

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

Facultad 7

Centro de Informática Médica

Facultad 5 Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos



Modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.

Trabajo final presentado en opción al título de
Máster en Gestión de Proyectos Informáticos

Autora: Ing. Lissete González Gallo

Tutor: Msc. Michael González Jorrín

Co-Tutor: Drc. Pedro Yobanis Piñero Pérez

Ciudad de La Habana, 21 de junio de 2013

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y mi hermano, quienes me apoyan siempre en mis decisiones, los quiero con toda mi vida.

A mi tutor Pedro Piñero, gracias por tu preocupación y por darme ánimos e impulsarme a lograrlo.

A mi chico, Fily mi amor, gracias por ayudarme tanto y ser mi gran amor.

A mi familia, a mis suegritos y Ramo, muchas gracias por su paciencia.

A mis amistades a quienes siempre llevo conmigo, Lieny, Sally, Moniquilla y Aidita.

A todos los que de una forma u otra, han hecho posible la culminación exitosa de esta investigación.

Lisete

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

Declaro por este medio que yo Lissete González Gallo con carné de identidad 86013102819, soy el autor principal del trabajo final de maestría Modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO, desarrollada como parte de la Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos y que autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso de la misma en su beneficio, así como los derechos patrimoniales con carácter exclusivo.

Y para que así conste, firmo la presente declaración jurada de autoría en Ciudad de La Habana a los 21 días del mes de junio del año 2013.

Ing. Lissete González Gallo

Firma autor

RESUMEN

La organización y administración de los recursos que intervienen en un proyecto es vital para que se pueda culminar dentro del alcance, tiempo y costo definidos. Para ello es necesario tener en cuenta la calidad del dato, la precisión, completitud y no duplicidad, principales problemas en la actualidad de muchos sistemas en el mundo. En la presente investigación se propone un modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas, que permita mejorar la calidad y agilidad de este proceso en los entornos reales de aplicación. El modelo consta de cuatro procesos y utiliza como base una adaptación de la metodología para la modelación de procesos IDEF0. Su aplicación en GESPRO permite eliminar los errores de edición, agilizar el tiempo de formalización de los requisitos y tareas, así como estandarizar los procesos de gestión en la organización.

PALABRAS CLAVES: actividad, IDEF0, generación semiautomática de requisitos, generación semiautomática de tareas, modelo, gestión del alcance, procesos, requisitos.

ABSTRACT

The resource organization and management involved in a project are vital so that it can conclude within the scope, time and cost defined. For this is necessary to consider data quality, accuracy, completeness and non-duplication, main issues at present of many systems in the world. In this research a model is proposed to scope management in Initiation phases and Planning of the project based on the semiautomatic generation of requirements and tasks allowing for better quality and agility of this process in actual application environments. The model has four processes, and builds an adaptation of the methodology for IDEF0 process modeling. Its application in GESPRO eliminates editing errors, the speed time to formalize the requirements and tasks, and to standardize management processes in the organization.

KEY WORDS: activity, IDEF0, model, processes, requirements, scope management, semiautomatic generation requirements, semiautomatic generation tasks.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS y DEDICATORIA..... 2

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA..... 3

RESUMEN 4

ABSTRACT 4

ÍNDICE 5

INTRODUCCIÓN 8

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO 17

 Introducción 17

 1.1 Análisis bibliométrico 17

 1.2 Gestión de Proyectos 17

 1.3 Metodologías para la gestión de proyectos 18

 1.3.1 Asociación Internacional de Administración de Proyectos (IPMA) 18

 1.3.2 Proyectos en un Entorno Controlado (PRINCE2) 20

 1.3.3 Organización Internacional de Normalización (ISO) 20

 1.3.4 Instituto de Ingeniería de Software (SEI) 22

 1.3.5 Instituto de Gestión de Proyectos (PMI) 23

 1.4 Herramientas para la gestión de proyectos 25

 1.4.1 Teambox 25

 1.4.2 Project-Open 26

 1.4.3 Trac..... 28

 1.4.4 Jira 28

 1.4.5 Redmine..... 29

 1.4.6 GESPRO 12.05..... 30

 1.5 Notaciones para la gestión de procesos 31

 1.5.1 BPMN..... 32

 1.5.2 Método de Modelado de Funciones 33

 1.6 Conclusiones Parciales 34

CAPÍTULO 2: MODELO PARA LA PLANIFICACIÓN DEL ALCANCE DE LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LA PLATAFORMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS GESPRO 35

 Introducción 35

 2.1 Modelo propuesto para la plataforma de gestión de proyectos GESPRO..... 35

 2.2 Definición y estructura del modelo propuesto 36

2.2.1	Planificar el alcance	37
2.2.1.1	Definir las plantillas para ejecutar el alcance del proyecto	38
2.2.1.2	Definir las estrategias para la recolección de procesos y requisitos.....	38
2.2.2	Recolectar procesos y requisitos.....	39
2.2.2.1	Identificar procesos y sus actividades.....	40
2.2.2.2	Generación semiautomática de requisitos y refinamiento de los mismos.....	44
2.2.2.3	Realizar Matriz de trazabilidad de requisitos.....	45
2.2.3	Definir alcance y prioridades	46
2.2.3.1	Priorizar los procesos	50
2.2.3.2	Priorizar los requisitos.....	50
2.2.3.3	Generación semiautomática de tareas del producto	50
2.2.3.4	Generación semiautomática de tareas del proyecto	51
2.2.4	Crear EDT.....	51
2.2.4.1	Identificar los productos entregables y el trabajo relacionado	52
2.2.4.2	Estructurar y organizar la EDT.....	52
2.2.4.3	Descomponer la EDT.....	53
2.3	Potencialidades del modelo propuesto.....	54
2.4	Conclusiones parciales.....	55
CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL MODELO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS		56
3.1	Síntesis de la aplicación del modelo.....	56
3.2	Comparación respecto a las variables dependiente e independiente	60
3.2.1	Análisis de resultados respecto a la variable independiente.....	60
3.2.2	Análisis de resultados respecto a las variables dependientes	66
3.3	Análisis del impacto de la propuesta	68
3.4	Conclusiones parciales.....	72
CONCLUSIONES GENERALES		73
RECOMENDACIONES		74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		75
ANEXOS		81
Anexo 1: Entradas del proceso Planificar el Alcance		81
Anexo 2: Mecanismos para la recolección de procesos y requisitos.		82
Anexo 3: Mecanismos del proceso Definir el alcance.		83
Anexo 4: Árbol de descomposición construido siguiendo divide y vencerás.....		83

Anexo 5: Diagrama Diamante de Mandala..... 84

Anexo 6: Gráfico causa efecto adaptado. 84

INTRODUCCIÓN

La industria de software aumenta a ritmo acelerado su desarrollo, cada vez los sistemas de software requeridos se vuelven más costosos, complejos y requieren resultados de una alta calidad, por lo que deben utilizarse las más avanzadas técnicas, herramientas y alternativas de la ingeniería de software para alcanzar productos con mayor rapidez, calidad y costo.

La situación actual que experimentan las organizaciones con respecto a los proyectos que ejecutan, y a los índices de fallas alcanzados en su desarrollo, hace que el mundo continúe revolucionando la disciplina de Gestión de Proyectos y la convierta en un asunto de primer orden para elevar los niveles de eficacia y eficiencia.

El Instituto de Administración de Proyectos, por sus siglas en inglés PMI (Project Management Institute) publica la Guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) como una referencia fundamental, estableciendo las normas que abordan los procesos de dirección de proyectos generalmente reconocidos como buenas prácticas (1).

Existen además algunos estándares que trabajan el tema de la gestión de los proyectos como: la Organización Internacional para la Normalización (ISO) (2), el Instituto de Ingeniería de Software, por sus siglas en inglés SEI (Software Engineering Institute) que propone el Modelo de Madurez y Capacidad Integrado (CMMI, Capability Maturity Model Integration) (3), y Pressman que aborda la gestión de proyectos dentro de la Ingeniería del Software (4), entre otros.

La gestión de proyectos es la encargada de mantener la organización y administración de los recursos que intervienen en un proyecto de manera tal que éste se pueda culminar dentro del alcance, tiempo y costo definidos. A su vez, el alcance de un proyecto se define por el conjunto de requisitos que se le hayan asignado. Gestionar el alcance del proyecto es adaptarse a los recursos disponibles (tiempo, personas, y dinero) que a su vez es la clave de la gestión de proyectos con éxito (5).

El fundamento básico de cualquier software recae sobre su proceso de ingeniería de requisitos (6). Establecer y controlar el alcance de los proyectos de software es una de las tareas más críticas en el proceso de desarrollo, ya que el éxito o fracaso del proyecto está fuertemente relacionado con la calidad de sus requisitos.

Prueba de ello es los diferentes estudios que demuestran que la gestión inadecuada de los requisitos es la causa probada de multitud de fallos y fracasos en proyectos software (7). Mientras, que por el

contrario, una gestión adecuada de la misma implica una mejora en la productividad y la calidad de los procesos y productos software. (8)

En los sistemas de software, la Ingeniería de Requerimientos (IR) cumple un papel primordial en el proceso de producción de software, enfocándose en un área fundamental: la definición de lo que se desea producir (9).

Según Pressman, proporciona el mecanismo apropiado para entender lo que el cliente quiere, analizar las necesidades, evaluar la factibilidad, negociar una solución razonable, especificar la solución sin ambigüedades, validar la especificación y administrar los requisitos conforme estos se convierten en un sistema operacional. (4)

Entre los principales beneficios de la IR está la mejora en la capacidad de predecir cronogramas de proyectos, así como sus resultados, proporcionando un punto de partida para controles subsecuentes y actividades de mantenimiento, tales como estimación de costos, tiempo y recursos necesarios; y además mejora la calidad del software: cumpliendo un conjunto de requerimientos (funcionalidad, facilidad de uso, confiabilidad, desempeño, y otros).

Para cumplir con este conjunto de requerimientos es necesario tener en cuenta la calidad del dato, la precisión, completitud y no duplicidad, principales problemas en la actualidad de muchos sistemas en el mundo. Según Ted Friedman “Más del 25% de los datos críticos usados en las grandes corporaciones tienen errores debido al ingreso de datos manual, información faltante o duplicada, procesos inadecuados y la ausencia de estándares corporativos” (10).

Es una cuestión innegable el hecho de que las organizaciones se encuentran inmersas en entornos y mercados competitivos y globalizados; entornos en los que toda organización que desee tener éxito o al menos subsistir tiene la necesidad de alcanzar buenos resultados empresariales. Para esto necesitan gestionar sus actividades y recursos a través de la definición de sus procesos.

La teoría actual que recoge todos los acercamientos para gestionar los procesos de negocio es el paradigma de Gestión de Procesos de Negocio (Paradigma BPM – Business Process Management) (11). Según la ISO 9000:2000 un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entradas en resultados (12).

Al considerar las actividades agrupadas entre sí constituyendo procesos, permite a una organización centrar su atención sobre áreas de resultados (los procesos deben obtener resultados) que son importantes conocer y analizar para el control del conjunto de actividades y para conducir a la organización hacia la obtención de los resultados deseados.

En realidad, en el entorno actual, las herramientas disponibles para la obtención de datos son dispersas y no integradas, por lo que se pierde mucho tiempo buscando alguna información, y las demandas de datos cada vez son mayores. Además con frecuencia las herramientas informáticas que se disponen para el control y seguimiento de los proyectos no son suficientes, elementos como la soberanía tecnológica, la seguridad y las propias funcionalidades para la toma de decisiones a diferentes niveles en las organizaciones, así como la gestión de sus procesos son insuficientes. Este problema se presenta tanto en proyectos de construcción, proyectos de mantenimiento, proyectos de desarrollo de software y en general en el control y seguimiento de proyectos de inversión.

Como parte de las herramientas utilizadas para estandarizar los sistemas de control y seguimiento de la red de centros de desarrollo de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se desarrolla el Ecosistema GESPRO suite para la Dirección Integrada de Proyectos (13) como solución única e integral. Está basado en Redmine (14) y otras herramientas libres construidas en la propia organización; a su vez está alineado con los estándares propuestos por el Project Management Institute (15) y el Software Engineering Institute, mostrando las interfaces adecuadas a los usuarios para que introduzcan al sistema los datos sugeridos por estos modelos. GESPRO está formado actualmente por la integración de más de 18 módulos que se comercializa bajo licencia GPL. Se destacan funcionalidades que permiten: la gestión de portafolios de proyectos, la gestión del alcance de productos, la gestión del tiempo, y otras.

El empleo de esta herramienta de gestión de proyecto en la universidad aún tiene entre sus problemas fundamentales:

- La definición de una metodología para representar de manera estructurada y jerarquizada los procesos y las actividades que conforman un sistema, proyecto de software o la empresa.
- La generación y estandarización de los procesos, actividades y tiempo de formalización de los requisitos, debido a la existencia de errores de edición, la utilización de siglas y abreviaturas.
- El cubrimiento de todos los requisitos pactados con el cliente.

Todo esto afecta la calidad y agilidad del proceso de gestión del alcance en los proyectos de desarrollo de software.

Problema

Las insuficiencias en la modelación por procesos y la ingeniería de requisitos del proceso de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO 12.05, afecta la calidad y agilidad de los procesos de gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto en los entornos reales de aplicación.

Objeto de investigación

La gestión del alcance

Objetivo general

Desarrollar un modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas, que permita mejorar la calidad y agilidad de este proceso en los entornos reales de aplicación de la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.

Objetivos específicos:

1. Realizar un estudio del estado del arte acerca de las principales herramientas para la generación semiautomática de requisitos y tareas como alternativa para mejorar la calidad y agilidad de los procesos de gestión del alcance en las herramientas de gestión de proyectos.
2. Construir un modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas de los proyectos de desarrollo de software.
3. Comprobar la validez del modelo a partir de estudio de casos en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.

Campo de acción

La gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto.

Tipo de investigación

Descriptiva: Se realiza una descripción detallada de cómo se deben especificar los procesos y actividades en los proyectos de software con la utilización de una metodología, proponiéndose un modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas, que permita mejorar la calidad y agilidad de este proceso en los entornos reales de aplicación de la plataforma de gestión de proyectos GESPRO. Además se comprueba su validez a partir de un estudio de casos en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.

Hipótesis

Si se desarrolla e implementa un modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas se mejora la calidad y agilidad de este proceso en los proyectos de desarrollo de software de la plataforma de gestión de proyectos GESPRO 12.05.

Definición de variables:

Variable independiente (VI):

- Modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas.

Variables dependientes (VD):

- Mejorar la calidad de los procesos de gestión del alcance de los proyectos de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.
- Mejorar la agilidad de los procesos de gestión del alcance de los proyectos de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.

Operacionalización de las variables:

Variable independiente	Dimensión	Indicador	Índice
Modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas.	Evaluación de la ejecución	Planificar el alcance	(Sí/No)
		Recolectar procesos y requisitos	(Sí/No)
		Definir el alcance	(Sí/No)
		Crear EDT	(Sí/No)
	Funcionalidades definidas	Creación de procesos	(Sí/No)
		Creación de tareas	(Sí/No)
		Relación entre actividades y procesos (jerarquía)	(Sí/No)
		Generación de requisitos	(Automático/Semi-Automático/Manual)
		Generación de tareas	(Automático/Semi-Automático/Manual)
		Técnicas cualitativas para el análisis del impacto en los procesos de la organización (Computación con palabras)	(Sí/No)
Variables dependientes	Dimensión	Indicador	Índice
Mejorar la calidad de los	Eficacia	Eficacia	(Sí/No)

<p>procesos de gestión del alcance de los proyectos de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.</p>		<p>Estandarización</p>	<p>(Sí/No)</p>
<p>Mejorar la agilidad de los procesos de gestión del alcance de los proyectos de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.</p>	<p>Eficiencia</p>	<p>Eficiencia</p>	<p>(Sí/No)</p>

Métodos de investigación

Se definen para el desarrollo de la investigación los métodos teóricos histórico y lógico para el estudio bibliográfico sobre la problemática existente y el análisis de las diferentes herramientas y notaciones para la modelación de procesos, así como metodologías y herramientas de gestión de proyecto en el mundo. Los métodos empíricos observación y entrevistas se utilizan de forma general como guía de orientación y estudio.

Muestreo

Para la investigación se define el estudio de casos, específicamente Diseño de caso único. La investigación se centra en la resolución de problemas prácticos.

Diseño de experimentos

En la presente investigación se desarrollan preexperimentos, no existe un grupo de control o patrón para realizar las comparaciones entre los resultados. Se aplica el modelo propuesto a partir de su implementación en la versión 13.05 de GESPRO. Se comparan los resultados antes de la aplicación del modelo y luego de aplicado éste para comprobar la efectividad de la propuesta.

Tipos de experimento

Experimento 1: Comparación del modelo propuesto con los estándares ISO 21 500 y PMBOK cuarta versión.

Experimento 2: Comparación de GESPRO v13.05 con herramientas de gestión de proyectos.

Experimento 3: Comparación GESPRO v12.05 vs GESPRO v13.05.

Experimento 4: Comparación costos de las herramientas de modelación de procesos sustitutas en el mercado.

Instrumentos

Se establecen indicadores para realizar las comparaciones y validación del modelo propuesto.

Aporte práctico de la investigación

Modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO. Permitirá sustituir importaciones al país, al no ser necesario adquirir herramientas alternativas para la modelación de procesos y actividades en el mercado, las cuales son privativas y presentan altos costos por conceptos de licencia y soporte. Además al proveer de una planificación más certera que cubre todos los requisitos pactados con el cliente así como las tareas de proyecto, minimiza los cambios el en alcance del producto y el proyecto.

Listado de publicaciones, eventos y avales de la investigación

1. Lissete González Gallo, Filiberto López Palenzuela. “Componente de software para la transferencia segura de datos entre aplicaciones cliente-servidor”. V Taller de Telecomunicaciones y Seguridad en Redes y Sistemas, en memorias de la V Conferencia Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, UCIENCIA 2010, con ISBN: 978-959-286-011-7, 2010. La Habana, Cuba.
2. Filiberto López Palenzuela, Lissete González Gallo. “Visualización tridimensional de neuroimágenes”. V Taller Hacia la Informatización de los Servicios de Salud, en memorias de la V Conferencia Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, UCIENCIA 2010, con ISBN: 978-959-286-011-7, 2010. La Habana, Cuba.
3. Filiberto López Palenzuela, Lissete González Gallo. “Aceleración del procesamiento de imágenes sobre arquitectura CUDA”. VI Taller de Procesamiento Digital de Imágenes y Señales Aplicadas, en memorias de la V Conferencia Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, UCIENCIA 2010, con ISBN: 978-959-286-011-7, 2010. La Habana, Cuba.

