos de la empresa. Mientras que, GVAL es utilizado tanto para la estandarización de las variables que se deben considerar para determinar el valor de satisfacer cada necesidad, como para establecer de forma cuantitativa el valor de satisfacer las necesidades de usuario.

El modelo planteado aporta de la siguiente manera:

- ✓ Puede ser de utilidad para analistas durante su proceso de toma de decisiones en las etapas tempranas de desarrollo de software para considerar aquellas adaptaciones cuya implementación proporciona más valor a la estrategia organizacional.
- ✓ Los líderes de la gestión de necesidades pueden usar el modelo para que su proceso de gestión de necesidades sea más eficaz y así contribuir a que el equipo de desarrollo gane agilidad en la entrega de adaptaciones de software.
- ✓ Las empresas al hacer uso del modelo pueden evitar inversión de recursos innecesarios en adaptaciones de software ya que mediante el modelo pueden descartar tempranamente la implementación de adaptaciones de software que no van a contribuir a los objetivos de la empresa.

5.2. Lecciones aprendidas

A partir de los resultados obtenidos luego de haber ejecutado el modelo de proceso en un caso de estudio, se puede mencionar las siguientes lecciones aprendidas para que este modelo puede ser ejecutado en otros casos de estudio:

- ✓ No en todas las empresas se puede ejecutar el modelo ya que se requiere mínimamente que la empresa tenga: especificados sus objetivos estratégicos, el listado de necesidades de usuarios especificados a nivel de negocio, algo muy importante que como parte de la cultura de la empresa se conozca la importancia de la alineación de la tecnología con la estrategia de la empresa y que haya apoyo de la máxima autoridad de la empresa para que el modelo sea ejecutado ya que si esto no existe la ejecución del modelo será una tarea que antes que aporte a la empresa aumentará de trabajo al equipo de tecnología.
- ✓ Para que el modelo sea ejecutado se requiere que la persona que lidere la ejecución conozca de ingeniería de software basado en valor e ingeniería de software basada en objetivos por lo cual se recomienda que antes de que el modelo se ejecutado a otro caso de estudio se lea a profundidad los conceptos planteados en el marco teórico del presente trabajo.

- ✓ La persona que guie la ejecución del modelo debe ser alguien que conozca del negocio de la empresa ya que, si no tiene dicho conocimiento, el mapeo entre las necesidades y la estrategia de la empresa se puede volver una tarea muy difícil porque no podrá representar de forma explícita y correcta la trazabilidad entre las necesidades y los objetivos estratégicos de la empresa. Esto se puede comentar ya que se hizo un acercamiento con una empresa de la cual no se conocía el negocio y no dieron paso a la ejecución del modelo porque el aplicar el modelo de proceso iba implicar mucho tiempo de otras personas que tenían el conocimiento del negocio y ya estaban asignadas a otros proyectos.
- ✓ Si se desea aplicar el modelo en otro caso de estudio se debe planificar y proponer la ejecución como proyecto piloto de la empresa para mejorar la gestión de necesidades de usuarios y así ya reservar recursos y tiempo necesario de todos los implicados. Esto se puede mencionar ya que se intentó ejecutar el modelo en una empresa que ya tenía sus proyectos planteados para el año y al hacer la propuesta de ejecución esta no fue acogida ya que se iba hacer la ejecución como trabajo adicional de la empresa lo cual iba a recaer en que era algo informal y por ende se lo iba hacer a la ligera y más iba hacer una carga de trabajo adicional que un aporte para la empresa.

5.3. Trabajos Futuros

Se proyecta hacer una evaluación empírica del método planteado a partir de un protocolo que permita evaluar la comprensión, facilidad y uso del método; pudiendo mencionar así, los siguientes trabajos futuros:

- ✓ Evaluación de efectividad del modelo en cuanto a tiempos de ejecución y conocimientos del personal que se requiere para que el modelo sea aplicado en las empresas.
- ✓ Evaluación de efectividad del modelo para que sea aplicado en empresas con diferentes metodologías de desarrollo. Por ejemplo, evaluación del modelo para metodologías de desarrollo ágil vs empresas que usan metodologías de

desarrollo tradicional.

- ✓ Analizar la viabilidad de la automatización de la ejecución del modelo considerando la evaluación de la efectividad de la ejecución manual.

