



Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 3

Modelo para la Gestión de Alcance
en los proyectos de producción de
software del CENTALAD.

**Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas**

Autor: Héctor Luis Reyes Zaldívar

Tutores: Dr.C. Pedro Yobanis Piñeiro Pérez

Ing. Marisleydis Socas Alvez

Ciudad de la Habana, Junio 2009

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los 4 días del mes de junio del año 2009.

Héctor Luis Reyes Zaldívar

Ing. Marisleydis Socas Alvez

Firma del autor

Firma del tutor

Dr. C Pedro Yobanis Piñero Pérez

Firma del tutor

Opinión de los tutores del trabajo de diploma

Título: **Modelo para la Gestión de Alcance en los proyectos de producción de software en CENTALAD.**

Autor(es): **Héctor Luis Reyes Zaldívar**

Los tutores del presente Trabajo de Diploma consideran que durante su ejecución el diplomante mostró las cualidades que a continuación se detallan.

En el trabajo desarrollado por el autor a lo largo de varios meses de trabajo demostró poseer cualidades imprescindibles en un buen profesional. Trabajó con muy alta independencia, originalidad, creatividad, laboriosidad y responsabilidad, reafirmando los conocimientos y valores adquiridos durante estos cinco años. El autor demostró gran dominio de la metodología científica; la investigación cumple plenamente con los objetivos planificados y resulta coherente en todo momento, lo que le permitió redactar un documento adecuado y útil, riguroso, didáctico y objetivo.

Como aspectos principales de la investigación resaltan una adecuada selección y aplicación de métodos de investigación científica, una amplia y profunda revisión bibliográfica, actual y pertinente, un resultado de gran valor práctico para los proyectos productivos de la Universidad de las Ciencias Informáticas, particularmente para el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos, centro de desarrollo de software de gran impacto e importancia para nuestro país.

Por todo lo anteriormente expresado consideramos que el estudiante está apto para ejercer como Ingeniero en Ciencias Informáticas; y proponemos que se le otorgue al Trabajo de Diploma la calificación de 5 puntos. Además se considera que los resultados obtenidos poseen gran valor para ser presentados en eventos científicos y para ser publicados.

Ing. Marisleydis Socas Alvez

Dr. C. Pedro Y. Piñero Pérez

Firma

Firma

Fecha

DEDICATORIA

*A mis padres,
que han sido luz y fuerza para alcanzar este empeño.*

AGRADECIMIENTOS

A mamá: porque nadie me ha dado tanto, sería imposible; por la eterna deuda; por tanto sacrificio inimaginable; por dedicar su vida exclusivamente a ser madre.

A papá: por ser mi gran héroe, mi maestro, mi inspiración, mi compromiso; por el apoyo inmenso e incondicional; por enseñarme un modo de llevar la vida.

A Susy, Juana la iguana, mi hermanita, mi gran amor, a nadie extrañé como a ti durante estos 5 años y eso te hace gran parte de este logro. Tengo contigo la deuda de la distancia en tanto tiempo.

A Papú, que podría decirte mi viejo, cuánto diera porque vivieras esta alegría conmigo.

A Tata, toda mi admiración y respeto para ti; gracias inmensas por quererme mucho.

A abuelita, tan lejana ya en los recuerdos, pero su cariño mucho ayudó en ser hoy un hombre de bien.

A Papú Héctor y abuela Matilde, su preocupación e interés por mí los hace parte de esto.

A mis hermanos: Nene, por ser un gran brother; Carmía, Tere, Daniel, Eliza e Hilda, gracias por todo. Hilda, mi hermana, te defraudé, no me hice famoso pero al menos sí ingeniero, ¿te vale igual?

A mis sobrinos, especialmente a Jorgito, que digitalmente me acompañó buena parte de este tiempo.

A Betico, mi hermano primo, te quiero mucho mucho, y por supuesto a mi tía y mi tío.

A mis grandes amigos en estos años: Niudis, Armando, Daniel, Darián, Eliober, Jose, Julito. Los quiero mucho mis hermanos. Fue un honor y un placer compartir con ustedes.

A mi compañero de tesis (aunque distintas) Omar, brother: las luchamos y las hicimos.

A mis amigos y compañeros de aula: Julio, Yoga, Lobo, Frank, Lisett, Thaís, Ilú, Many, Jenny, Maylén, José Miguel, Enrique, Pay, Dariel, Kenny, Anna, buenos amigos, ustedes saben que les agradezco.

A mis tutores Mary y Pedro, por las enseñanzas.

A los hermanos de mi papá que tanto apoyo logístico y amistad brindaron: Calderín, Rafa, Laffo y otros muchos.

A los amores difíciles, por mover mi mundo.

A mis vecinos por estar al tanto de mis pasos y demostrarme cariño.

A Fidel, por tener la maravillosa idea de crear esta universidad.

Y a todo aquel que de alguna forma ha ayudado, consciente o no, a realizar este sueño.