4. Reynaldo Álvarez Luna, Lissete González Gallo. “Componente de software para la transferencia segura de datos entre aplicaciones cliente-servidor”. Presentado en forma de artículo en la Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, VOL.4 No.1, 2011. La Habana, Cuba.
5. Filiberto López Palenzuela, Lissete González Gallo. “Arquitectura del sistema Alas TraumaView”. VIII Congreso Internacional de Informática en la Salud, en memorias de la XIV Convención y Feria Internacional, Informática 2011, con ISBN: 978-959-7213-01-7. La Habana, Cuba.
6. Lissete González Gallo, Colectivo de autores. “Componente de software para la transferencia segura de datos entre aplicaciones cliente-servidor”. Temática Uso y Desarrollo de Aplicaciones e Innovaciones de Estándares de Código Abierto, en memorias del Taller Temático de la Décima Semana Tecnológica de FORDES, con ISSN: 2076-9792, 2011. La Habana, Cuba.
7. Lissete González Gallo, Filiberto López Palenzuela. “Plataforma tecnológica de salud para PDVSA: su impacto”. En la temática Desarrollo de Aplicaciones Informáticas en la Sociedad-Formación y Desarrollo, en memorias de la Duodécima Semana Tecnológica de FORDES Tecnologías Convergentes: Presente y Futuro, con ISSN: 2076-9792, 2012. La Habana, Cuba.
8. Noel Rodríguez Arias, Lissete González Gallo. “Integración de las aplicaciones Alas BQO y Galen a través de los servicios web”. En el VI Taller Hacia la Informatización de los Servicios de Salud, en memorias de la VI Conferencia Científica de la Universidad de las Ciencias Informática, UCIENCIA 2012, con ISBN: 978-959-286-019-3, 2012. La Habana, Cuba.
9. Lissete González Gallo, Filiberto López Palenzuela. “Impacto de la plataforma tecnológica de salud para PDVSA”. Presentado en forma de artículo en la Convención de Salud, Cuba Salud 2012. La Habana, Cuba.

Estructura de la tesis

El documento está dividido en tres capítulos, que incluyen todos los aspectos relacionados con el trabajo investigativo realizado, además de la Introducción, Conclusiones de la investigación, Recomendaciones, Referencias Bibliográficas, Glosario de Términos y Anexos.

Capítulo 1: Se exponen los elementos que brindan la base teórico conceptual para la Gestión de Proyectos y su relación con la gestión de alcance, requisitos, y actividades. Además se realiza el estudio y evaluación de las metodologías y herramientas para la Gestión de Proyectos Informáticos. Por último se tienen en cuenta las diferentes notaciones o metodologías para representar de manera estructurada y jerarquizada los procesos y las actividades que conforman un sistema, proyecto o software.

Capítulo 2: En este capítulo se presenta el modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas de los proyectos de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO. Se definen la estructura de la propuesta, los procesos y actividades, así como las estrategias a seguir y fases del proyecto en las que incide. Se explican los mecanismos propuestos, y se exponen las entradas, controles, mecanismos y salidas propuestas para cada proceso del modelo.

Capítulo 3: El presente capítulo tiene como objetivo analizar los resultados obtenidos luego de la aplicación del modelo propuesto en la versión 13.05 de la Plataforma de Gestión de Proyectos GESPRO. Se realiza una síntesis de la aplicación del modelo y experimentos que permiten comparar la propuesta con otras soluciones, metodologías y herramientas existentes. Además se muestra la incidencia económica y social de la propuesta para el país. Finalmente se enuncian las conclusiones parciales del capítulo.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

Introducción

En este capítulo se exponen los elementos que brindan la base teórico conceptual para la Gestión de Proyectos y su relación con la gestión de alcance, requisitos, y actividades. Además se realiza el estudio y evaluación de las metodologías y herramientas para la Gestión de Proyectos Informáticos. Por último se tienen en cuenta las diferentes notaciones o metodologías para representar de manera estructurada y jerarquizada los procesos y las actividades que conforman un sistema, proyecto o software.

1.1 Análisis bibliométrico

En esta sección se realiza un análisis de las referencias bibliográficas consultadas identificando las principales fuentes y escuelas del área. Dentro de la revisión se destaca fundamentalmente el estudio de artículos publicados en la web y libros donde se tratan fundamentalmente los temas de análisis de requisitos y procesos, así como las notaciones para modelar procesos existentes. Se hace uso además de tesis de doctorado y revistas referenciadas. Las referencias están en un 80,6 % entre los últimos 5 años, y muchos de los artículos de la web pertenecen a páginas oficiales, para una mayor actualización y veracidad de las temáticas estudiadas.

Tabla 1: Análisis bibliométrico (Elaboración Propia)

Tipo de bibliografía	Últimos 5 años	Años anteriores
Libros y monografías	13	6
Tesis de doctorados	2	2
Tesis de maestrías	1	
Artículos en Revistas referenciadas en Web of Science, SCOPUS	3	2
Memorias de eventos	2	
Artículos publicados en la web	24	1
Reportes técnicos y conferencias	7	2
Entrevistas personales	2	
Total	54 (80,6 %)	13 (19,4 %)

1.2 Gestión de Proyectos

La industria ha reconocido desde hace tiempo la importancia que tiene en la gestión de proyectos la eficiencia y la eficacia del proceso.

El proceso ayuda a los miembros de una organización a alcanzar los objetivos estratégicos ayudándoles a trabajar más inteligentemente, no más duro, y de un modo más consistente. Los procesos eficaces también proporcionan un medio para introducir y utilizar nuevas tecnologías de forma que permitan responder mejor a los objetivos estratégicos de la organización. (16)

El mundo está cambiando a velocidades inusitadas y las organizaciones deben reaccionar rápidamente abordando proyectos que las ayuden a alcanzar nuevos objetivos. La gestión de proyectos provee una metodología ordenada, sistemática y rigurosa para gestionar los proyectos que enfrentan cada día las empresas y sus administradores. El adecuado conocimiento y aplicación de estas metodologías permiten crear un ambiente de trabajo propicio y con menor variabilidad para obtener resultados efectivos.

1.3 Metodologías para la gestión de proyectos

Con el transcurso de los años se ha demostrado que para que los proyectos informáticos sean exitosos, es necesario que exista una gestión integral del proyecto que abarque todos los ciclos de vida de éste.

El esfuerzo, costo y tiempo que debe dedicarse a la gestión de proyectos no representa una pérdida para el proyecto, por el contrario, se considera un elemento imprescindible que asegura la calidad del resultado final. Es por ello, que la existencia de una Metodología de Gestión de Proyectos Informáticos constituye una mejor garantía de éxito para un proyecto.

A continuación se describen algunas de las metodologías más utilizadas en la actualidad.

- IPMA (International Project Management Association)
- PRINCE (PRojects IN a Controlled Enviroment)
- ISO (International Organization for Standardization)
- SEI (Software Engineering Institute)
- PMI (Project Management Institute)

1.3.1 Asociación Internacional de Administración de Proyectos (IPMA)

La Asociación Internacional de Administración de Proyectos, por sus siglas en inglés IPMA (International Project Management Association), fue fundada en 1965 por una asociación suiza y se ha convertido en una red internacional de asociaciones de gestión de proyectos. Es otra organización

profesional líder mundial para la gestión de proyectos (17), sin fines de lucro para el desarrollo de conocimientos, metodologías y procesos para la gestión de proyectos.

IPMA – ICB: La Línea Base de Competencia, por sus siglas en inglés ICB (IPMA Competence Baseline) tiene un sistema de certificación de 4 niveles. Esto a su vez se refiere a su IPMA "Ojo de la Competencia" (18).

ICB contiene los términos básicos, tareas, habilidades, funciones, procesos, métodos, técnicas y herramientas que se deben de usar, tanto teórica como prácticamente, para una buena gestión de proyectos (19). Es el estándar de competencia para la gestión de proyectos y no se limita a ningún sector o rama. Incluye tres grandes áreas de competencias de gestión de proyectos: comportamiento, técnica y contextual.

La ICB define 46 elementos de competencia, abarcando la competencia técnica para la gestión de proyectos (20 elementos), el comportamiento profesional del personal de gestión de proyectos (15 elementos) y las relaciones con el contexto de los proyectos, programas y carteras (11 elementos).

Como parte de las competencias técnicas define el Alcance y Entregables, y como posibles pasos los siguientes:

- Definición de los requisitos y objetivos de las partes involucradas.
- Acuerdo con las partes involucradas de los entregables apropiados.
- Definición del alcance del proyecto y su control en todas las fases.
- Actualización de los entregables y del alcance cuando se acuerden cambios con las partes involucradas.
- Control de la Calidad de los entregables.
- Entrega formal de los entregables a las partes involucradas.
- Documentación de las lecciones aprendidas y aplicación a futuros proyectos.

La ICB debería ser de mayor utilidad para los individuos y los evaluadores al emprender una evaluación (20). Sin embargo, también se puede utilizar como una guía para la preparación de materiales de formación, para propuestas de investigación y como un documento de referencia general para las personas que buscan información acerca de la gestión de proyectos aplicada.

La ICB no recomienda o incluye metodologías, métodos o herramientas específicas. Los métodos y herramientas son definidos por la organización. Como la metodología PMI está enfocada en los procesos y la metodología PRINCE2 está enfocada en los productos a entregar, el modelo IPMA-ICB se centra en las capacidades del gerente de proyecto.

1.3.2 Proyectos en un Entorno Controlado (PRINCE2)

La metodología de Proyectos en un Entorno Controlado, por sus siglas en inglés PRINCE (PRojects IN a Controlled Enviroment) del Reino Unido, es un método estructurado que ofrece un enfoque claro, pero muy flexible a la ejecución de proyectos y se basa en las cosas que funcionan bien (21).

PRINCE2 describe como un proyecto debería dividirse en fases sencillas de organizar, permitiendo un control eficiente de los recursos y un progreso regular. Los diferentes roles y las responsabilidades para administrar un proyecto están completamente identificados y son adaptables para ajustarse a la medida y la complejidad del proyecto y a las capacidades de la organización (22).

PRINCE 2 en su estructura define 7 principios, 7 temáticas y 7 procesos. Se centra en la organización, la gestión y el control; aborda la planificación, la delegación, seguimiento y control de los seis aspectos del desempeño de un proyecto: coste, plazos, calidad, alcance, riesgos y beneficios.

La planificación la realiza identificando los entregables del proyecto, las actividades y recursos necesarios para crearlos, y todo ello, en una relación consistente con los requerimientos identificados en el Documento de Iniciación del Proyecto, por sus siglas en inglés PID (Project Initiation Document). Tiene en cuenta en el diagrama del modelo de procesos los subprocessos para describir los procesos de más bajo nivel y proporciona una mayor exactitud en el flujo de la información entre los procesos.

Establece de manera clara el ciclo de vida, definición y medición de productos de negocio y la estructura organizativa con responsabilidades bien definidas. La estrategia de PRINCE2 consiste en construir procesos para vincular los componentes y reducir los riesgos de los proyectos, al mismo tiempo que proporciona las técnicas que los soportan y sugiere un modo efectivo de organizarlos.

No es posible para PRINCE2 cubrir todos los aspectos de la gestión de proyectos. Hay tres categorías de temas generales que son deliberadamente considerados fuera de este ámbito: aspectos especializados, técnicas detalladas y capacidad de liderazgo (23).

1.3.3 Organización Internacional de Normalización (ISO)

La Organización Internacional de Normalización, por sus siglas en inglés ISO (International Organization for Standardization), es una federación mundial de organismos de normalización, cuya función principal es la preparación de normas internacionales (Normas ISO, que se revisan periódicamente) relacionadas con la calidad.

Las normas ISO son, documentos técnicos de referencia que actúan como protocolo en forma de reglamento de normalización que permite verificar si una institución cumple los estándares de calidad establecidos. (24)

Como parte de la colección de estándares ISO “ISO 9000 – Gestión de la calidad” (ISO_9000:2003), se encuentra la norma ISO 10006. Esta norma de calidad lleva como título: “Gestión de la Calidad – Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos”. Tiene como objetivo servir de guía en aspectos relativos a elementos, conceptos y prácticas de sistemas de calidad que pueden implementarse en la gestión de proyectos o que pueden mejorar la calidad de la gestión de proyectos.

La ISO 10006 cubre todos los aspectos fundamentales de la gerencia de proyectos: alcance, tiempo, coste, calidad, riesgo, personal, etc. de la misma manera que el Project Management Institute (PMI) (25). Este estándar se basa en los procesos clave para gestionar un proyecto, entre ellos se encuentran los procesos relacionados con el alcance, donde se debe de desarrollar el concepto en el sentido de definir las líneas maestras de la infraestructura final, identificando las actividades y pasos a realizar pero con un control que garantice la consecución de los objetivos.

Sin embargo un estudio más exhaustivo de cara a la implantación de un sistema completo de gestión encuentra serias dificultades derivadas de la falta de concreción. La propia norma ya indica que no es en sí misma una guía para la “gestión de proyectos” (26).

La ISO 10006 no ha ganado la popularidad de la norma ISO de calidad de la serie 9000, ni tampoco en el mundo las principales normas de gestión de proyectos como la Guía del PMBOK o PRINCE2. La norma ISO 21500 es una iniciativa de crear una norma de Gestión de Proyectos aceptada universalmente. (27) Esta norma tiene en cuenta la gestión del alcance a través de los siguientes procesos: Definir alcance, Crear Estructura de Desglose del Trabajo, Definir Actividades y Controlar el Alcance (28).

La principal norma de la familia es ISO 9001:2000 “Sistemas de gestión de calidad. Requisitos” (29), en la misma se exponen los “requisitos” que establece la nueva Norma ISO 9001 (30). Esta nueva versión recoge los requerimientos aplicables, agrupándolos en 21 temas, de manera general en: Responsabilidad de la Dirección (6 temas), Gestión de los recursos (4 temas), Realización del producto (6 temas) y por último, Medición, análisis y mejora (5 temas).

La ISO 9001:2000 no incluye requisitos de otros sistemas de gestión, tales como aquellos particulares para la gestión ambiental, la gestión de la seguridad y salud ocupacional, gestión financiera o gestión de riesgos.

1.3.4 Instituto de Ingeniería de Software (SEI)

El Instituto de Ingeniería de Software, por sus siglas en inglés SEI (Software Engineering Institute), de la Universidad Carnegie Mellon, Estados Unidos, creó el Modelo de Integración de Madurez y Capacidad, por sus siglas en inglés CMMI (Capability Maturity Model Integration), que ayuda a las organizaciones a aumentar la madurez de sus procesos y mejorar a largo plazo los resultados Empresariales (31).

Consiste en las mejores prácticas que tratan las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto, desde la concepción a la entrega y el mantenimiento (32). CMMI tiene dos representaciones, la continua y por etapas. La representación por etapas utiliza los niveles de madurez, mientras que la representación continua utiliza los niveles de capacidad.

Para ayudar a las organizaciones a desarrollar y a mantener productos y servicios de calidad, el SEI ha identificado varias dimensiones, sobre las cuales típicamente se concentran las organizaciones: las personas, los métodos y procedimientos, y las herramientas y equipamiento, como se muestra en la Figura 1.

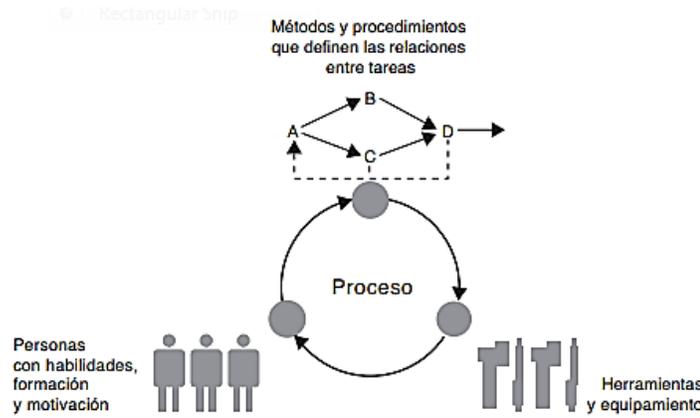


Figura 1: Dimensiones en la organización (32)

Sustentando todo el conjunto, se encuentran los procesos utilizados en la organización. Éstos le permiten alinear el modo de operar de la organización, evolucionar e incorporar los conocimientos de cómo hacer mejor las cosas. Los procesos le permiten también explotar mejor sus recursos y comprender las tendencias de su actividad.

CMMI para Desarrollo, por sus siglas en inglés CMMI-DEV (Capability Maturity Model Integration for Development) es un modelo de referencia que cubre las actividades para desarrollar tanto productos

como servicios. Las organizaciones de numerosos sectores, incluyendo aeroespacial, banca, hardware, software, defensa, automoción y telecomunicaciones, utilizan el CMMI para Desarrollo (16).

CMMI para Desarrollo contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, la gestión de procesos, la ingeniería de sistemas, la ingeniería de hardware, la ingeniería de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento.

El SEI ha tomado la premisa de la gestión de proceso, “la calidad de un sistema o de un producto está muy influenciada por la calidad del proceso empleado para desarrollarlo y para mantenerlo” (16), y ha definido los CMMs que lo reflejan. La adhesión a este principio se encuentra en el seno de los movimientos de calidad de todo el mundo, como lo muestra la ISO/IEC (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission) en su conjunto de estándares.

CMMI para la gestión de proyectos cubre las actividades relacionadas con la planificación, el seguimiento y control de proyecto. Además proporciona mecanismos para establecer, mantener y monitorizar acuerdos con clientes y proveedores, así como mantiene un entorno colaborativo de equipos. Proporciona un método común para gestionar el proyecto cuantitativamente y proactivamente.

1.3.5 Instituto de Gestión de Proyectos (PMI)

El Instituto de Gestión de Proyectos, por sus siglas en inglés PMI (Project Management Institute) es una organización internacional sin fines de lucro que asocia a profesionales relacionados con la Gestión de Proyectos. Es la organización más grande del mundo en su rubro, dado que se encuentra integrada por más de 500,000 miembros en cerca de 185 países. Sus principales objetivos son (15):

- 1) Formular estándares profesionales en Gestión de Proyectos.
- 2) Generar conocimiento a través de la investigación.
- 3) Promover la Gestión de Proyectos como profesión a través de sus programas de certificación.

La **Guía del PMBOK**, es un estándar reconocido internacionalmente (IEEE Std 1490-2003 y como Norma ANSI/PMI 99-001-2004), disponible en 11 idiomas. La gestión de proyectos basada en el marco de trabajo PMBOK es el modelo más difundido y aceptado para la gestión de proyectos en general.

Define las nueve áreas de conocimiento en la gestión de proyectos siguientes: gestión de integración del proyecto, gestión de alcance, gestión de tiempo del proyecto, gestión de costes del proyecto, gestión de calidad del proyecto, gestión de los recursos humanos, gestión de comunicación, gestión

del riesgo y gestión de adquisiciones (33). La Guía del PMBOK identifica ese subconjunto de fundamentos de la dirección de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas.

Sus principales objetivos son: describir el conocimiento y las prácticas aplicables a la mayoría de los proyectos de la época; proveer una base formal para fundar proyectos; guiar y orientar a gestores de proyectos sobre la forma de conducir la construcción de resultados.

Para enfocar el análisis de la gestión que conlleva un proyecto, el PMBOK plantea determinar, limitando adecuadamente dicho proyecto, desde tres perspectivas:

- Alcance: describe claramente el objetivo del proyecto.
- Tiempo: enfoca el tiempo asignado al proyecto.
- Costo: observa el costo involucrado. (34)

¿Por qué usar la guía de PMBOK?