6. ANEXOS

6.1. Anexo 1.- Plantilla para ejecutar 'Técnica de priorización Analytic Hierarchy Process (AHP)'. (Ingeniería Industrial Easy, 2017)

6.2. Anexo 2.- Plantilla de Acta de formalización de priorización

6.3. Anexo A.- Diagrama de relación entre necesidades y objetivos'

6.4. Anexo B.- Listado de necesidades mapeadas con objetivos estratégicos

6.5. Anexo C.- Modelo de objetivos' usando lenguaje modelo GRL

6.6. Anexo D.- Técnica de priorización Analytic Hierarchy Process (AHP)

6.7. Anexo E.- Documento de priorización

6.8. Anexo F.- Acta de formalización de priorización

7. BIBLIOGRAFÍA

Amyot, D., & Mussbacher, G. (2011). User Requirements Notation: The First Ten Years, The Next Ten Years (Invited Paper). *JSW*, *6*, 747-768. https://doi.org/10.4304/jsw.6.5.747-768

Arias Chaves, M. (2005). *La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software*. Intrsedes. https://www.redalyc.org/pdf/666/66612870011.pdf

Aurum, A., & Wohlin, C. (Eds.). (2005). *Engineering and managing software requirements*. Springer. https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/%5bAyb%C3%BCke_Aurum_(Editor),_Claes_Wohlin_(Editor)%5d_En(BookFi.org)_.pdf

Boehm, B. (2003). Value-based software engineering. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, *28*(2), 4. https://doi.org/10.1145/638750.638776

Ellis-Braithwaite, R. (2013). *Analysing the Assumed Benefits of Software Requirements*. 8.

Faulk, S. R., Harmon, R. R., & Raffo, D. M. (2000). Value-Based Software Engineering (VBSE). En P. Donohoe (Ed.), *Software Product Lines: Experience and Research Directions* (pp. 205-223). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4339-8_12

Francisco Ruiz, J. V. (2008). *Guía de Uso de SPEM 2 con EPF Composer*. https://alarcos.esi.uclm.es/ipsw/doc/guia-spem2&epf_v30.pdf

Genoves, C. C. (2019). *(PDF) Una Aproximación Basada en Valor para la Priorización de Alternativas en Modelos de Objetivos*. ResearchGate.

https://www.researchgate.net/publication/334895637_Una_Aproximacion_Basada_en_Valor_para_la_Priorizacion_de_Alternativas_en_Modelos_de_Objetivos

Gorschek, T. (2006). A Model for Technology Transfer in Practice. *IEEE Software*. https://www.academia.edu/15961472/A_Model_for_Technology_Transfer_in_Practice

Herrera, M. D., Rocca, A. M. L., & Ordaz, F. L. D. (2017). EVALUANDO TÉCNICAS DE MODELADO DE METAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DEL NEGOCIO. *Revista GTI*, *16*(44), 49-63.

Huerta, J. R. (2019). *Aplicación de Metodologías Ágiles a Desarrollo de Proyectos*. 93. *Ingenieria de software basado en valor.pdf*. (s. f.).

Ingeniería Industrial Easy. (2017). *MÉTODO ANALÍTICO JERÁRQUICO «MÉTODO AHP» | EJEMPLO PRACTICO.* https://www.youtube.com/watch?v=xBk_Bv7ZYps

Karlsson, J., & Ryan, K. (1997). A cost-value approach for prioritizing requirements. *IEEE Software*, *14*(5), 67-74. https://doi.org/10.1109/52.605933

Martinez, A. (2005). *DE REQUISITOS TEMPRANOS A REQUISITOS TARDÍOS: UN ENFOQUE BASADO EN METAS*. https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjU07i36rvpAhVnRN8KHVBlBk4QFjAAegQICBAB&url=https%3A%2F%2Frevistas.uis.edu.co%2Findex.php%2Frevistagti%2Farticle%2Fview%2F1546%2F1958&usg=AOvVaw3BhqqZWKZH2oEfWzjbWF1f

Objet Management Group. (2008). *About the Software & Systems Process Engineering Metamodel Specification Version 2.0*. https://www.omg.org/spec/SPEM/2.0/

Prieto, Z., & Angel, M. (2017). *Reconfiguración Dinámica e Incremental de Arquitecturas de*

Servicios Cloud Dirigida por Modelos. https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/86288

Ramírez, J., Espinoza, A., & Martínez, A. (2015). *Estudio de Mapeo Sistemático sobre Priorización de Requerimientos de Software Basada en Valor*.

Rebollar, A. M., Esquivel, H. E., & Moreno, L. A. G. (2008). UNA GUÍA RÁPIDA DE LA METODOLOGÍA TROPOS. *Revista GTI*, *7*(19), 69-78.

Significado de Objetivos estratégicos. (2021). Significados. https://www.significados.com/objetivos-estrategicos/

Suarez Maldonado, D. (2020). *Libro de Transformación Digital*. http://dp.hpublication.com/publication/46855167/?p=43

Vázquez, L. (2012). *Modelado y análisis de los Factores Críticos de Éxito de los proyectos de software mediante Mapas Cognitivos Difusos*. https://www.redalyc.org/pdf/1814/181423798006.pdf

Z.151 : User Requirements Notation (URN)—Language definition. (s. f.). Recuperado 7 de marzo de 2022, de https://www.itu.int/rec/T-REC-Z.151-201810-I/en