RESUMEN

El presente trabajo propone un modelo para la Gestión de alcance en proyectos de producción de software. Para la confección del mismo primeramente se realizó un estudio del estado del arte de las tendencias mundiales respecto a la Gestión de alcance, analizando sus ventajas y desventajas como punto de partida para la creación del nuevo modelo. El modelo propuesto parte además de las características del modo de producción de la Universidad de las Ciencias Informáticas. El mismo define la representación lógica de procesos necesarios para gestionar el alcance del proyecto. Establece de manera detallada las actividades que los conforman y a su vez los roles involucrados en cada una de ellas, además de los artefactos generados en cada proceso y su uso, sea de entrada o salida. Se concibió la inclusión de plantillas dentro de cada proceso.

Palabras claves: Gestión de alcance, Alcance del producto, Alcance del proyecto, Gestión de proyectos.

ABSTRACT

This work proposes a model for Scope Management in software production projects. For the confection of this, first was made a study in the state of the art world trends regarding the Scope Management, analyzing their advantages and disadvantages as a starting point for the new model. The proposed model has also the characteristics of the mode of production of the University of Information Sciences. It defines the logical representation of processes required to manage the project scope. Sets out in detail the activities that comprise and in turn the roles involved in each, in addition to the artifacts generated in each process and its use, be input or output. It was conceived the inclusion of templates within each process.

Keywords: Scope management, Product scope, Project scope, Project management

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: Fundamentación teórica	5
1.1. Introducción	5
1.2. Conceptos necesarios	5
1.3. Tendencias mundiales sobre la Gestión de alcance	6
1.3.1. Guía del PMBOK®: Gestión del Alcance del Proyecto	7
1.3.1.1. Coleccionar requerimientos.	8
1.3.1.2. Definición del alcance	9
1.3.1.3. Crear Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)	9
1.3.1.4. Verificación del alcance	10
1.3.1.5. Control del alcance	10
1.3.2. CMMI: Planeación de Proyecto (PP) y Gestión de Requerimientos (REQM)	11
1.3.2.1. Planeación de Proyecto (PP)	11
1.3.2.2. Gestión de Requerimientos (REQM)	12
1.3.3. MSF: Disciplina de Gestión de Proyectos: Gestión de Alcance	12
1.3.3.1. Alcance en la fase inicial	13
1.3.3.2. Definición del alcance	13
1.3.3.3. Control de cambios del alcance	14
1.3.4. IPMA-ICB: Competencias técnicas: Alcance y entregables	14
1.3.4.1. Alcance	15

1.3.4.2. Entregables.....	16
1.3.4.3. Posibles pasos.....	16
1.3.5. Enfoque de Pressman	17
1.4. Gestión de alcance en la Universidad de las Ciencias Informáticas.....	17
1.5. Desviación del alcance: el principal riesgo.....	21
1.6. Conclusiones parciales.....	23
CAPÍTULO 2: Modelo para la Gestión de alcance	25
2.1. Introducción.....	25
2.2. Presentación y Alcance	25
2.3. Principios y premisas.....	30
2.3.1. Principios.....	30
2.3.2. Premisas.....	30
2.4. Procesos	31
2.4.1. Identificación de los requerimientos	31
2.4.1.1. Coleccionar requerimientos	33
2.4.1.2. Formalizar requerimientos	34
2.4.2. Definición.....	35
2.4.2.1. Definir los productos entregables.....	37
2.4.2.2. Elaborar enunciado del alcance del proyecto.....	37
2.4.3. Creación de la EDT	39
2.4.3.1. Definir descomposición del trabajo	41
2.4.3.2. Descomponer el trabajo.....	43
2.4.3.3. Crear la EDT.....	46
2.4.4. Verificación.....	47
2.4.4.1. Inspeccionar el alcance.....	48

2.4.5. Control.....	49
2.4.5.1. Analizar desviación del alcance	51
2.4.5.2. Replanificar.....	52
2.5. Roles y responsabilidades.....	52
2.6. Artefactos	54
2.7. Resumen del modelo.....	55
2.8. Conclusiones parciales.....	56
CAPÍTULO 3: Aplicación de la propuesta	57
3.1. Introducción.....	57
3.2. Aplicación de la propuesta.....	57
3.2.1. Requerimientos identificados	60
3.2.1.1. Actividad Coleccionar requerimientos	60
3.2.1.2. Actividad Formalizar requerimientos	60
3.2.2. Alcance definido	62
3.2.2.1. Actividad Definir los productos entregables.....	62
3.2.2.2. Actividad Elaborar enunciado del alcance del proyecto.....	65
3.2.3. EDT creada	66
3.2.3.1. Actividad Definir los descomposición del trabajo.....	66
3.2.3.2. Actividad Descomponer el trabajo.....	67
3.2.3.3. Actividad Crear la EDT.....	68
3.2.4. Resumen de la aplicación.....	69
3.3. Conclusiones parciales.....	69
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXOS.....	75