El PMBOK ofrece un conglomerado de mejores prácticas las cuales se actualizan en cada edición. Además provee una base formal para formular proyectos; indica el conocimiento necesario para manejar el ciclo de vida de cualquier proyecto, programa y portafolio a través de sus procesos. Define los insumos, herramientas, técnicas y reportes necesarios para cada proceso.

PMBOK en su proceso de Gestión del alcance incluye las actividades necesarias que garanticen que el proyecto desarrollará sólo el trabajo requerido para completarlo satisfactoriamente. Estas actividades son:

- Planificación del alcance
- Definición del alcance
- Desglose del trabajo
- Verificación del alcance
- Control del alcance

Entre algunas de sus ventajas se encuentran las siguientes:

- Es precisa en la definición de conceptos.
- Su enfoque es sistemático y presenta la información con esa misma visión.
- Es simple para la aplicación.
- Es más operativo aunque parte de una visión estratégica.
- Define claramente los procesos de la gestión de la calidad.
- Brinda herramientas que generan utilidad.

- Presenta una lógica en la utilización de las acciones de cada proceso, si se utilizan como las salidas luego son las entradas de otro proceso. (35)

El PMBOK utiliza técnicas como:

- EDT (Estructura de Descomposición de Trabajo)
- AVG (Análisis de Valor Ganado)
- Gantt
- Juicio de Expertos (36)

La norma IEEE Std 1490-2003 está enfocada con el PMBOK, así como la ISO 10006:2003, donde el enfoque de la norma es indicativo, y se establece a partir de suministros de diferentes directrices para gestionar la calidad en los proyectos.

1.4 Herramientas para la gestión de proyectos

El desarrollo empresarial ha motivado la búsqueda incesante de nuevas formas de organización y control de las producciones. En particular una de las formas de organización empresarial es la organización por proyectos, que es aplicable a entidades cuyos productos y resultados deban ser planificados por sus características en forma de proyectos.

La gestión de proyectos incluye la planificación, organización y gestión de los recursos para lograr la conclusión con éxito de los proyectos asignados.

Existen disímiles herramientas para gestionar un proyecto, las mismas pueden ser aplicaciones para la gestión de proyectos o aplicaciones basadas en web para la gestión de proyectos.

1.4.1 Teambox

Es un proyecto de software colaborativo online, que combina las mejores prácticas en productividad con herramientas propias de redes sociales. Este proyecto trata de cubrir la necesidad de una herramienta de administración de proyectos con capacidades de colaboración y fácil de usar.

Teambox es una aplicación escrita en Ruby disponible para sistemas tipo Unix, como GNU/Linux o Mac OS X. Posee integración con Dropbox, Box y Google Drive (37).

Tiene entre sus principales funcionalidades:

- Gestión y organización rápida de tareas (Permite gestionar las tareas del proyecto de forma fácil, agrupándolas bajo listas de tareas, que tiene fecha de inicio y fin)

- Ágil comunicación entre los participantes del proyecto (sobre cualquier tarea se abre automáticamente un hilo de comentarios para que cualquier usuario adherido al proyecto pueda aportar datos o añadir réplicas)
- Notificaciones y accesibilidad completa (permite configurar las notificaciones a cada usuario, resulta de especial utilidad en las tareas donde el usuario sigue la actividad; se envía correo electrónico con cada comentario)
- Conversaciones (Las conversaciones mantienen el estilo de hilo de mensajes, permite subir archivos y notificar a otras personas)
- Páginas (permite albergar documentación o escribir notas que pueden ser consultadas)
- Gestión de usuarios y permisos (El propietario de cada proyecto puede invitar a otros a unirse mediante invitación de correo electrónico, además de seleccionar el rol de cada uno)
- Actividad del proyecto (permite configurar vistas para las tareas de determinados usuarios, entre ellas, tareas con retraso, sin asignar y otras)

Dispone de otras funciones como visualizar tareas en un diagrama de Gantt, hacer uso del time tracking para la generación de informes y otros.

Teambox ofrece servicio en la nube como mayor atractivo. El registro y uso hasta 3 proyectos es gratuito, pero dispone de planes mayores previo pago que ofrecen más proyectos, tamaño y funcionalidades.

Es una herramienta enfocada sobre todo a la colaboración y comunicación rápida, con organización de tareas. Es muy útil para pequeños proyectos donde la información no es abundante, proyectos que son a largo plazo o incluso para gestionar tareas propias. Pero para grandes proyectos o gestión de proyectos software, la información puede desbordar a la aplicación y volverse engorrosa al llenarse de documentación (38). Además no tiene en cuenta la gestión de los procesos, así como la generación semiautomática de requisitos y tareas.

1.4.2 Project-Open

Es un conjunto de soluciones ERP¹ de código abierto para la gestión empresarial orientada a proyectos (39). En esta completa suite empresarial se encuentran distintos módulos (Figura 2) que facilitan la conjunción de diferentes áreas dentro de una empresa.

¹ ERP: Planificación de Recursos Empresariales, por sus siglas en inglés ERP (Enterprise Resource Planning). Son sistemas de información gerenciales que integran y manejan los negocios asociados con las operaciones de producción y de los aspectos de distribución de una compañía en la producción de bienes o servicios.



Figura 2: Módulos de la herramienta Project-Open. (39)

Valores de project-open:

- Rápida implantación y adaptación al cambio gracias a unas interfaces muy intuitivas.
- Arquitectura modular que permite instalar y usar solamente las funciones que necesita su empresa
- Seguridad a distintos niveles:
 - A nivel de aplicación, para evitar usos no autorizados.
 - A nivel de usuario, con definición de permisos por grupos y usuarios según sus roles.
 - Además, puede incrementar la seguridad con el módulo de contraseñas de un solo uso.
- Basada en web, por tanto no requiere instalación en los puestos de trabajo.
- Multiplataforma: el sistema funciona sobre plataforma Linux, Mac OS X y MS Windows (40).

Algunas de sus principales características son las siguientes:

- Intranet colaborativa para gestionar proyectos
- Gestión financiera
- Almacén de ficheros
- Sistema Wiki integrado
- Foro colaborativo
- Bug tracker para acciones correctivas
- Gestión de la carga de trabajo mediante Gantt Project
- Workflow

Es un referente gracias a su amplia comunidad y millares de usuarios y muy popular en países como Alemania. Tiene entre sus principales desventajas para esta investigación que no realiza la gestión de los procesos, así como la generación semiautomática de requisitos y tareas.

1.4.3 Trac

Es una herramienta para la gestión de proyectos y el seguimiento de errores escrita en Python. Su nombre original era svntrac, debido a su fuerte dependencia de Subversion. Es software libre y de código abierto.

Trac utiliza un enfoque minimalista basado en web de gestión de proyectos de software. Proporciona una interfaz para Subversion (u otros sistemas de control de versiones), una wiki integrada y convenientes facilidades de reportes (41).

Se distribuye bajo la Licencia BSD modificada y algunas de sus características son:

- Permite enlazar información entre una base de datos de errores de software, un sistema de control de versiones y el contenido de una wiki.
- Sirve como interfaz web de un sistema de control de versiones como Subversion, Git, Mercurial, Bazaar o Darcs.
- Posee línea de tiempo con avances de los proyectos, y manejo de flujos de información.
- Utiliza un sistema de plantillas web propio llamado Genshi.

No realiza la gestión de los procesos, así como la generación semiautomática de requisitos y tareas, por lo que no tiene en cuenta los fundamentos principales para esta investigación.

1.4.4 Jira

Es una aplicación basada en web para el seguimiento de errores, incidencias y para la gestión operativa de proyectos. Jira también se utiliza en áreas no técnicas para la administración de tareas.

Jira es el gestor de proyectos que permite a los equipos planificar, construir y finalizar grandes proyectos. Miles de compañías usan JIRA para crear y organizar sus tareas, trabajar y estar al día de la actividad de todo el equipo (42).

La herramienta fue desarrollada por la empresa australiana Atlassian. Inicialmente Jira se utilizó para el desarrollo de software, sirviendo de apoyo para la gestión de requisitos, seguimiento del estatus y más tarde para el seguimiento de errores. Jira puede ser utilizado para la gestión y mejora de procesos, gracias a sus funciones para la organización de flujos de trabajo.

Jira está basada en Java EE y funciona en varios sistemas operativos. La herramienta dispone también de paneles de control adaptables, filtros de búsqueda, estadísticas, RSS y función de correo electrónico. La flexible arquitectura de Jira permite al usuario crear ampliaciones específicas que pueden incluirse en la 'Jira extension library'.

La lista de clientes de la empresa comprende numerosas empresas internacionales como SAP, IBM, BMW, Electronic Arts, así como organizaciones e instituciones del Parlamento Europeo, el CERN o la BBC, así como universidades como la de Harvard o la de Stanford. En todo el mundo Jira cuenta con más de 11.500 clientes en 107 países.

A pesar de que Jira es un producto comercial, se dan licencias gratis para proyectos Open-Source, instituciones sin ánimo de lucro, organizaciones caritativas y personas individuales. Así, Jira ha sido usado para el desarrollo de los servidores de aplicaciones JBoss y los Frameworks Spring e Hibernate, así como en numerosos proyectos de la Fundación Apache.

1.4.5 Redmine

Redmine es una aplicación web de gestión de proyectos flexible, escrita usando el framework Ruby on Rails (14), es de software libre y código abierto, disponible bajo la Licencia Pública General de GNU v2.

Es una herramienta que permite, la gestión, planificación y el seguimiento de los proyectos. Orientada a la coordinación de tareas, comunicación de participantes, y que puede especializarse en proyectos de desarrollo gracias a herramientas como la integración en un repositorio de código. (43)

Algunas de sus principales características son:

- Soporte de múltiples proyectos
- Roles flexibles basados en control de acceso
- Sistema de seguimiento de errores flexible
- Diagramas de Gantt y calendario
- Wiki colaborativa para cada proyecto
- Foros para cada proyecto
- Administración de noticias, documentos y archivos
- Notificaciones por correo electrónico
- Integración SCM (Subversion, CVS, Git, Mercurial, Bazaar y Darcs)
- Soporte múltiple de autenticación LDAP
- Soporte para múltiples bases de datos

- Multilinguaje

Se puede extender mediante el uso de plugins, la gran mayoría de ellos escritos por la comunidad.

1.4.6 GESPRO 12.05

GESPRO es un Paquete para la Gestión de Proyectos desarrollado por la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y comercializable bajo licencia GPL desde las empresas comercializadoras asociadas a la Universidad. Está basado en Redmine y otras herramientas libres construidas en la propia organización. Es una herramienta web para la Dirección integrada de proyectos, que brinda trabajo colaborativo desde un portal único. Tiene como modelo teórico que soporta la personalización PMI (PMBOK) y el SEI (CMMI), es además utilizado por más de 7000 usuarios y más de 200 proyectos incluidos con clientes y proyectos de innovación.

El paquete en su línea base incluye: (44)

- Sistema operativo y herramientas que soportan los servidores web (Ubuntu Server, TomCat, framework Ruby on Rails, y otros.)
- Gestor de base de datos y herramientas que soportan la conexión a las bases de datos (ORM).
- Autenticación y seguridad y protección del código.
- Herramientas que soportan la Gestión documental y del código fuente.
- Herramientas que soportan la toma de decisiones.
- Control de las tareas y proyectos (DIP), gestión de recursos.
- Control y seguimiento de los Recursos humanos.
- Herramientas para el teletrabajo y el trabajo colaborativo, la ayuda y el soporte.
- Herramientas que soportan la ayuda, el monitoreo y la salva.
- Herramientas de gestión de recursos empresariales (ERP).
- Formación avanzada en Gestión de proyectos.

Los principales módulos que lo componen son los siguientes:

- Subsistema de correo y mensajería: permite las notificaciones al usuario ante determinados cambios.
- Herramientas para el monitoreo y la administración del entorno:
 - Monitorización del estado de Explotación de los servidores (Munin).
 - Monitorización del uso del Servidor Apache (Bacula).

- Monitorización del servidor de salvos (Awstats).
- Herramientas para la generación dinámica de reportes y el análisis estadístico.
 - PATDSI-CHART Server.
 - PATDSI-Generador de Reportes.
 - PATDSI-RServer.
- Herramientas para el trabajo colaborativo (foros, wiki, vigilancia tecnológica, metabuscadores).
- Gestión documental con el eXcriba/Alfresco.
- Herramientas para el control de versiones (Subversion).
- Seguridad y acceso controlado.

Esta herramienta permite gestionar los dominios más generales que se pueden utilizar, así como los procesos, los cuales se asocian a estos dominios antes creados; los procesos pueden ser subprocesos de otros más generales. Además permite la gestión de requisitos, así como de actividades y tareas para la elaboración de cronogramas.

Se selecciona como herramienta de gestión de proyectos GESPRO, por las facilidades y potencialidades que brinda esta herramienta a partir de la integración de variados plugins que facilitan la gestión de los proyectos en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

1.5 Notaciones para la gestión de procesos

La palabra Proceso proviene del latín processus que significa: avance, progreso. (45)

La ISO 9001:2000 en su enfoque basado en procesos plantea: Un resultado deseado se consigue más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso (25).

Esta norma internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Según la ISO una actividad es un conjunto de tareas necesarias para la obtención de un resultado, que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar además como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

En el glosario del modelo de Excelencia EFQM, por sus siglas en inglés European Foundation for Quality Management, se define el concepto de proceso como: "Secuencia de actividades que van añadiendo valor mientras se produce un determinado producto o servicio a partir de determinadas aportaciones" (46).

La descripción de un proceso tiene como finalidad determinar los criterios y métodos para asegurar que las actividades que comprende dicho proceso se llevan a cabo de manera eficaz, al igual que el control del mismo. Esto implica que la descripción de un proceso se debe centrar en las actividades, así como en todas aquellas características relevantes que permitan el control de las mismas y la gestión del proceso.

Una metodología o notación fundamentada para gestionar procesos será la que integre las diferentes recomendaciones hechas por las normas y estándares comentados.

1.5.1 **BPMN**

La Notación para el Modelado de Procesos de Negocio, BPMN (47) por sus siglas en inglés (Business Process Model and Notation), es el nuevo estándar para modelar flujos de procesos de negocios y servicios web (48).

BPMN fue inicialmente desarrollada por la organización Business Process Management Initiative (BPMI), y es actualmente mantenida por el OMG (Object Management Group), después de la fusión de las dos organizaciones en el año 2005.

Es una notación gráfica que describe los pasos de un proceso de negocio. BPMN describe de extremo a extremo el flujo de un proceso del negocio. La notación ha sido diseñada específicamente para coordinar las secuencias de los procesos y los mensajes que fluyen entre los distintos participantes de los procesos en un conjunto relacionado de actividades.

El principal objetivo de BPMN es proporcionar una notación estándar que sea fácilmente legible y entendible por parte de todos los involucrados e interesados del negocio (stakeholders). En síntesis BPMN tiene la finalidad de servir como lenguaje común para cerrar la brecha de comunicación que frecuentemente se presenta entre el diseño de los procesos de negocio y su implementación.

BPMN está planeada para dar soporte únicamente a aquellos procesos que sean aplicables a procesos de negocios. Hasta la publicación de la versión 2.0 de BPMN sólo proporciona un tipo de diagrama para esta tarea: Diagrama de Procesos de Negocio, por sus siglas en inglés BPD (Business Process Diagram) (49).

BPMN no puede representar las siguientes estructuras:

- Mapas de procesos
- Estructuras organizacionales
- Estructuras de datos
- Estrategias
- Reglas de negocio
- Infraestructura de TI

BPMN se concentra en el modelamiento de procesos y no de otras estructuras organizacionales. BPMN no fue concebida como una notación para modelar otras estructuras de la arquitectura empresarial. (50)

1.5.2 Método de Modelado de Funciones

El Método de Integración y DEFinición por sus siglas en inglés IDEF (Integrated DEFinition Methods), fue desarrollado en conjunto por la industria y el gobierno de EEUU. La familia IDEF, consiste en un gran número de técnicas, entre las cuales se destaca IDEF0 e IDEF3 (51), que son aquellas relacionadas con los procesos de negocio, aunque existen otras versiones como IDEF1, IDEF1X, IDEF2, IDEF4 e IDEF5 entre otras.

IDEF0, se utiliza para producir un “modelo funcional” (52); es un método diseñado para modelar las decisiones, acciones y actividades de una organización o sistema (53). Los modelos efectivos de IDEF0 ayudan a organizar el análisis de un sistema y a promover una buena comunicación entre el analista y el cliente. IDEF0 es útil para establecer el alcance de un análisis, especialmente para un análisis funcional

Uno de los aspectos de IDEF0 más importantes es que como concepto de modelización va introduciendo gradualmente más y más niveles de detalle a través de la estructura del modelo. IDEF0 es usado para documentar lo QUE la empresa hace.

El modelado se realiza a través de cajas y flechas, donde cada caja contiene una función o actividad y cada flecha indica un control, un mecanismo, una entrada o una salida de la actividad.

El diagrama de contexto A-0 y los diagramas hijos (filiales) de primer orden que se numeran A1, A2,..., los diagramas hijos de un nivel inferior que son numerados como A11, A12,..., A61, A66... y así sucesivamente, también el título y código.

Ventajas:

- IDEF es un estándar bien documentado y robusto que puede ser utilizado sin tener que defender la técnica. La documentación está disponible gratuitamente y se encuentra estandarizada.
- Es una industria y tecnología independiente que ha demostrado ser utilizado en casi todos los contextos posibles.
- Especifica una metodología formal para nombrar los procesos, diagramas y para proporcionar información sobre los diagramas.

1.6 Conclusiones Parciales

Luego del estudio bibliográfico realizado se evidencia que:

- Las herramientas de gestión de proyectos estudiadas no integran las distintas funcionalidades y facilidades para gestionar los procesos y actividades de una organización o proyecto, así como para la generación semiautomática de requisitos y tareas.
- Se selecciona como herramienta de gestión de proyectos GESPRO, por las facilidades y potencialidades que brinda esta herramienta a partir de la integración de variados plugins que facilitan la gestión de los proyectos en la Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Son disímiles las metodologías que se utilizan en el mundo para gestionar los proyectos, al seleccionar como herramienta de gestión de proyectos GESPRO que tiene en su modelo teórico que soporta la personalización PMI (PMBOK) y el SEI (CMMI), se decide la utilización de estas dos metodologías para la gestión de proyectos.
- Para el modelado de procesos las notaciones existentes son variadas, entre las mismas las más utilizadas son BPMN, IDEF0 e IDEF3. Para la implementación del modelo es necesario una notación sencilla y que permita un rápido aprendizaje para los usuarios. Con esta finalidad se adopta la metodología o notación IDEF0.
- A partir del cumplimiento del primer objetivo específico se concluye que no existe un modelo, método o procedimiento que facilite la generación semiautomática de requisitos y tareas en los entornos reales de proyectos de software, de ahí la necesidad de desarrollar un modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas de los proyectos de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.