Anexo 1: Plantilla Requerimientos del Proyecto	75
Anexo 2: Plantilla Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos	76
Anexo 3: Plantilla Enunciado del Alcance del Proyecto	77
Anexo 4: Plantilla Estructura de Desglose del Trabajo	79
Anexo 5: Plantilla Descripción de la EDT.....	79
Anexo 6: Plantilla Verificación del Alcance	80
Anexo 7: Requerimientos del Proyecto – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0	81
Anexo 8: Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0	90
Anexo 9: Enunciado del Alcance del Proyecto – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0	93
Anexo 10: Estructura de Desglose del Trabajo – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0	98
Anexo 11: Descripción de la EDT – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de los artefactos.....	54
Tabla 2 Resumen del modelo propuesto.....	55
Tabla 3 Matriz de trazabilidad de los requerimientos funcionales hacia los productos entregables	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases del proyecto según PMBOK y los procesos de la Gestión del alcance del proyecto	8
Figura 2 Definición y cálculo de las capacidades de competencia de IPMA.....	15
Figura 3 Resultado de la Evaluación de CMMI. AP: REQ. Imagen de (Mondragón Campos, 2008)....	20

Figura 4 Resultado de la Evaluación de CMMI. AP: PP. Imagen de (Mondragón Campos, 2008)	21
Figura 5 Representación de un modelo	26
Figura 6 Procesos del modelo en las fases de la gestión de proyectos de software	27
Figura 7 Flujo de procesos más común en el modelo propuesto.....	28
Figura 8 Representación del proceso Identificación de los requerimientos	32
Figura 9 Representación del proceso Definición	36
Figura 10 Representación del proceso Creación de la EDT	40
Figura 11 Plantilla de EDT orientada a fases	42
Figura 12 Plantilla de EDT orientada a productos entregables.....	42
Figura 13 Plantilla de EDT combinada.....	42
Figura 14 Representación del proceso Verificación	48
Figura 15 Representación del proceso Control	50
Figura 16 Firma de Aceptación del documento Requerimientos del Proyecto.	61
Figura 17 Composición básica de la EDT basada en la plantilla guiada por fases.	66
Figura 18 Desglose de la Gestión del proyecto.	67
Figura 19 Desglose de trabajo de la aplicación DataMining.	68

INTRODUCCIÓN

El hombre ha hecho su historia y cuanto hay de positivo en ella ha sido el resultado de esfuerzos exitosos. Día a día se ha propuesto metas que por difíciles y por alcanzarlas lo han lanzado a dominar este mundo que vivimos. Cuanto ha logrado ha sido fruto del empeño aplicado en pos de límites visibles, en su mayoría lejanos y arduos, pero visibles. El éxito de un emprendimiento depende, en gran medida, de la capacidad que se tenga para definir cada paso que se dará hacia el objetivo y cuánto se deberá apostar en cada uno de ellos.

Un proyecto parte de una idea, de un sueño; convertirlo en un producto usable y profesional requiere de una seria y eficiente gestión, que es en este caso la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requerimientos del mismo, según define (PMI, 2008). Una de las áreas constituyentes de esta disciplina se ha definido como Gestión de Alcance y es la encargada de definir la totalidad del trabajo necesitado para darle conclusión al proyecto, el conjunto de requerimientos a alcanzar por el producto, la suma de tareas para un fin común. Una detallada definición del alcance o área de competencia garantiza destinar solo la justa cantidad de esfuerzos y recursos para obtener lo que se quiere. Constituye entonces un proceso crítico para el desarrollo de cualquier proyecto, y es en el caso de proyectos de software en el que se centra esta investigación.

Instituciones como PMI (Project Management Institute), SEI (Software Engineering Institute), Microsoft Corp., e IPMA (International Project Management Association) entre otras, han desarrollado propuestas y guías de su visión de la Gestión de proyectos y cómo sugieren debe ser aplicada. Cada una con sus especificidades pero en general bien completas proveen de una base para el conocimiento de este tema y de rico material para crear de entre ellas un modelo adecuado a la particularidad del proyecto donde se quiera aplicar y de acuerdo a las condiciones con que este cuente. La dirección de proyectos de software funciona respaldada por estas teorías y métodos que le garantizan logro y profesionalidad en sus objetivos. Es coincidente la importancia dada a la etapa de conceptualización o definición de alcance en cada una de ellas. Este énfasis viene justificado por fallos que se han vuelto característicos en la industria del software, la misma experimenta además una inevitable y bienvenida tendencia al crecimiento en volumen y complejidad. Entre otros fallos despuntan la planificación irreal y los cambios

no controlados, consecuencia directa de una ineficiente Gestión de Alcance dada por la no conceptualización o utilización de un modelo basado en las buenas prácticas y experiencia de la vanguardia mundial en estos temas. Un proyecto de software puede ser considerado exitoso si cumple con los requerimientos, es entregado en tiempo y dentro del presupuesto (Powell, 1996), y la realidad actual es que anualmente alrededor del 70% de ellos no logra esta ansiada categoría (Standish-Group-International, 2001).

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) surge como estratégica respuesta a la necesidad de creación de un polo para el desarrollo de software y demás productos informáticos, y en consecuencia un notable aporte económico y de formación de recurso humano profesional para el país. Durante 7 años de existencia los propósitos iniciales se han ido alcanzando pero mantenerlos y elevarlos a los niveles más altos que la competencia en esta área científica exige depende directamente de la calidad con que sean creados los productos y de la capacidad que se tenga para hacerlo en los límites de requisitos, tiempo y coste acordados inicialmente.

Numerosos son los proyectos desarrollados y en desarrollo de esta institución, basados además en la vinculación estudio-trabajo en la cual sobre los estudiantes recae parte de la administración y desarrollo del proyecto de software, lo cual constituye en sí un riesgo para una buena gestión, aunque no el único dado que los profesionales recién graduados por la institución también carecen de la experiencia necesaria y asumen dentro de la producción importantes responsabilidades. Con frecuencia los proyectos productivos sufren afectaciones en su cronograma, en la calidad del producto, en el presupuesto, en la formación de los estudiantes (DrC. Pinero Perez, 2008). Las prácticas implementadas por muchos de los principales encargados de la investigación y creación de software en la universidad no son siempre las más completas, lo que conlleva a una ineficiente administración de requisitos que da al traste con inconsistencias entre estos y los subproductos y planes del proyecto. Lo anterior fue definido en una validación de procesos revisados sobre la base del nivel 2 o Administrado del modelo de referencia CMMI realizada a la UCI cuyos resultados se exponen en (Mondragón Campos, 2008) y que serán analizados más adelante en la investigación. Los mismos demostraron la necesidad de aplicar, y preferentemente institucionalizar, prácticas y procesos indiscutiblemente críticos para un desarrollo profesional de la industria del software en este centro.

Sumado a esto, el modelo propuesto oficialmente para la gestión de proyecto e ingeniería de software en la UCI, el cual está concentrado en el Expediente de Proyecto, no exige una gestión de alcance,

solamente se limita a solicitar información breve sobre el Enunciado del alcance en una de sus plantillas. Requiere además una Lista tabular de entregables, que aunque pudiese interpretarse como similar de la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) no brindaría las potencialidades que ofrece esta como elemento del alcance, tales como mostrar la visión detallada del esfuerzo necesario para obtener cada entregable o servir de base en los procesos de análisis de los cambios en el alcance, lo que resulta una entrada inapropiada para la eficiente gestión del cronograma y los costes. No demanda tampoco un proceso para el control de los cambios que puedan surgir en el alcance del proyecto y mucho menos para la definición de la trazabilidad entre requisitos y entregables. Añadiéndole a estas faltas la ya mencionada ausencia de la EDT que constituye la principal salida, y su construcción el principal proceso de la Gestión de alcance.

La problemática descrita lo convierte entonces en un modelo ineficiente y riesgoso, adjetivos inadmisibles para el proceso de desarrollo implantado en la UCI teniendo en cuenta el prestigio a defender y por ganar. Por lo anteriormente expuesto este trabajo de diploma se propone resolver el siguiente **problema científico**:

Las insuficiencias en los modelos existentes para la Gestión de alcance en el proceso de gestión de proyectos en su etapa de desarrollo están afectando la definición de los límites de los proyectos y productos en el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD).

Por consiguiente el **objeto de estudio** comprende la Gestión de proyectos de software.

El **objetivo general** de este trabajo es desarrollar un modelo para la Gestión de alcance en el proceso de gestión de proyectos en su etapa de desarrollo que posibilite la mejora en el proceso de definición de los límites de los proyectos y productos en el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD).

Como **campo de acción** se establece la Gestión de alcance en los proyectos de desarrollo de software.

Hipótesis: si se desarrolla un modelo que facilite la Gestión de alcance en el proceso de gestión de proyectos en su etapa de desarrollo se contribuirá a la mejora en el proceso de definición de los límites de los proyectos y productos en el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD).

Para llevar a cabo esta investigación y dar cumplimiento al objetivo de la misma se concibieron las siguientes **tareas de investigación**:

- ✓ Estudio del enfoque propuesto por el Project Management Institute (PMI), Microsoft Solution Framework (MSF), Software Engineering Institute (SEI), International Project Management Association (IPMA), Dr. Roger Pressman y la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) sobre la aplicación de la Gestión de Alcance.
- ✓ Diseño de un modelo que facilite la Gestión de alcance durante el desarrollo de proyectos de software.
- ✓ Aplicación del modelo propuesto en un proyecto del Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD).
- ✓ Validación del modelo propuesto en un proyecto del Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD).

La estrategia de investigación utilizada para darle cumplimiento a estas tareas es la explicativa o experimental. Los métodos teóricos utilizados fueron los siguientes: Analítico-Sintético, porque se hace énfasis en el análisis de las teorías, documentos, entre otros, que permite la extracción de los elementos más importantes para procesar la información y elaborar conclusiones; Sistemico, ya que permite descomponer el problema en sus componentes y analizar cada uno según su interacción como un todo dentro del sistema; y el Hipotético deductivo porque permitió el establecimiento de una hipótesis que se soluciona con la investigación.