CAPÍTULO 2: MODELO PARA LA PLANIFICACIÓN DEL ALCANCE DE LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN LA PLATAFORMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS GESPRO

Introducción

En este capítulo se presenta el modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas de los proyectos de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO. Se definen la estructura de la propuesta, los procesos y actividades, así como las estrategias a seguir y fases del proyecto en las que incide. Se explican los mecanismos propuestos, y se exponen las entradas, controles, mecanismos y salidas propuestas para cada proceso del modelo.

2.1 Modelo propuesto para la plataforma de gestión de proyectos GESPRO

La Gestión por Procesos es la forma de gestionar toda la organización basándose en los Procesos. Entendiendo estos como una secuencia de actividades orientadas a generar un valor añadido sobre una ENTRADA para conseguir un resultado, y una SALIDA que a su vez satisfaga los requerimientos del cliente. (54)

Un modelo según la Real Academia se define como: “Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo” (55)

La propuesta pretende ser un punto de referencia para la planificación del alcance, así como para la obtención de requisitos y tareas a partir de la definición de los procesos y las actividades en un proyecto de software.

El modelo que se describe a continuación se basa en la metodología para la modelación de procesos IDEF0, a su vez presenta adaptaciones y modificaciones para su uso, integración y aplicación en la herramienta de gestión de proyectos GESPRO 13.05. El modelo debe cumplir con las siguientes reglas para definir los procesos, así como las actividades de los mismos, también se define la manera en la que deben de ser descritas, sus relaciones con otros procesos y actividades.

Reglas:

- Primera función del modelo, se considera el proceso en sí, descrito en su forma más general. Una sola acción y representa el objetivo del proceso en cuestión. Puede tener entre tres y seis actividades para una mayor descripción y cada una de éstas se pueden describir en tres y seis actividades más, hasta un nivel 6.

- Todas las entradas, salidas, controles y mecanismos del proceso deben aparecer en las actividades “hija”.
- Cada proceso o actividad debe tener un mínimo de un control y una salida.
- Una actividad puede tener 0 o varias actividades “hija”.

2.2 Definición y estructura del modelo propuesto

La gestión del alcance incluye las actividades necesarias que garanticen que el proyecto desarrollará sólo el trabajo requerido para completarlo satisfactoriamente. Su principal objetivo es proteger la viabilidad del proyecto. Una buena gestión del alcance es indispensable para evitar retrasos en el proyecto y garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales.

El modelo propone cuatro procesos para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto a partir de la obtención de procesos y requisitos, que se definen como parte del ciclo de vida del proyecto y se documentan en el plan de gestión del alcance del proyecto.

Procesos

1. Planificar el alcance
2. Recolectar procesos y requisitos
3. Definir alcance y prioridades
4. Crear EDT

La Figura 3 muestra una el modelo propuesto según las fases del proyecto.

MODELO			
Procesos	Fases	Inicio	Planificación
	Planificar el alcance		✓
Recolectar procesos y requisitos			✓
Definir alcance y prioridades			✓
Crear EDT			✓

Figura 3: Estructura del modelo propuesto. (Elaboración Propia)

Cada proceso tiene un conjunto de **actividades, entradas, salidas, controles** y **mecanismos**, éstos últimos son las técnicas o algoritmos que se deben de seguir para poder realizar las actividades.

Se hace necesario especificar que en el modelo propuesto se tienen en cuenta dos enfoques diferentes para definir el alcance (Ver Figura 4):

- Alcance del producto: Las características y funciones que definen un producto, servicio o resultado.

- Alcance del proyecto: El trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las características y funciones especificadas.



Figura 4: Enfoques del alcance

El grado de cumplimiento del producto se mide con relación a los requisitos del producto. El grado de cumplimiento del alcance del proyecto se mide con relación al plan para la dirección del proyecto.

2.2.1 Planificar el alcance

La Planificación del alcance se realiza en la fase de Inicio del proyecto. Se crea un plan de gestión del alcance del proyecto que proporcione la información sobre cómo el equipo de dirección del proyecto va a definir, documentar, y gestionar el alcance del proyecto.

Actividades:

- Definir las plantillas para ejecutar el alcance del proyecto
- Definir las estrategias para la recolección de procesos y requisitos

Entradas:

- Acta de Constitución del Proyecto
- Factores Ambientales de la Empresa
- Activos de los Procesos de la Organización
- Plan de Gestión del Proyecto

Para una mejor comprensión de las entradas ver anexo 1.

Salida:

- Plan de Gestión del Alcance del Proyecto

En el Plan de Gestión del Alcance del Proyecto se debe de incluir:

- El enunciado del alcance del proyecto.

- Las estrategias para la recolección de los procesos y los requisitos.
- Plantillas y técnicas para el desglose del alcance.
- Verificación y aceptación de los productos entregables.

Control:

- Guía del PMBOK

Mecanismos:

- Juicio de Expertos
- Tormenta de ideas
- Plantillas, Formularios, Normas

2.2.1.1 Definir las plantillas para ejecutar el alcance del proyecto

Las plantillas incluyen plantillas de estructura de desglose del trabajo, plantillas de plan de gestión del alcance, así como las normas que se utilizan para la notación de los procesos, que en el caso del modelo se propone IDEF0. Entre las principales plantillas para la estructura del desglose del trabajo se definen: plantilla de organización por fases, plantilla de productos entregables y plantilla módulos y subsistemas. Estas serán descritas en el epígrafe Crear EDT.

2.2.1.2 Definir las estrategias para la recolección de procesos y requisitos

Como estrategias para la recolección de procesos y requisitos se proponen las mencionadas como mecanismos anteriormente y que se describen a continuación:

Juicio de Expertos: es un conjunto de opiniones que brindan profesionales expertos en una industria o disciplina, relacionadas al proyecto que se está ejecutando. Consiste en basarse en las experiencias anteriores y en los expertos, es decir en cómo se ha gestionado el alcance anteriormente.

Tormenta de ideas

Para realizar la esta técnica se propone la siguiente secuencia de pasos:

1. Es seleccionado un moderador principal, el cual debe tener una visión general de la entidad y debe tener características personales de dirección, comunicación y síntesis que lo habiliten para conducir la actividad.
2. Se divide a todo el personal en cuatro grupos.

3. En cada mesa se coloca una temática de discusión y un moderador fijo, este debe contar con una visión general de la temática que se debatirá y fomentará un intercambio libre de ideas sin imposiciones.
4. Se asigna inicialmente un grupo a cada mesa de trabajo.
5. El moderador principal se coloca en la posición central del local y hace sonar un silbato u otra señal sonora.
6. Cada grupo tiene 10 minutos para conciliar e identificar problemas asociados al objeto de estudio partiendo del análisis de la información que otros equipos hayan identificado. El moderador de la mesa puede apoyarse en un árbol de problemas causa-efecto para ir representando las propuestas que se realicen.
7. Concluidos los 10 minutos, el moderador principal hace sonar el silbato y los grupos rotan de una mesa de trabajo a la otra en el sentido de las manecillas del reloj y vuelven a realizar el paso seis, se concluye sólo cuando todos los grupos hayan pasado por todas las mesas.
8. El moderador principal reúne a todos los grupos, y los moderadores de las mesas exponen como quedaron finalmente los árboles de problemas causa-efecto diseñados.
9. Se elabora y emite un informe al Grupo de Trabajo donde quede reflejado los participantes, intervenciones y los árboles de problemas identificados (56).

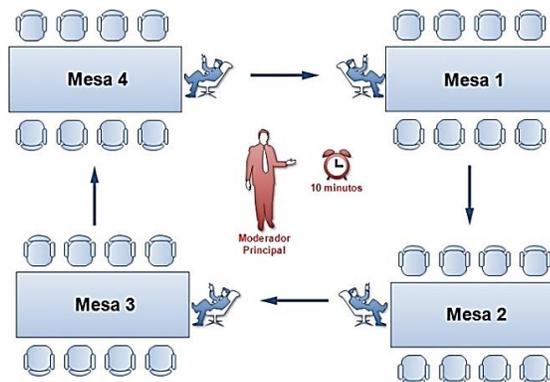


Figura 5: Diseño organizativo de la Tormenta de ideas (Elaboración propia)

2.2.2 Recolectar procesos y requisitos

El proceso de Recolectar procesos y requisitos se realiza en la fase de Planificación. Es un proceso de definición y documentación de las necesidades de los interesados para cumplir los objetivos del proyecto. El éxito del proyecto es directamente influenciado por la captura, la gestión del proyecto y los requerimientos del producto.

Actividades:

- Identificar procesos y sus actividades
- Generación semiautomática de requisitos y refinamiento de los mismos
- Realizar Matriz de trazabilidad de requisitos

Entradas:

- Plan de Gestión del Alcance del Proyecto
- Plan de Gestión del Proyecto

Salidas:

- Listado de procesos y actividades del producto
- Listado de procesos y actividades del proyecto
- Requisitos del producto
- Matriz de trazabilidad de requisitos
- Plan de Gestión de requisitos (Documenta la manera en que se analizarán, documentarán y gestionarán los requisitos a lo largo del proyecto)

Controles:

- Notación para la modelación de procesos IDEF0
- Guía del PMBOK

Mecanismos:

- Tormenta de ideas (Ver epígrafe 2.2.1.2)
- Prototipado
- Entrevista
- Observación
- Estudio de documentación
- Toma de decisiones en grupo

Para una mejor comprensión de estos mecanismos, ver el anexo 2.

2.2.2.1 Identificar procesos y sus actividades

Paso 1: Creación de un nuevo proceso

A través de un formulario se podrán introducir los datos necesarios para la creación de un nuevo proceso.

- Nombre del proceso: debe ser una frase verbal que sea descriptiva de la función que se desea escribir. Generalmente representa el objetivo de dicho proceso.
- Código del proceso: cada proceso debe de tener un identificador único. En este caso corresponde, a un número creado cronológicamente que se usa para identificar inequívocamente a un proceso. Puede ser usado como expresión de referencia de detalle para especificar una versión concreta del proceso. Se propone utilizar las iniciales del autor más un número único para la versión, ejemplo: LGG001, correspondería a la primera versión del proceso modelado.
- Dominio: representa el dominio en el cual se desarrolla el proceso que se desea describir.
- Relevancia: es un número entre 0 y 10 que describe la relevancia que tiene este proceso para el dominio.
- Impacto: describe el impacto del proceso en la arquitectura.
- Clasificación: es la clasificación del tipo de proceso que se está describiendo, si se define respecto a la mejora de procesos de la organización o respecto al proyecto que se desea realizar, por ejemplo: aplicación, gestión, entre otros.
- Descripción: permite describir en lenguaje natural lo que se describe en el proceso.
- ICOM²: a través de un grupo de parámetros se podrán clasificar de acuerdo a la información que brindan, pueden ser: entradas, controles, salidas y mecanismos. En la figura 6 se muestra de una manera gráfica la relación del proceso con sus ICOM.
Las entradas (inputs) constituyen material o información consumida o transformada para producir “salidas”. Un proceso puede no tener entradas. Si el proceso se clasifica como gestión, se podrá seleccionar el o los productos de trabajo, tales como artefactos y otros, que forman parte de los procesos de mejora de la organización.
Los controles o guías (controls) especifican las condiciones requeridas para producir salidas correctas. Son objetos que gobiernan o regulan cómo, cuándo y si una función se ejecuta o no.
Los procesos se interrelacionan además con normas reguladoras, tales como: ISO – 9001, 9200 – IEEE, y otras. Si el proceso se clasifica como gestión, se podrá seleccionar la o las normas que regularán este proceso, como sus controles.

² ICOM: por sus siglas en inglés Inputs Controls Outputs and Mechanism, son las entradas, controles, salidas y mecanismos de un proceso o actividad.

Las salidas (outputs) son datos, objetos, productos o servicios producidos por la actividad o la función.

Los mecanismos o recursos (mechanisms) identifican algunos de los medios que apoyan la ejecución de la función.

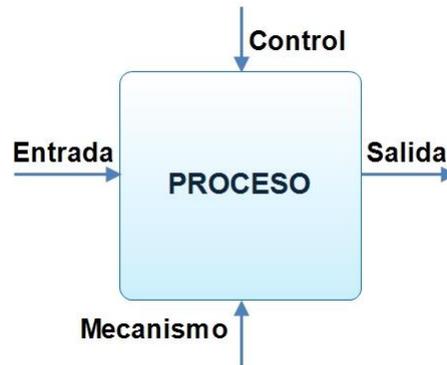


Figura 6: Representación de un proceso y sus ICOM. (Elaboración Propia)

En un nivel más específico, a nivel de proyecto, los procesos por dominios de aplicación tendrán interrelación con sus actividades y además con las tareas. Esto será explicado detalladamente más adelante.

Paso 2: Creación de una nueva actividad del proceso

Al igual que los procesos a través de un formulario se podrán introducir los datos necesarios para la creación de las mismas.

- Proceso: es el proceso “padre” al cual pertenece la actividad que se desea crear.
- Nombre de la actividad o función: de igual manera que el proceso debe ser una frase verbal que sea descriptiva de la función que se desea describir.
- Proveedor/Autor: es la persona que suministra la información.
- Descripción: permite describir en lenguaje natural lo que se describe en la actividad o función.
- ICOM: a través de un grupo de parámetros similar a la manera en la que se realiza en la creación de los procesos se podrán clasificar de acuerdo a la información que brindan, pueden ser: entradas, controles, salidas y mecanismos.

- Relación entre actividades y con el proceso: viene indicada por su jerarquía posicional. En el caso del modelo las relaciones se van a establecer entre los ICOM de una actividad hacia los de la otra y desde el proceso “padre” hacia la actividad “hija”. Las relaciones entre el proceso “padre” y la actividad “hija”, se establecen a partir de la regla que: las entradas, salidas, controles y mecanismos del proceso deben aparecer en las actividades “hija”. Las relaciones entre actividades se establecen a partir de las posibles combinaciones entre las mismas como se muestran a continuación:

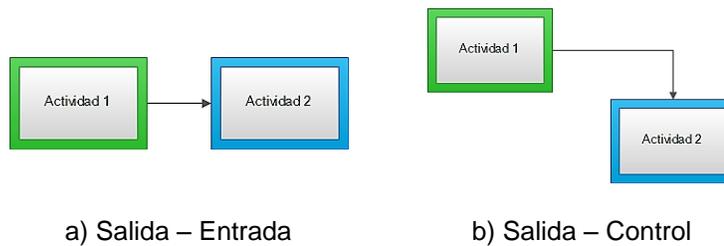


Figura 7: Relaciones entre actividades (Salida – Entrada, Salida – Control)

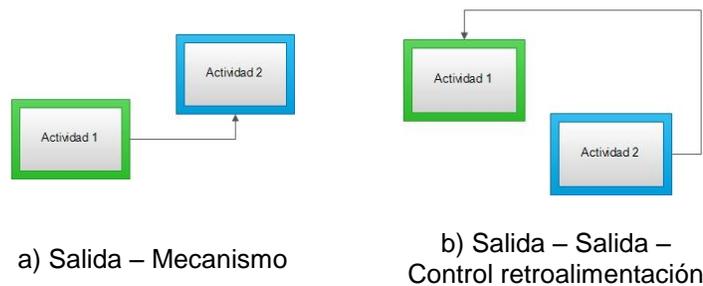


Figura 8: Relaciones entre actividades (Salida – Mecanismo, Salida – Control retroalimentación)

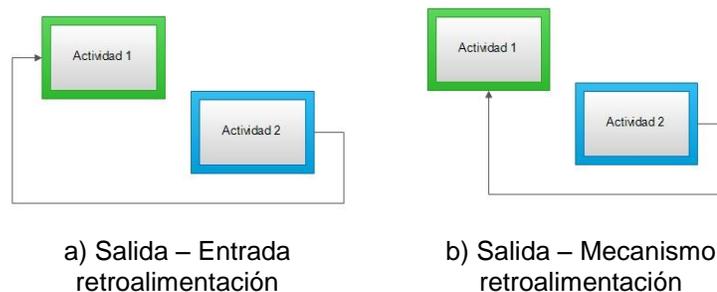


Figura 9: Relaciones entre actividades (Salida – Entrada retroalimentación, Salida – Mecanismo retroalimentación)

- Impacto para la arquitectura organizacional: se describe el impacto en los procesos de la organización, para la vista de datos, seguridad, infraestructura, despliegue, tecnología y complejidad en la implementación.

Nivel de las actividades

Además cada actividad debe de tener un número que va desde 0 a 6 para identificar dicha actividad. Para las actividades “hija” de primer orden, este nivel se define como A_n siendo n mayor a 0; la numeración sería A1, A2,..., las actividades hijas de un nivel inferior serán numeradas como A11, A12,..., A61, A66... y así sucesivamente. La Figura 10 muestra de manera gráfica como se realiza la numeración de las actividades según su nivel y jerarquía posicional.

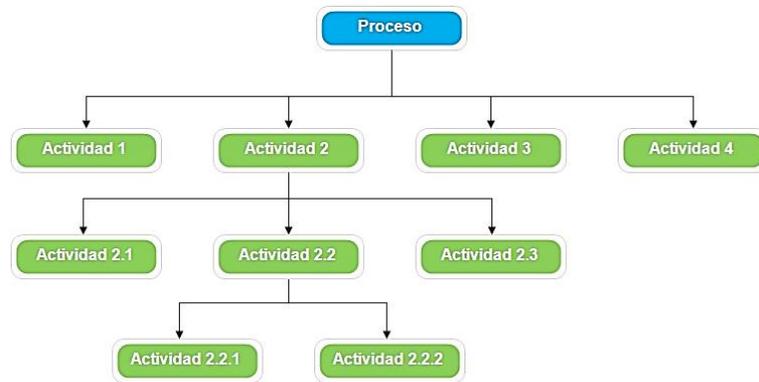


Figura 10: Nivel y jerarquía posicional de las actividades o funciones. (Elaboración Propia)

Este proceso de numeración de las actividades se realiza mientras existan actividades hijas y no se haya alcanzado un nivel 6.

2.2.2.2 Generación semiautomática de requisitos y refinamiento de los mismos

Una vez creados los procesos y las actividades por procesos, se podrá proceder a la generación semiautomática de requisitos del producto.

Los requisitos funcionales definen qué hace el sistema (describen entradas y salidas), es decir, las funciones del sistema.

Teniendo en cuenta que las actividades o funciones que se describen representan eventos que se realizan en una empresa, organización o proyecto, constituyen actividades a automatizar en su mayoría, por lo que se propone que las mismas pasen a formar parte de los requisitos funcionales del sistema.

Las entradas de cada una de las actividades o funciones que se modelan representan necesidades o expectativas para poder llevar a cabo una determinada actividad o función, por ello, las mismas representarán requisitos de información o requisitos de dominio. Los requisitos del dominio son nuevos requisitos funcionales o restricciones de requisitos existentes, por lo que se clasificarán en el modelo como requisitos funcionales.

En el caso de las actividades hijas que tienen entradas, también se corresponderán con lo anterior explicado, en este caso, como un requisito más explícito de otro. Para una mejor comprensión se muestra de manera gráfica lo antes explicado.