El presente trabajo consta de 3 capítulos. El Capítulo 1 contiene la fundamentación teórica y estudio de estado del arte de la Gestión de alcance tanto a nivel mundial como en la Universidad de las Ciencias Informáticas. En el Capítulo 2 será definida la propuesta de modelo para esta área de conocimiento enmarcada en proyectos de software, dentro del cual serán expuestos sus características, procesos, actividades y técnicas en general. El capítulo 3 expondrá los resultados obtenidos en la implantación del modelo en un caso de estudio.

CAPÍTULO 1: Fundamentación teórica

1.1. Introducción

En el presente capítulo se realiza un estudio de estado del arte de la Gestión de Alcance, un análisis de las tendencias mundiales actuales como resultado de la evolución de esta área de conocimiento. Se exploran además las instituciones líderes que han dedicado esfuerzos y realizado relevantes aportes en este sentido. La evaluación de las metodologías y procesos incluidos en este capítulo está soportada por la reseña de sus principales características, los métodos, procesos o actividades que propongan, la gestión documental que exijan o generen, entre otros puntos de acuerdo con el caso en estudio. Es al mismo tiempo una evaluación crítica de acuerdo a los intereses y necesidades del modelo de producción de software en entornos similares a los de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

1.2. Conceptos necesarios

El primer paso para la realización del estudio de un tema es establecer con claridad sus concepciones fundamentales. A continuación se presentan conceptos necesarios para una introducción a la Gestión de alcance.

Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (PMI, 2008). Temporal significa que cada proyecto tiene un comienzo definido y un final definido. El final se alcanza cuando se han logrado los objetivos del proyecto o cuando queda claro que los objetivos del proyecto no serán o no podrán ser alcanzados, o cuando la necesidad del proyecto ya no exista y el proyecto sea cancelado. Un proyecto crea productos entregables únicos. Productos entregables son productos, servicios o resultados. Los proyectos pueden clasificarse en públicos y productivos, de acuerdo a si persiguen beneficios económicos o no, respectivamente (Parodi, 2001).

Según definición brindada en (Cruz Mulet, y otros, 2008) la Gestión de proyecto es un área interdisciplinaria donde convergen elementos de psicología, sociología, técnicas de dirección, gestión de contratación, conocimientos técnicos del área concreta donde se aplique, técnicas de ayuda a la toma

de decisiones y un enfoque dirigido a la calidad. Tiene como objetivo organizar las acciones para alcanzar la satisfacción completa de las necesidades de los beneficiados con el proyecto específico; manteniendo un balance entre costo, tiempo y calidad. Debe estar apoyada en el uso de herramientas que automaticen y ayuden a la organización del trabajo.

El alcance se enuncia como la suma total de todos los productos, servicios y resultados que se proporcionarán como un proyecto. Asociados a este concepto se definen los siguientes:

- Alcance del producto: se corresponde a las características o funciones que estarán incluidos en el producto o servicio a desarrollar, y este se mide en relación con los requerimientos.
- Alcance del proyecto: se corresponde al trabajo que debe ser hecho con el objetivo de entregar un producto con características y funciones definidas y solicitadas por el cliente.

La Gestión del alcance del proyecto se define como el área que incluye los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto satisfactoriamente (Turner, 1992). La Gestión del alcance del proyecto se relaciona principalmente con la definición y el control de lo que está y no está incluido en el proyecto.

Los conceptos anteriores evidencian la importancia de la Gestión de Alcance dentro de la Gestión de Proyectos de Software y en tal sentido se hace necesaria la evaluación de las tendencias mundiales actuales sobre estos temas.

1.3. Tendencias mundiales sobre la Gestión de alcance

El estudio del estado del arte de la presente investigación se basa en las principales tendencias existentes en el mundo en la actualidad respecto a la Gestión de Alcance. El estudio se basa en modelos propuestos por los más prestigiosos centros de pensamiento enfocados a la Gestión de proyectos. Se tienen en cuenta además otros importantes criterios y elementos, a consideración necesarios para la realización de un análisis válido respecto al tema en estudio.

1.3.1. Guía del PMBOK®: Gestión del Alcance del Proyecto

El cuerpo de conocimiento de la Gestión de Proyectos (PMBOK¹®) es el libro de estándares propuesto para esta disciplina por el Project Management Institute (PMI). Este instituto, fundado en 1969, es la asociación profesional sin fines de lucro más grande del mundo. Representa a los profesionales en dirección de proyectos a nivel universal. Desde su creación el PMI, a través del comité de estándares y colaboradores (entre ellos empresas, universidades, asociaciones de profesionales, especialistas y consultores en proyectos) ha realizado el estudio, evaluación y revisión de los modelos generalmente aceptados a nivel internacional, dando como resultado el estándar representado en la guía tratada en esta sección, entre otros, además de certificaciones y publicaciones especializadas (PMI México, 2009).

El PMBOK® es un estándar reconocido internacionalmente (IEEE², ANSI³) que trabaja con el uso del conocimiento, de las habilidades, de las herramientas y las técnicas para resolver requisitos del proyecto. La Guía del PMBOK® define un ciclo vital del proyecto, 5 grupos de procesos y 9 áreas de conocimiento de la tarea de administración de proyectos. (Jaeger, 2008) La primera edición fue publicada en 1987; el presente estudio se basa en la cuarta edición, lanzada en 2008.

PMBOK® define la Gestión del Alcance del Proyecto como el área que incluye los procesos necesarios para asegurarse que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y solo el trabajo requerido, para completar el proyecto satisfactoriamente. La Gestión del Alcance del Proyecto se relaciona principalmente con la definición y el control de lo que está y no está incluido en el proyecto. Los procesos propuestos por esta guía para la Gestión de alcance son 5, además de su breve explicación también son incluidas las entradas y salidas, las técnicas y las herramientas involucradas en cada caso. Los mismos se definen a continuación:

- Coleccionar requerimientos
- Definición del alcance
- Crear Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)
- Verificación del alcance
- Control del alcance

¹ Project Management Body of Knowledge

² Institute of Electrical and Electronics Engineers

³ American National Standards Institute

PMBOK® identifica 5 fases para el desarrollo de un proyecto: Inicio, Planificación, Ejecución, Control y Cierre. La Figura 1 propuesta en (Barato, 2004) constituye una representación de cada una de ellas y su relación con los procesos que integran la Gestión del Alcance del proyecto. Cada uno de estos procesos ha sido analizado de manera individual según lo definido en (PMI, 2008).

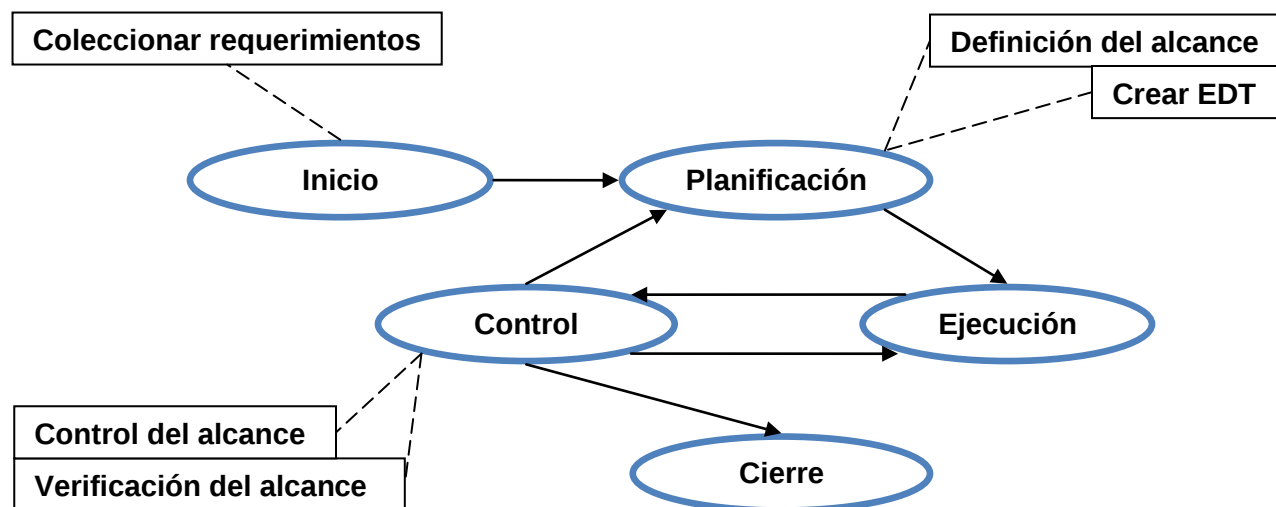


Figura 1 Fases del proyecto según PMBOK y los procesos de la Gestión del alcance del proyecto

1.3.1.1. Coleccionar requerimientos.

Este proceso es desarrollado en la fase de Inicio, el mismo se encarga de definir y documentar la visión del proyecto, tanto sobre la base de los límites del mismo como en funcionalidades del producto propiciando como resultado la satisfacción de las necesidades de los clientes o cualquier interesado. Esta visión es obtenida como requerimientos, los cuales guían el posterior proceso de desarrollo, por lo que se le otorga gran relevancia a su correcta captura y gestión. Además menciona que sobre la base de estos son determinados los planes de costo, tiempo y calidad. Este proceso es desarrollado partiendo de los datos de las potenciales fuentes de información. Mediante el uso de las técnicas propuestas, tales como Entrevistas, Juicios de expertos y Observación, deben ser obtenidos como salida documentos tales como el Plan de gestión de los requerimientos y la Matriz de trazabilidad.

1.3.1.2. Definición del alcance

La definición del alcance es el proceso donde debe hacerse una detallada descripción del alcance del proyecto y del producto, lo cual constituye una base de información muy importante para el equipo de desarrollo y produce como salida el Enunciado del alcance del proyecto. Es ejecutado en la fase de Planeación. Menciona la necesidad del análisis de las necesidades y expectativas de los interesados las cuales se convierten a requerimientos, además de la verificación de la inclusión en el documento de todas las asunciones y restricciones acordadas. Las técnicas propuestas para este proceso son Análisis del producto, Identificación de alternativas y Juicio de expertos.