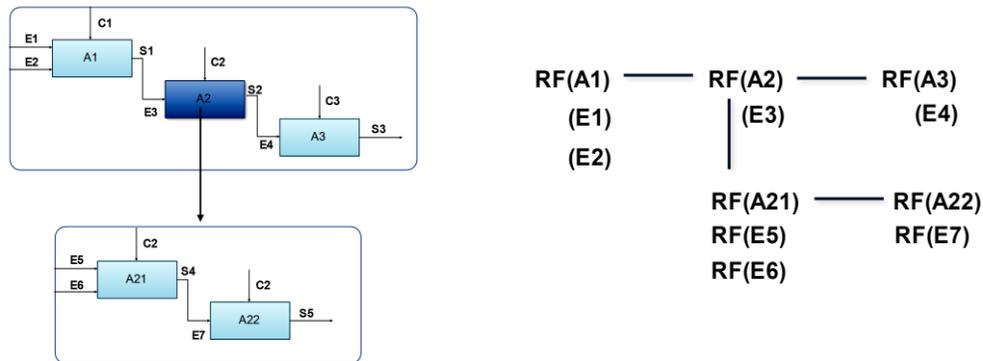


Figura 11: Generación de requisitos a partir de las actividades y entradas. (Elaboración Propia)

Los requisitos no funcionales son restricciones de los servicios o funciones ofrecidas por el sistema. Incluyen restricciones de tiempo, sobre el proceso de desarrollo y estándares. (57)

Los controles constituyen guías, normas o estándares entre otros que se deben de seguir para la realización de una actividad, por lo que los mismos pasan a formar parte de los requisitos no funcionales del sistema.

De esta manera se pueden generar de manera semiautomática requisitos funcionales y no funcionales a partir de la descripción de los procesos y actividades.

Refinamiento de los requisitos

Para realizar el refinamiento de los requisitos generados de forma semiautomática, se permite que el usuario seleccione el o los requisitos que no desea incluir como parte del producto. Además el usuario también podrá acceder a las funcionalidades para insertar un nuevo requisito de forma manual. Para la identificación de estos requisitos se proponen los mismos mecanismos y estrategias definidas de forma general en este proceso (Recolectar procesos y requisitos). En ambos casos es necesario además ver las dependencias que pueden existir entre los requisitos (58).

2.2.2.3 Realizar Matriz de trazabilidad de requisitos

Una vez generados y refinados los requisitos es necesario realizar la trazabilidad de los mismos, para ello se utiliza la matriz de trazabilidad de requisitos, que consiste en generar una matriz para el registro de los requisitos y sus atributos. La matriz de trazabilidad de requisitos:

- Vincula los requisitos con su origen y los monitorea a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Busca asegurar que cada requisito agrega valor a la empresa, vinculándolo con objetivos de la empresa y del proyecto.
- Permite monitorear los requisitos a lo largo de vida del proyecto y ayuda a asegurar que al final del proyecto se entreguen los requisitos aprobados en la documentación de requisitos.
- Proporciona una estructura para gestionar los cambios del alcance del producto.

Al realizar esta matriz se pueden obtener:

- Requisitos para necesidades de negocio, oportunidades, metas y objetivos
- Requisitos para los objetivos del proyecto
- Requisitos para el alcance del proyecto y/o entregables de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)
- Requisitos del diseño del producto
- Requisitos para el desarrollo del producto
- Requisitos para probar la estrategia y escenarios de prueba

2.2.3 Definir alcance y prioridades

Este proceso se realiza en la fase de Planificación del proyecto. Es donde se definen y se toman decisiones concretas de los requisitos que se deben informatizar.

Actividades:

- Priorizar los procesos
- Priorizar los requisitos
- Generación semiautomática de tareas del producto
- Generación semiautomática de tareas del proyecto

Entradas:

- Listado de procesos y actividades
- Listado de requisitos
- Plan de Gestión de requisitos

Salidas:

- Procesos priorizados
- Requisitos priorizados
- Listado de tareas de cronograma

- Plan de Gestión del alcance (actualizaciones)
- Plan de Gestión de requisitos (actualizaciones)

Control:

- Guía del PMBOK

Mecanismos:

- Tormenta de ideas (Ver epígrafe 2.2.1.2)
- Juicio de Expertos (Ver epígrafe 2.2.1.2)
- Computación con palabras
- Análisis del Producto
- Análisis de los Interesados

Para una mejor comprensión de estos mecanismos, ver el anexo 3.

Cálculo del impacto a través de la computación con palabras

Para calcular los impactos de manera independiente y general que repercuten en la arquitectura organizacional, es necesario especificar los términos lingüísticos que los representan y sus conjuntos borrosos.

Se define como conjunto borroso **A** en un universo de discurso **U** aquel que está caracterizado por una función de pertenencia μ_a en donde cada elemento en el dominio se le asigna un grado de pertenencia al conjunto en el intervalo $[0,1]$ y se representa de la forma $\mu_a: U \rightarrow [0, 1]$. De esta manera un mismo elemento puede pertenecer a varios conjuntos simultáneamente solo que con cierto grado de pertenencia (59). La cardinalidad de las palabras expresada como la cantidad de funciones de pertenencia que la forman, debe ser impar y se recomienda el valor de 7 (60), en esta investigación se definen las palabras: ninguno, muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto e imprescindible.

La Figura 12 muestra cómo quedan definidos los conjuntos borrosos para los términos lingüísticos correspondientes con la evaluación de cada impacto.

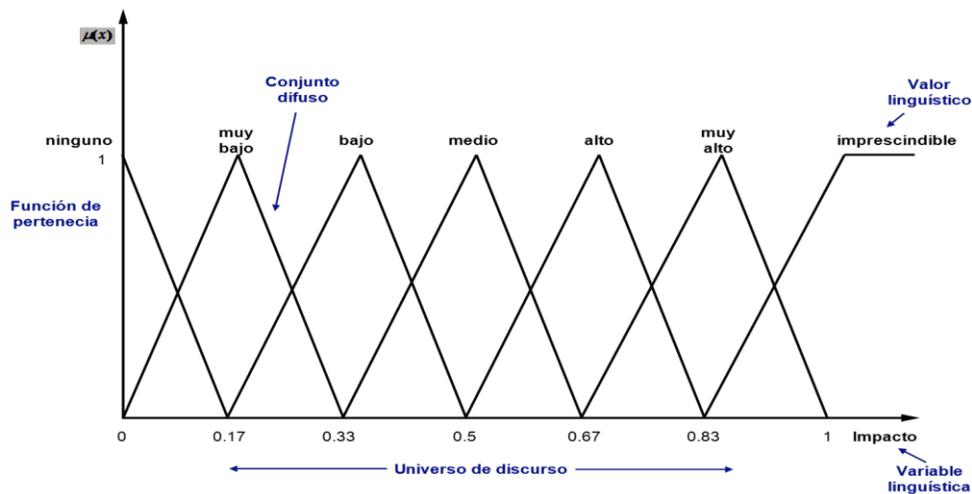


Figura 12: Conjuntos borrosos propuestos para la evaluación de cada impacto. (Elaboración Propia)

Para la representación y construcción de la función de pertenencia se utiliza el modelo matemático: funciones triangulares tal y como se muestra en la Figura 13:

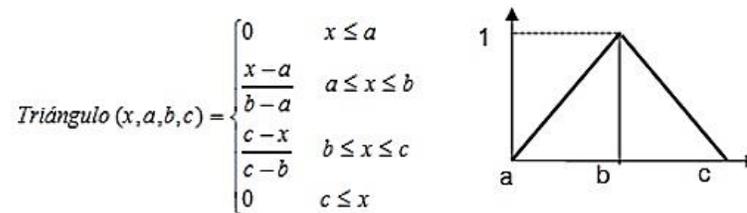


Figura 13: Definición clásica de la función de pertenencia triangular (59)

El centro de las técnicas de modelación borrosa lo constituyen las variables lingüísticas, concepto que agrupa a los conjuntos borrosos asociados a una misma variable.

Las variables lingüísticas propuestas son:

- Impacto en los procesos de la organización
- Impacto para la vista de datos
- Impacto para la vista seguridad
- Impacto para la vista infraestructura
- Impacto para la vista despliegue
- Impacto para la vista tecnología
- Complejidad

Una vez definidas las variables y los términos lingüísticos, se utiliza como operador de agregación la **media muestral** borrosa para números borrosos triangulares.

Sea U el conjunto universo y $F_x = [a_{1i}, a_{2i}, a_{3i}]$: $\{a_{1i}, a_{2i}, a_{3i} \in R, i=1, \dots, n\}$ una sucesión de muestras borrosas aleatorias en U . Entonces la media muestral borrosa se define como:

$$F_{\bar{x}} = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{1i}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{2i}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{3i} \right]$$

Ecuación 1: Cálculo de la media muestral borrosa

Al realizar esta media se obtiene la terna (a,b,c) , luego es necesario calcular la distancia que existe de ésta respecto a cada uno de los conjuntos borrosos definidos. El conocimiento de distancia sirve para calcular el grado de separación entre dos elementos o dos conjuntos, entre otros. Se pueden utilizar las siguientes variantes que se proponen para determinar la distancia:

(M y N son números borrosos y P el parámetro de la distancia $p \geq 1$)

- Distancia de Minkowski;

$$d_p(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt[p]{(1/3)(|m_1 - n_1|^p + |m_2 - n_2|^p + |m_3 - n_3|^p)},$$

Ecuación 2: Distancia de Minkowski

Cuando los números borrosos son reales la distancia Minkowski es igual a la euclideana. Dos números borrosos son iguales si la distancia Minkowski es 0.

- Distancia de Hamming

$$d_{\infty}(\tilde{m}, \tilde{n}) = (1/3) \max\{|m_1 - n_1|, |m_2 - n_2|, |m_3 - n_3|\},$$

Ecuación 3: Distancia de Hamming

Es igual que la distancia Minkowski cuando $p = 1$.

- Distancia basada en el método Vertex

$$d^V(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{(1/3)[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]}.$$

Ecuación 4: Distancia basada en el método Vertex

Las más utilizadas entre esta gran variedad son la distancia de Hamming y la distancia de Mikowski, por lo que para un mismo problema se obtendrían resultados no idénticos.

De los valores obtenidos luego del cálculo de la distancia, se selecciona el menor que significa que tiene menor grado de separación al conjunto borroso, por lo que pertenece a ese conjunto borroso. Por último el resultado se expresa de la forma: (Conjunto borroso, distancia al punto medio).

2.2.3.1 **Priorizar los procesos**

Para la priorización de los procesos se tiene en cuenta el impacto para la arquitectura organizacional que tiene en los procesos de la organización:

Se propone utilizar la computación con palabras, por sus siglas en inglés CWW (Computing With Words) para el cálculo del impacto.

2.2.3.2 **Priorizar los requisitos**

Para la priorización de los requisitos se tiene en cuenta el impacto para la arquitectura organizacional que tiene en los procesos de la organización, y se calcula de igual manera que para la priorización de los procesos.

Se propone utilizar la computación con palabras, por sus siglas en inglés CWW (Computing With Words) para el cálculo del impacto.

2.2.3.3 **Generación semiautomática de tareas del producto**

En muchas ocasiones se omiten tareas para el cubrimiento de todos los requisitos pactados con el cliente, pues el tiempo de formalización de estos, así como la generación de cronograma de tareas de forma manual se hace muy extenso y tedioso para la persona que debe realizarlo, por lo que se dificulta la estandarización de las tareas y la calidad del dato y el proyecto.

En el modelo se propone que para el alcance del producto se tendrán en cuenta las actividades que se generan a partir de los requisitos. A continuación se brinda una mayor explicación.

Alcance del producto

Una vez creados o generados los requisitos, a nivel de proyecto se podrá proceder a la generación semiautomática de tareas. Para el cubrimiento de los requisitos, se propone generar por cada uno tres tareas: analizar, implementar, y probar el requisito en cuestión. Para una mejor comprensión se muestra la Figura 14.

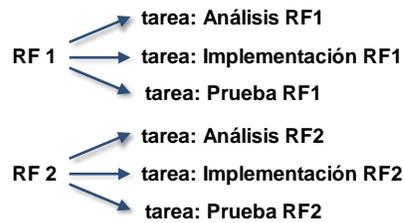


Figura 14: Generación de tareas a partir requisitos. (Elaboración Propia)

2.2.3.4 Generación semiautomática de tareas del proyecto

Para el alcance del proyecto se tendrán en cuenta las actividades que se generan a partir de los procesos de gestión de la organización. A continuación se brinda una mayor explicación.

Alcance del proyecto

Una vez creadas las actividades de los procesos de gestión de la organización, se podrán generar de forma semiautomática tareas de proyecto a partir de estas actividades, es decir, por cada actividad se obtendrá una tarea de proyecto. Para una mejor comprensión se muestra la Figura 15.



Figura 15: Generación de tareas a partir actividades. (Elaboración Propia)

2.2.4 Crear EDT

Este proceso se realiza en la fase de Planificación del proyecto. Consiste en crear la estructura de la descomposición del trabajo: desglosa el trabajo del proyecto en fracciones más pequeñas y cómodas de manejar. Organiza y define el alcance total del proyecto.

Actividades:

- Identificar los productos entregables y el trabajo relacionado
- Estructurar y organizar la EDT
- Descomponer la EDT

Entradas:

- Listado de procesos y requisitos priorizados
- Listado de tareas del producto
- Listado de tareas del proyecto

- Plan de Gestión del Alcance del Proyecto
- Activos de los procesos de la organización

Salidas:

- Estructura de Desglose del Trabajo
- Diccionario de la EDT
- Línea Base del Alcance
- Plan de Gestión del Alcance del Proyecto (Actualizaciones)

Control:

- Guía del PMBOK

Mecanismos:

- Estrategias para la elaboración
 - Top down
 - Bottom up
- Descomposición
 - Estrategia divide y vencerás
 - Diagramación

2.2.4.1 Identificar los productos entregables y el trabajo relacionado

La identificación de los principales productos entregables del proyecto y el trabajo necesario para producir tales productos entregables exige analizar toda la documentación del proyecto detalladamente. Este análisis exige identificar todo el trabajo, incluidos los productos entregables propios de la dirección del proyecto y aquellos productos entregables exigidos por contratos.

2.2.4.2 Estructurar y organizar la EDT

Para estructurar y organizar la EDT, se pueden utilizar técnicas tales como:

Organización por fases

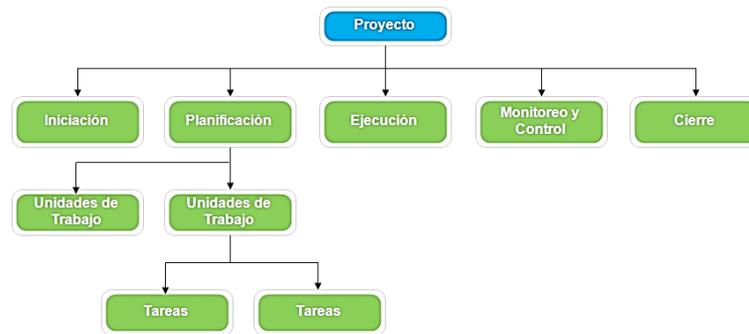


Figura 16: Estructura de la EDT: Organización por fases de proyectos (Elaboración Propia)

Productos entregables

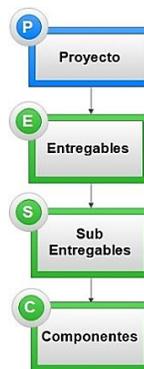


Figura 17: Estructura de la EDT: Organización por productos entregables (Elaboración Propia)

Módulos o subsistemas

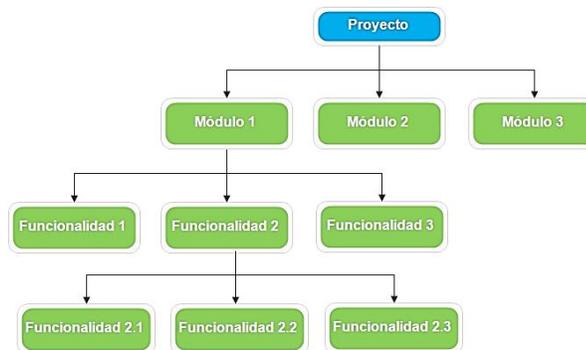


Figura 18: Estructura de la EDT: Organización por módulos o subsistemas (Elaboración Propia)

2.2.4.3 Descomponer la EDT

La descomposición es la subdivisión de los productos entregables de un proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar. Distintos productos entregables pueden tener diferentes niveles de descomposición.

Entre las técnicas de descomposición, se encuentran:

- Estrategia Divide y Vencerás

Algoritmo 1: Desglose de proyecto, estrategia divide y vencerás

Comprensión del problema e identificación del ambiente del proyecto

Si (problema es sencillo y soluble)

Entonces Resolverlo y terminar

Sino División del problema en tantos subproblemas como sea necesario

Mientras (no se hayan resuelto todos los subproblemas)

Resolver el subproblema_i utilizando este mismo algoritmo basado en la estrategia divide y vencerás

Integrar la solución de todos los subproblemas en una única solución.

El árbol de descomposición construido siguiendo divide y vencerás (61), se muestra en el anexo 4.

- Diagramación

Diagrama Diamante de Mandala: Diagrama basado en el concepto del análisis estructurado. Describe las funciones lógicas en el negocio a través de una matriz de tres columnas y tres filas. La figura se muestra en el anexo 5.

Gráfico causa efecto adaptado: es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa - efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso. El gráfico se muestra en el anexo 6.

2.3 Potencialidades del modelo propuesto

- Ayuda a mejorar la calidad y agilidad de la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto de los entornos reales de aplicación en la plataforma de gestión de proyecto GESPRO.
- Logra el cubrimiento total de todos los requisitos pactados con el cliente a partir de la generación de tareas de cronograma por cada requisito.
- Logra el cubrimiento de las tareas de proyecto, a partir de la generación de tareas de cronograma por cada actividad de los procesos de gestión en la organización.
- Elimina los errores de edición a la hora de crear los requisitos y tareas de cronogramas, así como agiliza el tiempo de formalización de los mismos.
- Estandariza los procesos de gestión en la organización.

- Alinea los objetivos de la organización con las expectativas y necesidades de los clientes para la obtención de los resultados deseados.
- Señala cómo están estructurados los flujos de información y materiales.

2.4 Conclusiones parciales

En este capítulo se realizó la propuesta de un modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas, que permita mejorar la calidad y agilidad de este proceso en los entornos reales de aplicación de la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.

- Se utiliza como base una adaptación de la metodología para la modelación de procesos IDEF0, y permite dar un primer paso hacia un enfoque de gestión basado en los procesos de la organización.
- Se definieron cuatro procesos y asociados a estos un conjunto de actividades que permitieron definir las estrategias y pasos a seguir en cada uno de estos procesos.
- El modelo se diseña con el objetivo de mejorar la calidad y agilidad de la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto en los entornos reales de aplicación, cubriendo todos los requisitos pactados con el cliente, lo que permite eliminar los errores de edición y mejorar el tiempo de formalización de requisitos y tareas.
- Permite estandarizar los procesos de gestión en la organización y propicia una planificación más certera basada en requisitos y tareas.
- La propuesta no describe los procesos de Validar el alcance y Controlar el alcance, ambos se realizan en la fase de Monitoreo y Control del proyecto.