1.3.1.3. Crear Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

Para el caso del proceso Crear EDT, que es desarrollado en la fase de Planificación, la Guía define como el proceso donde debe hacerse la descomposición total y jerárquica del trabajo hasta obtener subdivisiones, denominadas paquetes de trabajo, fáciles de programarse, supervisar, controlar y estimar sus costes. Es la ruptura de un proyecto grande en varios proyectos más pequeños, dado que sus posibilidades de éxito son más limitadas siempre que no se haga un desglose enfocado en una EDT (Jacowski, 2009). La estructura entonces define y organiza el alcance total del proyecto. Es además una representación directa del Enunciado del alcance del proyecto que fue obtenido en el proceso previo dado que la jerarquía propuesta está orientada a los productos entregables definidos en el mencionado documento y brinda una vista de estos. Esta estructura brinda beneficios tales como:

- Estimación: Proporciona una lista de referencia de las tareas que deben estimarse. Las estimaciones determinan el costo y la planificación.
- Recursos: Clarifica las necesidades de personal y habilidades de acuerdo a los elementos que deben hacer. También ayuda a demostrar las necesidades de recursos si los interesados solicitan una justificación.
- Secuenciación: Proporciona una lista de referencia de las tareas que pueden ser analizadas para dependencias y limitaciones de recursos en la planificación.
- Identificación de riesgos: Ayuda al equipo a considerar cada tarea al identificar los riesgos.
- Responsabilidad. Se puede utilizar para generar una matriz de responsabilidad.

1.3.1.4. Verificación del alcance

La Verificación del alcance es definida como el proceso encargado de comprobar el completamiento satisfactorio de los productos entregables así como su aprobación formal por los interesados de conjunto con el alcance total del proyecto. En el caso de este proceso la Guía especifica su diferencia con el Control de calidad, la cual radica en que no es el objetivo del proceso verificar el cumplimiento de requisitos de calidad por los entregables sino su aprobación en sí como unidad. La principal salida es la documentación de los productos entregables completamente aceptados, facilitada por la Inspección como técnica propuesta. Este proceso debe especificar como salida los entregables que fueron aceptados por el cliente y los que no. Es ejecutado en la fase de Control.

1.3.1.5. Control del alcance

Como último proceso aparece el Control del alcance, reflejado con una gran importancia dado que se propone como el encargado de enfrentar los inevitables factores de cambio que aparecen en la vida de un proyecto y controlar además el impacto causado por estos. Dicho control debe estar enfocado principalmente a la definición y aplicación de una estrategia para la gestión efectiva de los cambios solicitados y las acciones asociadas a estos. Se realiza además un análisis de la magnitud de la variación que puede aparecer en el alcance hasta ese momento definido como consecuencia del cambio ocurrido. En caso de ser aprobado el cambio e inevitable la fluencia de lo definido se procede entonces a la replanificación. Este proceso provoca como principales salidas las obligadas actualizaciones en los más importantes artefactos generados en los procesos previos. Se desarrolla en la fase de Control.

La Guía del PMBOK® brinda los principales elementos para llevar a cabo la Gestión de Alcance, pero es responsabilidad de quien la utilice, la definición y aplicación de una estrategia para su uso. En esta área de conocimientos no son especificadas las actividades que componen los procesos ni los roles y responsabilidades para su gestión. Tampoco implica específicamente proyectos de desarrollo del software sino que está diseñado para la gestión de proyectos de cualquier tipo, es decir, de modo genérico. El modelo que a continuación se estudiará si está enfocado al desarrollo de proyectos de software e incluye áreas de procesos relacionadas con la Gestión de Alcance.

1.3.2. CMMI: Planeación de Proyecto (PP) y Gestión de Requerimientos (REQM)

El modelo de integración de capacidad y madurez (CMMI⁴) es un modelo orientado a la mejora o evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software. Fue desarrollado por el Software Engineering Institute (SEI) de la Universidad de Carnegie Mellon y publicado en su primera versión en enero de 2002. El SEI es un instituto federal estadounidense de investigación y desarrollo, fundado en 1984 y que tiene como misión el avance en la Ingeniería de Software y disciplinas relacionadas para asegurar el desarrollo y operación de sistemas con previsibles costos y tiempo y mejor calidad (SEI, 2009).