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL MODELO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente capítulo tiene como objetivo analizar los resultados obtenidos luego de la aplicación del modelo propuesto en la versión 13.05 de la Plataforma de Gestión de Proyectos GESPRO. Se realiza una síntesis de la aplicación del modelo y experimentos que permiten comparar la propuesta con otras soluciones, metodologías y herramientas existentes. Además se muestra la incidencia económica y social de la propuesta para el país. Finalmente se enuncian las conclusiones parciales del capítulo.

3.1 Síntesis de la aplicación del modelo

El modelo propuesto se integra al Paquete de Gestión de Proyectos GESPRO v13.05 como un módulo adicional implementado para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas a partir de la descripción de los procesos. Con su integración a esta herramienta de gestión de proyectos se mejorará la calidad y agilidad de este proceso en los entornos reales de aplicación. Este modelo persigue la estandarización de los procesos de la organización y calidad a través del uso de una metodología o notación para la modelación de procesos como lo es IDEF0, de la cual se realizó una adaptación para poder integrarla a esta herramienta de gestión de proyecto.

Para la utilización y comprensión del modelo propuesto se desarrolló un módulo en la misma plataforma de GESPRO con las siguientes interfaces:

- Interfaz para la creación de nuevos procesos (Figura 19): a través de interfaz se pueden llenar todos los datos necesarios para la descripción de un nuevo proceso.

Nuevo proceso

Nombre *

Código *

Dominio *

Proyecto padre *

Relevancia Relevancia del proceso para el dominio (Valor entero entre 0 y 10)

Impacto Impacto del proceso en la arquitectura (Valor entero entre 0 y 10)

Clasificación *

Descripción

Entradas

No hay entradas

Nueva Entrada:

Controles

No hay controles

Nuevo Control:

Mecanismos

No hay mecanismos

Nuevo Mecanismo:

Salidas

No hay salidas

Nueva Salida:

Figura 19: Interfaz para la creación de un Nuevo Proceso. (Elaboración Propia)

- Interfaz para la creación de nuevas actividades (Figura 20): a través de esta interfaz se pueden crear nuevas actividades con sus datos correspondientes, así como una vez creadas éstas se podrán crear nuevas actividades hijas de estas últimas como se muestra en la Figura 21.

Nueva actividad

Proceso: Comprobar partida

Nombre *

Proveedor/Autor: Alina

Descripción *

Formato de texto

Entradas

No hay entradas

Nueva Entrada: Adicionar

Controles

No hay controles

Nuevo Control: Adicionar

Mecanismos

No hay mecanismos

Nuevo Mecanismo: Adicionar

Salidas

No hay salidas

Nueva Salida: Adicionar

Impacto en para la arquitectura organizacional

Impacto en los procesos de la organización: Muy bajo Grado de impacto en el proceso para el cliente.

Impacto para la vista de datos: Muy bajo Grado de impacto en la vista de datos.

Impacto para la vista seguridad: Muy bajo Grado impacto en la vista seguridad.

Impacto para la vista infraestructura: Muy bajo Grado de impacto en la vista infraestructura.

Impacto para la vista despliegue: Muy bajo Grado de impacto en la vista despliegue.

Impacto para la vista de tecnología: Muy bajo Grado de impacto en la vista de tecnología.

Complejidad: Muy bajo Grado de complejidad en la implementación.

Crear

Figura 20: Interfaz para la creación de una Nueva Actividad. (Elaboración Propia)

Actividades hijas de la actividad [Identificar, Analizar y Evaluar los Riesgos Sanitarios]

NIVEL	ACTIVIDAD	ACTIVIDADES HIJAS
A11	Agrupar estándares	0
A12	Identificar Riesgos	0

(1-0/0)

Nueva actividad

Figura 21: Interfaz para la creación de una Nueva Actividad Hija dentro de otra actividad. (Elaboración Propia)

- Interfaz Procesos de dominio (Figura 22): a través de esta interfaz se podrá seleccionar el proceso y la acción que se va a realizar: si se desea generar requisitos se selecciona la opción Actividades y muestra la Figura 23 o si se selecciona la opción Tareas se muestra la Figura 24.

Procesos por dominios de aplicación									
#	NOMBRE	CÓDIGO	RELEVANCIA	IMPACTO	CLASIFICACIÓN	DOMINIO	PROCESO PADRE	ACTIVIDADES	TAREAS
5	Comprobar partida	LGG1	2	3	Aplicación	Gestión financiera	Comprobar partida	2	0
4	Comprobación de saldo	LGG2	3	2	Aplicación	Gestión financiera	Comprobación de saldo	2	0
3	Debitar cuenta	LGG3	7	8	Aplicación	Gestión financiera	LG	4	4

« Anterior 1 2 (11-13/13) | Por página: 10, 15

Figura 22: Interfaz Procesos de dominio. (Elaboración Propia)

- Interfaz para la generación semiautomática de requisitos (Figura 23): a través de esta interfaz se podrán generar requisitos funcionales (a partir de las entradas de la actividad y las actividades) y requisitos no funcionales (a partir de los controles).

Actividades del proceso [Gestión de Riesgos Sanitarios]							
#	NIVEL	ACTIVIDAD	PROCESOS	DOMINIO	ACTIVIDADES ANTECEDEN	ENTRADAS	CONTROLES
49	A11	Agrupar estándares	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0	0	0
47	A1	Identificar, Analizar y Eva...	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0	4	3
50	A12	Identificar Riesgos	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0	0	0
48	A2	Prevenir, Controlar y Reduc...	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	1	1	3
63	A52	Realizar prueba	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	1	0	1
62	A51	Seleccionar prueba de riesgos	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0	1	2
61	A5	Verificar Riesgos	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0	2	2

Generar requisitos a partir de las actividades

Requisitos funcionales

Requisitos no funcionales

Generar requisitos

Figura 23: Interfaz para la generación semiautomática de requisitos. (Elaboración Propia)

- Interfaz para la generación semiautomática de tareas a partir de actividades (Figura 24): a través de esta interfaz se podrán generar tareas para el cronograma (a partir de cada actividad se podrá generar una tarea para el cronograma).

Actividades del proceso [Gestión de Riesgos Sanitarios]				
#	ACTIVIDAD	PROCESOS	DOMINIO	ACTIVIDADES ANTECEDEN
49	Agrupar estándares	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0
47	Identificar, Analizar y Eva...	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0
50	Identificar Riesgos	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0
48	Prevenir, Controlar y Reduc...	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	1
63	Realizar prueba	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	1
62	Seleccionar prueba de riesgos	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0
61	Verificar Riesgos	Gestión de Riesgos Sanitarios	Gestión Contable A	0

Petición Generar tareas a partir de actividades del proceso

Figura 24: Interfaz para la generación semiautomática de tareas a partir de actividades. (Elaboración Propia)

- Interfaz para la generación semiautomática de tareas a partir de requisitos (Figura 25): a través de esta interfaz se podrán generar tareas para el cronograma (a partir de cada requisito se podrán generar tres tareas para el cronograma).

Tareas relacionadas con el requerimiento [Requisito Identificar, Analizar y Evaluar los Riesgos Sanitarios]

Petición

Figura 25: Interfaz para la generación semiautomática de tareas a partir de requisitos. (Elaboración Propia)

3.2 Comparación respecto a las variables dependiente e independiente

3.2.1 Análisis de resultados respecto a la variable independiente

Experimento 1: Comparación del modelo propuesto respecto a los estándares ISO 21500 y PMBOK 2008.

Para realizar esta comparación se tuvo en cuenta los procesos y actividades que se proponen en el modelo, respecto a cómo los estándares antes mencionados trabajan o no los mismos.

Se utiliza un signo de (+) para dejar la evidencia del proceso y actividades, en caso de ponerse más de uno significa que se trabaja con mayor fortaleza.

Tabla 2: Experimento 1. Comparación respecto a los estándares. (Elaboración Propia)

Procesos y actividades	ISO 21500	PMBOK 2008	Modelo propuesto
1. Planificar el alcance			++
1.1 Definir las plantillas para ejecutar el alcance del proyecto			
1.2 Definir las estrategias para la recolección de procesos y requisitos			
2. Recolectar procesos y requisitos		++	+++
2.1 Identificar procesos y sus actividades			

2.2 Generación semiautomática de requisitos y refinamiento de los mismos			
2.3 Realizar Matriz de trazabilidad de requisitos			
3. Definir alcance y prioridades	+	+	+++
3.1 Priorizar procesos			
3.2 Priorizar requisitos			
3.3 Generación semiautomática de tareas del producto			
3.4 Generación semiautomática de tareas del proyecto			
4. Crear EDT	+	+	+
4.1 Identificar los productos entregables y el trabajo relacionado			
4.2 Estructurar y organizar la EDT			
4.3 Descomponer la EDT			

La Figura 26 muestra los resultados de la comparación del modelo propuesto en la investigación respecto a la metodología PMBOK 2008 y el estándar ISO 21500.

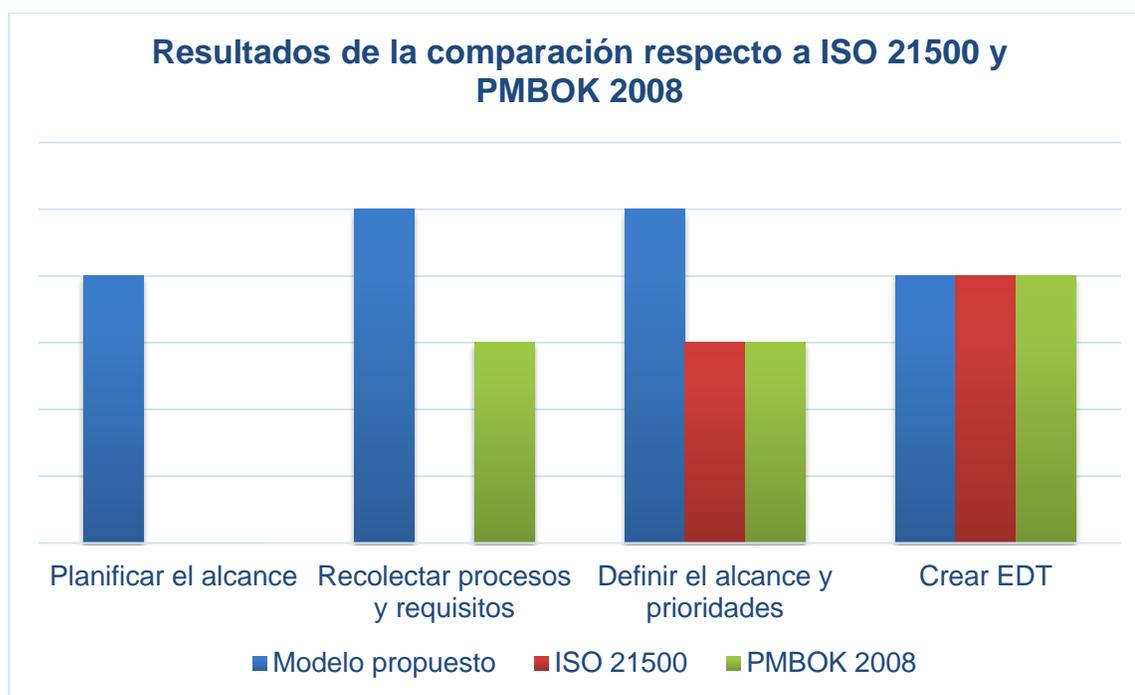


Figura 26: Resultados de la comparación respecto a ISO 21500 y PMBOK 2008. (Elaboración Propia)

Después de analizar la incidencia de los procesos en la metodología PMBOK en su cuarta versión del 2008 y en el estándar ISO 21500 se puede llegar a la conclusión que en ambos casos no se trabajan todos los procesos y actividades definidos en el modelo. Si es importante destacar que en muchos casos se trabajan procesos similares, pero a su vez no se llega al nivel de detalles especificado en cada una de las actividades propuestas en el modelo. De esta manera queda evidenciada la fortaleza del modelo propuesto respecto a los estándares y metodologías estudiadas, en cuanto a la gestión del alcance del proyecto a partir de la generación semiautomática de requisitos y tareas. Este modelo contribuye a mejorar la calidad y agilidad de este proceso en los entornos reales de proyectos de software.

Experimento 2: Comparación con otras herramientas de gestión de proyectos.

Para realizar el análisis de la variable independiente propuesta se realizó una comparación de la implementación del modelo en la herramienta de gestión de proyectos GESPRO v13.05 con un grupo de 15 herramientas de gestión de proyectos utilizadas internacionalmente en diferentes entornos y se tuvo en cuenta si las mismas presentan funcionalidades tales como:

1. Creación de procesos
2. Creación de actividades

3. Relación entre actividades y procesos (jerarquía)
4. Generación semiautomática de requisitos
5. Generación semiautomática de tareas
6. Técnicas cualitativas para el análisis del impacto en los procesos de la organización(Computación con palabras)

La tabla 3 muestra la comparación de la herramienta GESPRO en su versión 13.05 con 15 herramientas de gestión de proyectos.

Tabla 3: Comparación de GESPRO v13.05 con otras herramientas de gestión de proyecto. (Elaboración Propia)

Herramientas de gestión de proyectos	1	2	3	4	5	6
GESPRO 13.05	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<u>GESPRO 12.05</u>	✓	✓				
<u>Teambox</u>		✓				
<u>Project-Open</u>		✓				
<u>Trac</u>		✓				
<u>Jira</u>	✓	✓	✓			
<u>Redmine</u>		✓	✓			
<u>DotProject</u>		✓				
<u>MS Project</u>		✓	✓			
<u>Planner</u>		✓				

<u>PlanningForce</u>		✓				
<u>OpenERP</u>		✓	✓			
<u>GanttProject</u>		✓	✓			
<u>eGroupWare</u>		✓				
<u>AtTask</u>		✓				
<u>AceProject</u>		✓				

Como se puede apreciar en la tabla comparativa, ninguna de las herramientas utilizadas internacionalmente para la gestión de proyectos tiene incorporado facilidades para realizar la generación semiautomática de requisitos y tareas, la mayoría de estas herramientas se centran en la planificación de las diferentes áreas de la gestión de proyectos y otras en la gestión de los recursos y tareas. Sin embargo, elementos importantes como la relación que existe entre procesos y actividades, así como entre requisitos y tareas son obviados en estas herramientas, aun cuando es tan importante para las organizaciones gestionar sus procesos y actividades.

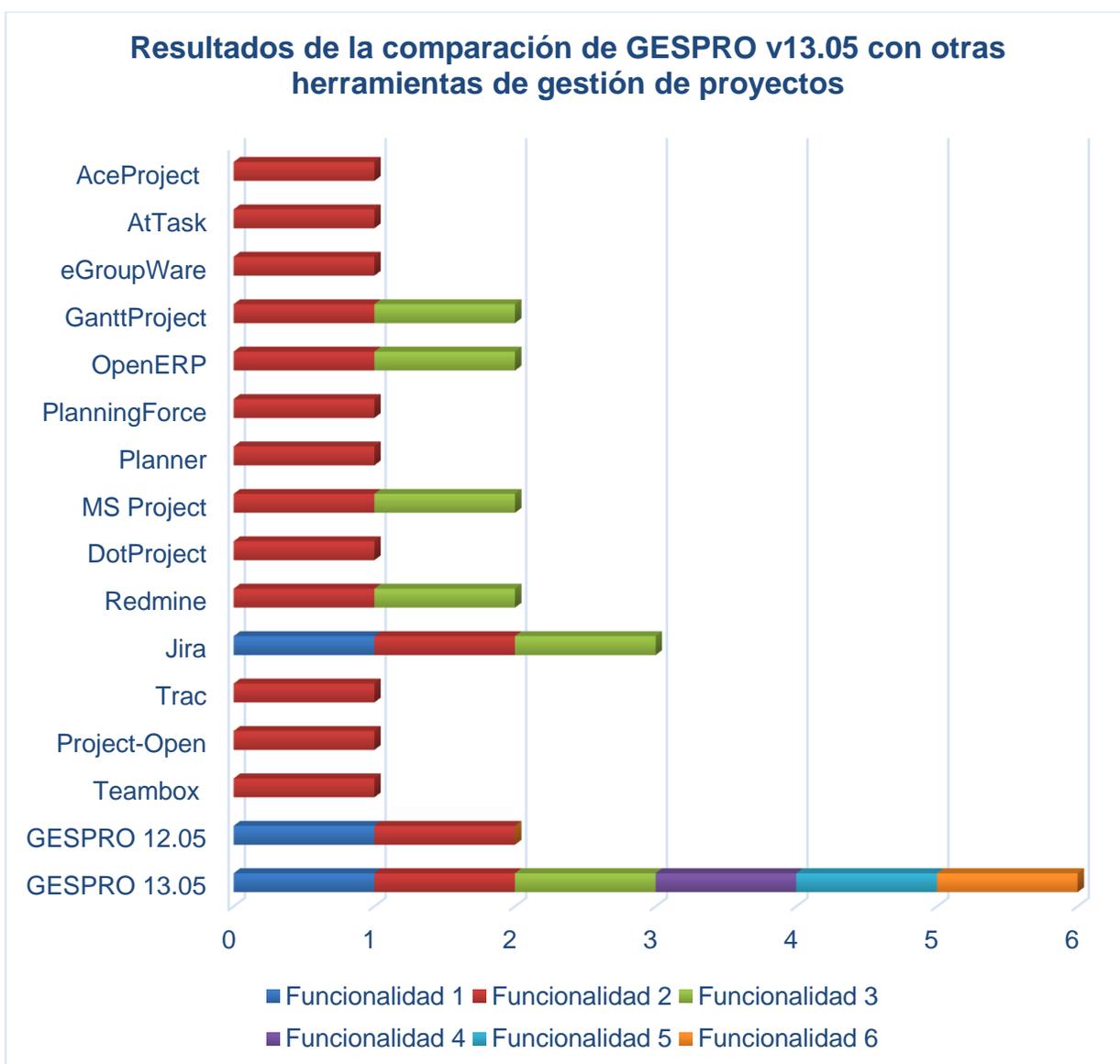


Figura 27: Resultados de la comparación de GESPRO v13.05 con otras herramientas de gestión de proyectos. (Elaboración Propia)

La Figura 27 muestra los resultados de la comparación de GESPRO v13.05 con otras herramientas de gestión de proyectos. Se evidencia como estas herramientas de gestión de proyectos en su generalidad no cumplen con el conjunto de funcionalidades antes mencionadas, mientras que GESPRO v13.05 con la integración del modelo propuesto cumple con todas las funcionalidades.

Conclusiones parciales respecto a la variable independiente

Después de haber realizado un amplio estudio de modelos que propiciaran la gestión del alcance de proyectos basado en la generación semiautomática o automática de requisitos y tareas, se concluye

que no existe ninguno, por lo que se decidió implementar el modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas a partir de la descripción de los procesos. Luego del análisis comparativo de las herramientas y metodologías de gestión de proyectos, quedó evidenciado que la implementación del modelo en la herramienta GESPRO en su versión 13.05 incluye facilidades para gestionar los procesos, actividades, tareas y la relación entre los mismos, así como para la generación de forma semiautomática de requisitos y tareas.

3.2.2 Análisis de resultados respecto a las variables dependientes

Experimento 3: Se realiza un preexperimento de pre y post prueba con GESPRO v12.05 y GESRO v13.05.

A continuación en la Tabla 4 muestra la comparación respecto a las variables dependientes, realizándose una evaluación del GESPRO en su versión 12.05 con la versión 13.05 la cual contiene el modelo propuesto. La evaluación se realiza a partir del desglose de los indicadores de las variables, los más generales son:

- Eficacia
- Estandarización
- Eficiencia

Tabla 4: Comparación de GESPRO v12.05 vs GESPRO v13.05 (Elaboración Propia)

Variables dependientes	Indicadores	GESPRO v12.05	GESPRO v13.05
Mejorar la calidad de los procesos de gestión del alcance de los proyectos de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO	Descripción de procesos	X	X
	Descripción de actividades	X	X
	Dependencias entre actividades y procesos	-	X
	Cubrimiento de requisitos (tareas de análisis, implementación y prueba)	-	X
	Cubrimiento de tareas	-	X

		del proyecto		
	Estandarización	Uso de una metodología o notación internacional para la modelación de los procesos y las actividades	-	X
		Uso de técnicas de computación con palabras para el análisis y cálculo del impacto en los procesos de la organización	-	X
Mejorar la agilidad de los procesos de gestión del alcance de los proyectos de desarrollo de software en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO	Eficiencia	Generación semiautomática de requisitos	-	X
		Generación semiautomática de tareas del producto	-	X
		Generación semiautomática de tareas del proyecto	-	X

Como se evidencia en la tabla, la versión anterior del GESPRO no cuenta con la mayoría de los indicadores presentados. GESPRO v12.05 solo describe de una forma muy superficial los procesos y las actividades. No tiene en cuenta la relación entre los procesos y actividades, así como el seguimiento de estos para la generación semiautomática de requisitos y tareas.

Conclusiones parciales respecto a la variable dependiente

A partir del análisis realizado se concluye que la versión 13.05 de GESPRO integra funcionalidades que permiten gestionar los procesos y las actividades, haciendo uso además de una notación internacionalmente reconocida como lo es IDEF0, que describe en profundidad cada uno de sus procesos y actividades. Adicionalmente se logra una generación semiautomática de requisitos y tareas lo que contribuye a mejorar la calidad y agilidad en los procesos de gestión del alcance en las

fases de Inicio y Planificación del proyecto en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO v13.05, pues evita los errores de edición a la hora de generar los requisitos y los cronogramas de proyectos a partir de las tareas y actividades. Cubre todos los requisitos pactados con el cliente al ser desglosados cada uno en tres tareas para el cronograma de forma independiente, y se logra establecer una relación entre procesos y actividades, así como de éstas con los requisitos y tareas. Todo esto facilita la estandarización de los procesos de la organización, y agiliza el tiempo de formalización de los requisitos y tareas, propiciando a su vez una mejora en la calidad del proceso de gestión del alcance el proyecto.

3.3 Análisis del impacto de la propuesta

Experimento 4: Análisis económico de la propuesta

El presente análisis se realiza a partir del costo de las herramientas de modelación de procesos y actividades que pudieran ser sustitutas en el mercado internacional, aunque en las conclusiones del capítulo 1 se evidencia que ninguna herramienta se adapta completamente al entorno de desarrollo de la UCI, además de que no realizan la generación semiautomática de requisitos y tareas, entre otras características importantes para la gestión de proyectos. A continuación en la Tabla 5 se muestra el costo relativo de las algunas de las herramientas sustitutas, aunque es válido destacar que ninguna realiza tampoco la generación semiautomática de requisitos y tareas.

Tabla 5: Precios de las herramientas de modelación sustitutas en el mercado. (Elaboración Propia)

Herramientas	Breve descripción	Costo	Mantenimiento
iGrafx Process (62)	Simplifica la visualización y organización de los procesos y la asignación de tareas. Tiene funciones para la gestión de riesgos que permiten definir los riesgos de actividades y procesos. Integra diagramas de proceso o de BPMN.	\$1 549,00 USD	\$310,00 USD (1 año)
			\$558,00 USD (2 años)
ARIS Business Architect & Designer (63)	Es una herramienta colaborativa para el diseño de procesos fácil de aprender y utilizar. Constituye una buena alternativa de diseñar	\$6 500,00 USD, Varía según los deseos del cliente.	---

	y analizar el negocio y sus procesos; alineada con los procesos de negocio y de gestión.		
MagicDraw (64)	Es una herramienta de modelado visual para hacer diagramas de software y procesos de negocio, compatible con el estándar UML 2.3. Tiene como objetivo el complemento ideal para Analistas de negocios, de Software, Programadores, y otros.	Standard Edition \$799,00	---
		Professional Edition \$1 499,00	
		Enterprise Edition \$2 549,00	
CA-ERwin-Data-Modeler (65)	Ofrece un entorno de modelado de datos de colaboración para administrar datos empresariales con una interfaz intuitiva y gráfica. Promueve la comunicación efectiva entre la empresa y los stakeholders, asegurando que los requisitos empresariales se alinean con las implementaciones de las base de datos técnicas	Standard Edition \$4 794,00	Incluido un año de mantenimiento \$6 932,00 (el producto más 3 años)
			Incluido un año de mantenimiento
		Workgroup Edition \$6 708,00	\$8 944,00 (el producto más 3 años)

Como se muestra en la Tabla 5 si se fuera a utilizar alguna de estas herramientas para realizar algún tipo de modelado, el país tendría que hacer grandes inversiones. Adicionalmente cada una de estas herramientas tiene un tiempo de utilización restringido así como una cantidad de usuarios determinados para su utilización y límites en el tiempo de mantenimiento o soporte para estas herramientas, lo que significa que habría que comprar nuevamente la licencia para su utilización o mantener el soporte para las mismas según los diferentes períodos de tiempo.

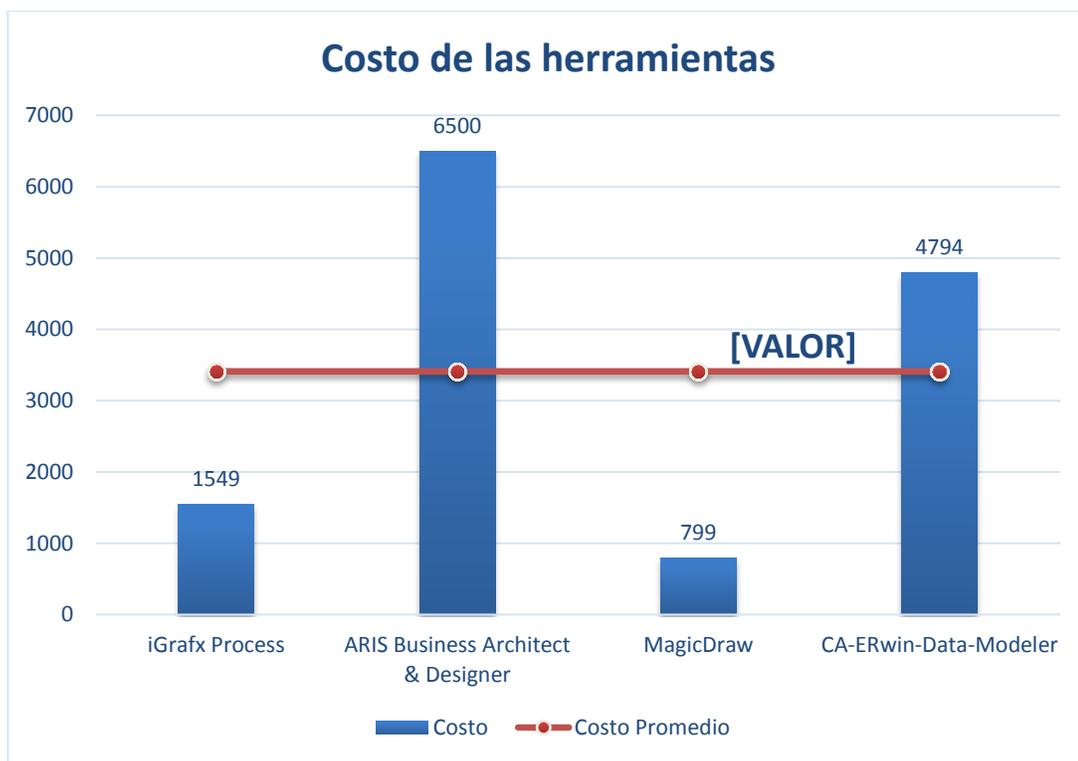


Figura 28: Costo de las herramientas (Elaboración Propia)

La Figura 28 muestra los altos costos de las herramientas para la modelación de procesos, así como el costo promedio de estas herramientas, que continúa siendo elevado para nuestro país.

La tabla 6 muestra una breve descripción de una aproximación del esfuerzo realizado para el desarrollo e implementación del modelo propuesto en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO v13.05. Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta que un especialista (analista, desarrollador) gana \$6 la hora, trabaja 8 horas diarias y 24 días al mes.

Tabla 6: Costo de la Mano de Obra (Elaboración Propia)

Costo de la Mano de Obra				
Cargo	Cantidad	Meses	Salario	Importe
Analista	1	2	1 152,00	2 304,00
Desarrollador	2	2	1 152,00	4 608,00
Total				6 912,00

En la tabla 6 se puede observar el importe total de implementar el modelo propuesto para la plataforma de gestión de proyectos GESPRO. El total del importe se encuentra en CUP y representa 276.48 CUC una vez que se realiza la conversión. De esta manera se puede observar como al

comparar los costos de las herramientas antes mencionadas con la propuesta de la investigación, las mismas superan en gran medida la propuesta. La herramienta de menor costo entre las que se comparan en la tabla 5 cuesta 799,00 USD, y con la propuesta se ahorra un 65,4 % respecto a ésta y un 91,9 % respecto al costo promedio.

A continuación se precisan las ideas fundamentales del impacto económico y social con la utilización de la herramienta propuesta:

- Mejor calidad de los procesos de gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación de los proyectos.
- Mayor agilidad en los procesos de gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación de los proyectos.
- Facilidad en los análisis y descripciones de procesos y requisitos.
- Ayuda a cubrir todos los requisitos que se pactan con el cliente, así como las tareas de cronograma.
- Ayuda a realizar estimaciones reales de cronogramas de proyectos, basadas en las tareas por requisitos.
- Agilidad en el tiempo de formalización de los requisitos y tareas.
- Sustituye importaciones en el caso de existir la necesidad de comprar estas herramientas en el mercado.
- Contribuye a la soberanía tecnológica ya que es basada en tecnologías libres.

La propuesta del modelo realizado se alinea con los lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución Cubana. La batalla económica constituye hoy, más que nunca, la tarea principal y el centro del trabajo ideológico de los cuadros, porque de ella depende la sostenibilidad y preservación de nuestro sistema social (66).

Entre las medidas adoptadas se encuentra la de priorizar el crecimiento y la diversificación de exportaciones y la sustitución de importaciones, diseñando programas y medidas especiales para apoyarlos (67). El modelo influye en los puntos 7, 11, 12, 15 y 16 del Capítulo I Modelo de Gestión Económica al contribuir con la eficiencia, eficacia, orden, disciplina y organización del sistema empresarial, en este caso de la universidad. Además ayuda a contribuir con el logro y profundización de los objetivos económicos, sociales y políticos, según el punto 114 del Capítulo III Política Económica Externa.

3.4 Conclusiones parciales

Después de haber realizado el análisis de los resultados se llega a las siguientes conclusiones:

- La aplicación del modelo propuesto en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO v13.05 evidenció la fortaleza del mismo respecto a los estándares y metodologías comparados, en cuanto a los procesos y actividades definidas para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto.
- La comparación de las herramientas de gestión de proyectos arrojó que las mismas no satisfacen las funcionalidades descritas para la gestión del alcance basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas.
- Se mejoró la calidad y agilidad de los procesos de gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto en los entornos reales de aplicación, con la implementación del modelo en GESPRO v13.05.
- Contribuye a realizar ahorros significativos al país desde un 65,4 % de divisas, al no ser necesario adquirir herramientas alternativas para la modelación de procesos y actividades en el mercado, las cuales presentan altos costos por conceptos de licencia y soporte.
- Se validó el modelo propuesto en la plataforma de gestión de proyectos GESPRO v13.05 con resultados satisfactorios y demostró las potencialidades del mismo.

CONCLUSIONES GENERALES

- La realización del marco teórico evidenció que las herramientas de gestión de proyectos y para la modelación de procesos estudiadas no integran funcionalidades que permitan la generación semiautomática de requisitos y tareas como parte de la gestión del alcance.
- La propuesta hace uso como base de una adaptación de la metodología para la modelación de procesos IDEF0, y permite dar un primer paso hacia un enfoque de gestión basado en los procesos de la organización.
- El modelo para la gestión del alcance en las fases de Inicio y Planificación del proyecto basado en la generación semiautomática de requisitos y tareas obtenido, permite mejorar la calidad y agilidad de este proceso en los entornos reales de aplicación de la plataforma de gestión de proyectos GESPRO.
- La propuesta de la investigación estandariza los procesos de gestión en la organización, permitiendo una planificación más certera que cubre todos los requisitos pactados con el cliente.
- La validación del modelo propuesto en la plataforma de Gestión de Proyectos GESPRO v13.05, arrojó resultados satisfactorios y demostró las potencialidades del mismo.
- Constituye una guía práctica para su implantación y es soportado por la plataforma de gestión de proyectos GESPRO v13.05.

RECOMENDACIONES

- Fomentar cursos de capacitación en torno a la utilización del modelo propuesto.
- Incluir los procesos de Validación del alcance y Control del alcance como parte de los procesos de la gestión del alcance.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Navarro Calvo, Héctor. Evolución histórica de los aeropuertos. Aplicación del PMBOK para el Project Management de nuevas infraestructuras aeroportuarias. [En línea] Septiembre de 2011. [Citado el: 12 de abril de 2012.] ed. Universidad politécnica de Valencia, España. <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14660/Trabajo%20Master%20Edificaci%C3%B3n%20-%20H%C3%A9ctor%20Navarro%20Calvo%20-%2030%20Sept%202011.pdf?sequence=1>.
2. Heras Saizarbitoria, Iñaki, Arana Landín, Germán y Molina Azorín, José Francisco. EMAS versus ISO 14001: un análisis de su incidencia en la UE y España. *Boletín Económico de ICE*. [En línea] abril de 2008. [Citado el: 12 de abril de 2012.] ed. Secretaría de Estado de Comercio, España. <http://hdl.handle.net/10045/15483>. ISSN 0214-8307.
3. Software Engineering Institute. CMMI Overview. [En línea] Carnegie Mellon University, 20 de junio de 2012. [Citado el: 5 de julio de 2012.] Estados Unidos. <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/?location=secondary-nav&source=652364>.
4. Pressman, Roger S. *Software engineering : A practitioner's approach*. [pdf] 7th Revised edition, California : McGraw Hill Higher Education, Estados Unidos, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 2010. ISBN 978-0-07-337597-7.
5. Piedra, Gonzalo. INGENIERIA DE REQUISITOS TEMA: ADMINISTRACIÓN DEL ALCANCE. [En línea] 15 de junio de 2008. [Citado el: 10 de diciembre de 2012.] <http://www.slideshare.net/guest4af293/ingenieria-de-requisitos>.
6. Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación. *Guía práctica de Gestión de Requisitos*. [En línea] diciembre de 2008. [Citado el: 12 de abril de 2012.] ed. LNCS, España. www.inteco.es/file/NRDmviQoTbl_jZcyjTYRIw.
7. Standish Group. The Standish Group. Chaos Report. *The Chaos Report*. [En línea] 2012. [Citado el: 14 de abril de 2013.] Massachusetts, Estados Unidos. <http://www.standishgroup.com/>.
8. Lasheras Velasco, Joaquín. TDX. Tesis Doctorals en Xarxa. *Marco de representación y reuso de requisitos de seguridad*. [En línea] 18 de mayo de 2011. [Citado el: 14 de abril de 2013.] ed. Universidad de Murcia, España. <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/52193/TJLLV.pdf?sequence=1>.
9. Chaves, Michael Arias. La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. *Revista Electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa Rica*. [En línea] 26 de julio de 2007. Costa Rica. <http://www.intersedes.ucr.ac.cr/ojs/index.php/intersedes/article/view/119/118>. ISSN 1409-4746.

10. Rodríguez Ringach, Eduardo. *Aplicando un enfoque de ingeniería de calidad de datos*. [pdf] 5 de noviembre de 2007. España.
11. LÓPEZ PAZ, CARLOS RAMÓN. Tesis Doctoral. Departamento de tecnología informática y computación. *Metodología para la sistematización de los servicios de consultoría TI. Aplicación al sector de la manufactura*. [En línea] 15 de junio de 2011. [Citado el: 31 de enero de 2013.] ed. Universidad de Alicante, España.
12. Fundación ECA Global. El Auditor de calidad. [En línea] 2006. [Citado el: 14 de noviembre de 2012.] 363 páginas, Editorial FUNDACIÓN CONFEMETAL. México. http://books.google.com/cu/books/about/El_Auditor_de_calidad.html?hl=es&id=IXO6c4uHRvEC&redir_esc=y. ISBN-13: 978-84-96169-84-5, 8496169847.
13. Piñero, P., & et.al. GESPRO. [En línea] 29 de junio de 2010. [Citado el: 18 de enero de 2013.] Patente nº 1540-2010. La Habana, Cuba.
14. Lang, Jean-Philippe. Redmine. *Overview - Redmine*. [En línea] 2012. [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] <http://www.redmine.org/>.
15. Project Management Institute. Making project management indispensable for business results. *¿Qué es el PMI?* [En línea] 2011. [Citado el: 8 de junio de 2012.] Perú. http://www.pmi.org.pe/sitio/aqp/pmiaqp/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=104.
16. Software Engineering institute. CMMI® para Desarrollo, Versión 1.3. *Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios*. [En línea] Noviembre de 2010. [Citado el: 15 de febrero de 2013.] Estados Unidos. <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/whitepapers/Spanish%20Technical%20Report%20CMMI%20V%201%203.pdf>.
17. IPMA. ICB: IPMA Competence Baseline. [En línea] 2013. [Citado el: 10 de diciembre de 2012.] Suiza. <http://ipma.ch/resources/ipma-publications/ipma-competence-baseline/>.
18. IPMA: International Project Management Association. *ICB: IPMA Competence Baseline*. [En línea] 2012. [Citado el: 7 de mayo de 2012.] Netherlands . <http://ipma.ch/resources/ipma-publications/ipma-competence-baseline/>.
19. Concepción Suárez, Ramiro . *Metodología de gestión de proyectos en las administraciones públicas según ISO 10.006*. [pdf] s.l. : Universidad de Oviedo, octubre de 2007. Colección Tesis Doctoral- TDR n 24. Oviedo, España. ISBN 978-84-694-2591-5.
20. International Project Management Association. *ICB-IPMA Competence Baseline*. [ed.] Gilles Caupin, y otros. Junio de 2006. Netherlands. 0-9553213-0-1.
21. Graham, Nick. *Prince2 for Dummies*. [pdf] 2010. England. ISBN: 047071025X.

22. Valledor, Luis V y de la Fuente, David. XIV Congreso de Ingeniería de Organización. *Certificaciones a la gestión de proyectos. IPMA, PMI, ISPI Y APM*. [En línea] 8 de septiembre de 2010. [Citado el: 14 de noviembre de 2012.] España. http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2010/PROJECT_MANAGEMENT//1462-1472.pdf.
23. Office of Government Commerce (OGC). *Managing Successful Projects with PRINCE2*. [pdf] s.l. : Renouf Pub Co Ltd, junio de 2009. ed. Renouf Pub Co Ltd, British. ISBN: 0113310595.
24. Alcover Díaz, Roberto, Freire Santos, José Luis y Rivera Ysasi-Ysasmendi, Joaquín. *La Nueva ISO 9000:2000: Análisis comparativo con la ISO 9000:1994*. 3ra Edición. s.l. : Fundación Confemetal, 2003. pág. 182. <http://books.google.com>. España. ISBN: 84-96169-07-3.
25. Varas P., Marinka y Caamaño Eraso, Javier. Revista Espacios. *The management of projects of R&D: Theory and Experience*. [En línea] v.28 n.3, diciembre de 2007. [Citado el: 14 de noviembre de 2012.] Bilbao. España. http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-10152007000300006&nrm=iso. ISSN 0798-1015.
26. Comité Técnico de Normalización NC/CTN 56 de Gestión de la Calidad, Aseguramiento de la Calidad y Evaluación de la Conformidad. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD—DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LOS PROYECTOS (ISO 10006:2003, IDT). [En línea] octubre de 2007. [Citado el: 14 de noviembre de 2012.] Cuba. <http://www.ica.edu.cu/normas/Proyectos/ISO%2010006.%20Sistemas%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20calidad.%20Directrices%20para%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20en%20los%20proyectos..pdf>.
27. Bucero, Alfonso. Project Management en España: Informe mensual. [En línea] 2012. [Citado el: 15 de febrero de 2013.] España. <http://pmworldtoday.net/library/RegionalReports/2012/PDFs/jan/RR-SPAIN-SPANISH.pdf>.
28. Thierry Labriet, PMP. Comparing PMBOK Guide 4th Edition, PMBOK Guide 5th Edition and ISO 21500. [En línea] 2012. [Citado el: 18 de mayo de 2013.] Lausanne, Switzerland. www.sts.ch.
29. Pousa Lucio, Xoán Manuel. *Iso 14001: Un Sistema De Gestion Medioambiental*. 1ra Edición. s.l. : Ideaspropias Editorial, Vigo, 2006. pág. 119. España. ISBN: 978-84-96578-30-2.
30. Colectivo de Autores. *La evaluación como instrumento de aprendizaje. Técnicas y estrategias*. Ministerio de Educación. [pdf] 2007. ed. Subdirección General de Información y Publicaciones, España. ISBN: 978-84-369-4426-6.
31. Carnegie Mellon University. *Software Engineering Institute*. [En línea] 2013. [Citado el: 15 de febrero de 2013.] Estados Unidos. <http://www.sei.cmu.edu>.

32. Chrissis, Mary Beth, Konrad, Mike y Shrum, Sandy. CMMI® Guía para la integración de procesos y la mejora de productos. [En línea] 2009. [Citado el: 8 de junio de 2012.] Estados Unidos. <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>. ISBN: 9788478290963.
33. Duncan , William R. United State of America : Project Management Institute, 2004. *A guide to the project Management Body of Knowledge*. [En línea] 2004. [Citado el: 10 de junio de 2012.] Estados Unidos. http://www.unipi.gr/akad_tmhm/biom_dioik_tech/files/pmbok.pdf. 1-880410-13-3.
34. Cuatrecasas Arbós, Lluís . *Gestión de proyectos. Producción por puestos fijos. Metodología PMBOK: Organización de la producción y dirección de operaciones*. [pdf] [ed.] Ediciones Díaz de Santos. 10 de octubre de 2012. ed. Ediciones Díaz de Santos, Madrid, España. ISBN: 8499693555, 9788499693552.
35. Pérez Hernández, Claudia y Alvarez Sandoval, Juan José. PMBOK (Project Management Body of Knowledge). Universidad Tecnológica de Hermosillo. [En línea] 22 de octubre de 2011. [Citado el: 25 de enero de 2013.] México. <http://www.slideshare.net/JoseSandoval9/pmbok-9825141>.
36. Lugo Arraga, Juan Isaac y Segura Campillo, Cesar. PMBOK. ITI 7-1. [En línea] 19 de octubre de 2011. [Citado el: 25 de enero de 2013.] <http://www.slideshare.net/JuanLugo90/pmbok-9774933>.
37. Teamboxers. Teambox. *The most complete collaboration solution*. [En línea] 2013. [Citado el: 18 de Marzo de 2013.] California, Estados Unidos. <http://www.teambox.com/>.
38. Centro de excelencia de software libre de Castilla La Mancha. *Análisis de aplicación: Teambox*. [pdf] s.l. : Junta de Comunidades de Castilla, 2011. La Mancha, España.
39. Project-Open. Bridging the gap between ERP and PM. [En línea] 2012. [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] Barcelona, España. <http://www.project-open.com/>.
40. Gongo labs Soluciones. *ERP Open source Project Open. Qué es Project-Open*. [En línea] [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] Valencia, España. <http://www.gongolabs.com/es/erp-project-open>.
41. Edgwall Software. Trac. Integrated SCM & Project Management. *Welcome to the Trac Open Source Project*. [En línea] 2012. [Citado el: 17 de febrero de 2013.] trac.edgwall.org.
42. Atlassian. Atlassian. *Jira*. [En línea] 2013. [Citado el: 15 de marzo de 2013.] Sydney, Australia. <http://www.atlassian.com/es/software/jira/overview>.
43. Centro de excelencia de software libre de Castilla La Mancha (CESLCAM). Bilib. Centro de Apoyo Tecnológico a Emprendedores. *Análisis de aplicación: Redmine*. [En línea] 18 de marzo de 2010. [Citado el: 12 de Septiembre de 2012.] La Mancha, España. <http://www.bilib.es/recursos/analisis-de-aplicaciones/analisis/doc/analisis-de-aplicacion-redmine/>.
44. Universidad de las Ciencias Informáticas. MGPI - GESPRO - Maestria Gestión de Proyectos Informáticos. *MANUAL DE USUARIO. PAQUETE DE HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS. GESPRO*

- 12.05. [En línea] Tomo I, 10 de mayo de 2012. [Citado el: 10 de diciembre de 2012.] Habana, Cuba.. http://gespro.maestriagp.prod.uci.cu/attachments/download/586/2012_05_10_Manual-GESPRO_Tomo_I.pdf.
45. MALLAR, Miguel Ángel. Revista Visión de Futuro. *La Gestión por Procesos: un enfoque de gestión eficiente*. [En línea] vol.13, n.1, 2010. [Citado el: 16 de febrero de 2013.] Argentina. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-87082010000100004&lng=es&nrm=iso. ISSN 1668-8708.
46. Pérez Fernández de Velasco , José Antonio . *Gestión por procesos*. [En línea] 3ra edición actualizada y ampliada, enero de 2009. [Citado el: 14 de noviembre de 2012.] Madrid, España. <http://books.google.com/cu/books?id=koSkh64nRb4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. ISBN: 978-84-7356-588-2.
47. Object Management Group, Inc. Object Management Group. Business Process Model and Notation. [En línea] 2012. [Citado el: 16 de febrero de 2013.] <http://www.bpmn.org/>.
48. Raj, Jog y Owen, Martin. Object Management Group. Business Process Model and Notation. *BPMN and Business Process Management*. [En línea] Septiembre de 2003. [Citado el: 16 de febrero de 2012.] http://www.omg.org/bpmn/Documents/6AD5D16960.BPMN_and_BPM.pdf.
49. Uhl, Axel y Gollenia, Lars Alexander. *Business Transformation Management Methodology*. [pdf] s.l. : Gower Publishing, Ltd., 2012, 28 de diciembre de 2012. Boston, Estados Unidos. ISBN 1409483983, 9781409483984.
50. Freund, Jakob, Rucker, Bernd y Hitpass, Bernhard. *BPMN 2.0 Manual de Referencia y Guía Práctica*. [pdf] Marzo de 2011. Santiago de Chile, Chile. ISBN 9563451821, 9789563451825.
51. Sanchis, Raquel, Poler, Raúl y Ortiz, Ángel . *Técnicas para el Modelado de Procesos de Negocio en Cadenas de Suministro*. Valencia, España : s.n., 2009. Inf. tecnol., Vol. 20 n.3. pp. 29-40. ISSN 0718-0764.
52. *Propuesta de un modelo para gestionar procesos que utiliza la metodología IDEF0 y que cumple con los requisitos del modelo EFQM de Excelencia y de la norma ISO 9001:2000*. Brull Alabart, Enric. 34, s.l. : Equipo Editorial Cogiti, diciembre de 2007, Técnica Industrial. Madrid, España. ISSN: 0040-1838. ISSN-internet: 2172-6957.
53. Knowledge Based Systems, Inc. IDEF. Integrated DEFinition Methods. *IDEF0 Function Modeling Method*. [En línea] 2010. [Citado el: 12 de Febrero de 2013.] Texas, Estados Unidos. <http://www.idef.com/IDEF0.htm>.
54. Abogado de HIDROESPOL E.P. HIDROESPOL E.P. *Gestión por procesos*. [En línea] 2011. [Citado el: 19 de octubre de 2012.] Guayaquil, Ecuador. <http://hidroespol.gob.ec/index.php/procesos>.
55. Colectivo de autores. Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española. Vigésima segunda edición*. [En línea] 2010. [Citado el: 16 de febrero de 2013.] España. <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?id=xzHZWdlqrDXX2u7iR2i0>.

56. Piñero Pérez, Pedro Yobanis. *Pasos de la técnica Tormenta de ideas*. [recopil.] Lissete González Gallo. La Habana, Cuba, 27 de mayo de 2013. pág. 2.
57. Sommerville, Ian. *Software Engineering, 9/E*. [pdf] [ed.] Addison-Wesley. University of St Andrews : s.n., 2011. 792 pp. Scotland. ISBN-10: 0137035152 ISBN-13: 9780137035151.
58. Viera Lorenzo, Yanay . Las dependencias entre requisitos. *Método de análisis de impacto en el alcance de proyectos a partir de los cambios en los requisitos*. La Habana, Cuba, 31 de mayo de 2013. pág. 1.
59. Piñero Pérez, Pedro Yobanis. *Tesis doctoral: Un modelo para el aprendizaje y la clasificación automática basado en técnicas de softcomputing*. [pdf] s.l. : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2005. La Habana, Cuba.
60. Piñero Pérez, Pedro Yobanis, Bello, Rafael y Pérez Pupo, Iliana. *Conferencia: Introducción a softcomputing, Computación con palabras*. [ppt] La Habana, Cuba : Universidad de las Ciencias Informáticas, marzo de 2013.
61. Piñero Perez, Dr.C Profesor Auxiliar Pedro Y. *Conferencia: Planificación vista desde: Gestión de Alcance y Gestión de tiempo*. [ppt] s.l., La Habana, Cuba : Grupo de Gestión de Proyectos, 20 de noviembre de 2010.
62. iGrafx, LLC. iGrafx®. *iGrafx® Process™ 2013*. [En línea] iGrafx Enabling Process Excellence™, 2013. [Citado el: 18 de abril de 2013.] Tualatin, Estados Unidos. <http://www.igrafx.com/>.
63. Software AG. software AG. *ARIS Business Architect & Designer*. [En línea] 2013. [Citado el: 18 de abril de 2013.] Darmstadt, Germany. http://www.softwareag.com/corporate/products/aris_platform/aris_design/business_architect/overview/default.asp.
64. No Magic. No Magic. *MagicDraw*. [En línea] 2013. [Citado el: 18 de abril de 2013.] Texas, Estados Unidos. <http://www.nomagic.com/products/magicdraw.html>.
65. CA Technologies. ERwin. *CA ERwin Data Modeler*. [En línea] CA, Inc., 2013. [Citado el: 18 de abril de 2013.] Islandia, New York, Estados Unidos. <http://erwin.com/products/data-modeler>.
66. Castro Ruz, Raúl. *Clausura del IX Congreso de la Unión de Jóvenes Comunistas*. La Habana, Cuba : s.n., 2010. Discurso.
67. Partido Comunista de Cuba. *Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución*. La Habana, Cuba : s.n., 2011. pág. 38, Resolución. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba.

ANEXOS

Anexo 1: Entradas del proceso Planificar el Alcance

- Acta de Constitución del Proyecto
- Factores Ambientales de la Empresa
- Activos de los Procesos de la Organización
- Plan de Gestión del Proyecto

Acta de Constitución del Proyecto

- Requisitos que satisfacen necesidades, deseos y expectativas
- Necesidades del negocio, descripción del proyecto, o requisitos del producto
- Finalidad o justificación del proyecto
- Gestor de proyecto y nivel de autoridad
- Resumen de cronograma de hitos
- Influencias de los interesados
- Organizaciones funcionales y su participación
- Asunciones de la organización
- Restricciones de la organización
- Oportunidades del negocio que justifican el proyecto
- Presupuesto resumido

Factores Ambientales de la Empresa

- Cultura
- Infraestructura
- Herramientas
- Recursos humanos
- Políticas relativas al personal
- Condiciones del mercado

Activos de los Procesos de la Organización

- Políticas de la organización sobre la planificación y gestión del alcance.
- Procedimientos de la organización sobre planificación y gestión del alcance.
- Información histórica de proyectos anteriores, especialmente lecciones aprendidas.

Plan de Gestión del Proyecto

- Plan de gestión de alcance
- Plan de gestión de cronograma
- Plan de gestión de costos
- Plan de gestión de calidad
- Plan de mejoras del proceso
- Plan de gestión del personal
- Plan de gestión de comunicaciones
- Plan de gestión de riesgos
- Plan de gestión de adquisiciones
- Gestión de los interesados
- Lista de hitos
- Calendario de recursos
- Línea base del cronograma
- Línea base del costo
- Línea base de calidad
- Registro de riesgos

Anexo 2: Mecanismos para la recolección de procesos y requisitos.

- Tormenta de ideas (explicado en el epígrafe 2.2.2.1 Planificar el alcance)
- Prototipado
- Entrevista
- Observación
- Estudio de documentación
- Toma de decisiones en grupo

Un **prototipo** es un modelo (representación, demostración o simulación) fácilmente ampliable y modificable de un sistema planificado, que incluye una interfaz y funcionalidades de entradas y salidas. El prototipado permite determinar procesos y requerimientos de análisis de la interfaz de usuario conjuntamente con los usuarios de un grupo. Modela el producto final y trata de coleccionar la información para llegar a un consenso con lo que desea el cliente.

Una **entrevista** es un diálogo intencionado entre el entrevistado y el entrevistador, con el objetivo de recopilar información sobre la investigación, bajo una estructura particular de preguntas y respuestas.

La **observación** es una técnica de investigación que consiste en observar personas, procesos, objetos, acciones, y otros, con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación.

El **estudio de documentación** consiste en revisar el contenido, es decir, implica la adquisición de conceptos, hechos, principios, relaciones, procedimientos, y otros. Puede ser de manera individual o colectiva.

La técnica de **toma de decisiones en grupo** es un proceso de evaluación de múltiples alternativas para futuras acciones. Esas técnicas pueden ser usadas para generar y priorizar los requerimientos del producto. Hay múltiples métodos para lograr una decisión de grupo.

Anexo 3: Mecanismos del proceso Definir el alcance.

- Tormenta de ideas (explicado en el epígrafe 2.2.2.1 Planificar el alcance)
- Juicio de Expertos (explicado en el epígrafe 2.2.2.1 Planificar el alcance)
- Computación con palabras (explicado en el epígrafe 2.2.3 Definir el alcance)
- Análisis del Producto
- Análisis de los Interesados

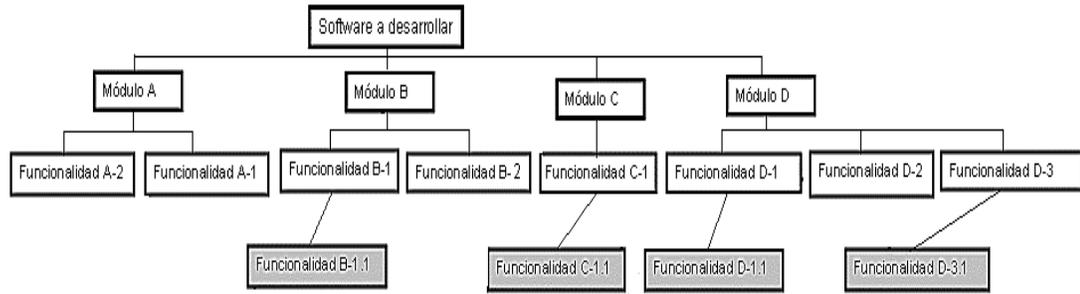
Análisis del Producto

Cada área de aplicación tiene uno o más métodos generalmente aceptados para traducir los objetivos del proyecto en productos entregables y requisitos tangibles. El análisis del producto incluye técnicas tales como: desglose del producto, análisis de sistemas, ingeniería de sistemas, ingeniería del valor, análisis del valor y análisis funcional.

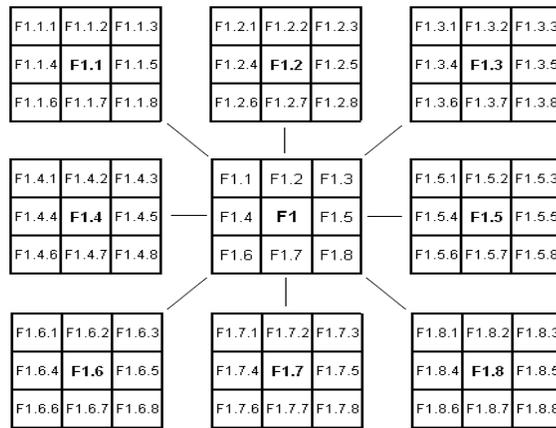
Análisis de los Interesados

El análisis de los interesados identifica la influencia y los intereses de los diversos interesados y documenta sus necesidades, deseos y expectativas. El análisis entonces selecciona, prioriza y cuantifica las necesidades, deseos y expectativas para crear requisitos. Las expectativas no cuantificables, tales como la satisfacción del cliente, son subjetivas e implican un alto riesgo de no ser logradas con éxito. Los intereses de los interesados pueden verse afectados positiva o negativamente por la ejecución o la conclusión del proyecto, y también pueden ejercer una influencia sobre el proyecto y sus productos entregables.

Anexo 4: Árbol de descomposición construido siguiendo divide y vencerás.



Anexo 5: Diagrama Diamante de Mandala.



Anexo 6: Gráfico causa efecto adaptado.