CMMI consta de 5 niveles de madurez de acuerdo a su representación escalonada, además de 22 áreas de procesos en las que trabaja. Cada una de estas áreas está determinada por objetivos específicos que describen características únicas que deben estar presentes para satisfacerla. Estos objetivos específicos son numerados con el prefijo SG (Specific Goal) y por cada uno de estos existen prácticas específicas que son actividades de las que se espera produzcan logros en los objetivos a los que pertenece. Al igual que los objetivos específicos estas prácticas son numeradas, pero con el prefijo SP (Specific Practice). De interés para este estudio son específicamente las áreas de proceso Planeación de Proyecto (PP) y Gestión de Requerimientos (REQM), perteneciente al nivel de madurez 2 o administrado (CMMI Product Team, 2006). Los mismos serán analizados individualmente:

1.3.2.1. Planeación de Proyecto (PP)

Esta área es definida por CMMI como la encargada de establecer y mantener planes que definan las actividades del proyecto. Incluye estimación de los elementos de trabajo y tareas, recursos necesarios, negociación de compromisos, establecimiento de un calendario e identificación y análisis de los posibles riesgos que pueda tener el proyecto. La misma cuenta con 3 objetivos específicos aunque solo será analizado uno: el SG1 Establecer Estimados, el cual se encarga de establecer y mantener los estimados de los parámetros de la planificación de proyectos. Entre los factores que normalmente se consideran para hacer estimaciones en el proyecto se encuentra el alcance de este, por esta razón el modelo CMMI propone para el objetivo en cuestión una práctica específica: SP1.1 Estimar el alcance del proyecto. Esta actividad se basa fundamentalmente en la creación de una estructura de desglose del trabajo (EDT) que permite la división de todo el proyecto en componentes pequeños relacionados y

⁴ Capability Maturity Model Integration

más fáciles de manejar. La estructura funciona entonces como un mecanismo organizacional para la asignación de esfuerzo, tiempo y responsabilidades. La misma está basada en la arquitectura del producto lo cual hace que exista una relación estrecha con la Gestión de Requerimientos (REQM).

1.3.2.2. Gestión de Requerimientos (REQM)

En este caso CMMI propone un área que se encarga de gestionar todos los requerimientos recibidos o generados por el proyecto. Provee de mecanismos para la revisión de los requerimientos evitando así malentendidos una vez incorporados a los planes del proyecto y controla los cambios de estos para garantizar una correcta toma de decisiones. Además plantea mantener una trazabilidad bidireccional entre los requerimientos a implementar y los componentes del producto definidos. Esta área cuenta con el objetivo específico SG1 Gestionar Requerimientos y dentro de este, entre otras, se incluyen las prácticas SP1.3 Gestionar cambios en los requerimientos, SP1.4 Mantener trazabilidad bidireccional de los requerimientos y SP1.5 Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos. La SP1.3 propone un análisis y documenta el historial e impacto de los cambios de los requerimientos como base para la toma de decisiones y la replanificación consecuente. Por su parte la SP1.4 es definida para mantener una trazabilidad bidireccional de los requerimientos por cada nivel de la descomposición del trabajo, otorgando la posibilidad directa de análisis del impacto de cambios en los requerimientos. Por último, la SP1.5 la cual es propuesta como tarea de control para identificar las inconsistencias entre lo que se está haciendo y lo que se debe hacer y corregir la línea de trabajo de modo efectivo y a tiempo.

El modelo propuesto en CMMI aunque está enfocado precisamente en el desarrollo de proyectos de producción de software no presenta un proceso en sí como guía para la gestión de proyectos, o específicamente para la gestión de alcance, sino las buenas prácticas que deben implementarse para el efectivo desempeño en cada caso.

1.3.3. MSF: Disciplina de Gestión de Proyectos: Gestión de Alcance

El marco de desarrollo de soluciones de Microsoft (MSF⁵) es una serie de conceptos, modelos y prácticas de uso que controlan la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos. Se

⁵ Microsoft Solutions Framework

centra en los modelos de procesos y equipos. Creado en 1994 con el objetivo de resolver los problemas que enfrentaban las empresas en sus proyectos aunque a estas alturas ha tenido gran éxito. Su desarrollador, como denota su nombre, ha sido la archiconocida corporación Microsoft, fundada en 1975. MSF propone 5 fases de desarrollo: Visión y alcance, planificación, desarrollo, estabilización y despliegue. Presenta además distintos modelos y disciplinas sobre los que basa su aplicación. Entre estas últimas se encuentra la Disciplina de Gestión de Proyectos que es el área de conocimientos que MSF define para la aplicación de habilidades, técnicas y herramientas en pos de gestionar la vida del proyecto. La Gestión de alcance es uno de los procesos incluidos dentro de la Disciplina de Gestión de Proyectos. La aprobación del alcance es el hito de la primera fase definida por MSF. Este proceso tiene como propósito asegurar que el proyecto identifique todo el trabajo necesario para completar una solución y que no se extravíe fuera de las actividades del alcance sin una previa revisión y aprobación (Microsoft, 2002). Este proceso de Gestión de alcance desarrolla determinados sub-procesos que a continuación se enuncian de acuerdo a lo expuesto en (Microsoft, 2002):

1.3.3.1. Alcance en la fase inicial

Durante la fase de Visión y alcance el equipo debe generar una perspectiva del proyecto independiente de la solución a la que se deba llegar, mediante la definición de los objetivos generales así como sus principales restricciones y asunciones. El establecimiento de una primera versión del alcance debe escribirse a partir de este documento de Visión y alcance el cual deberá ser aprobado tanto por el equipo de desarrollo como por los clientes e interesados, constituyendo esto un requisito indispensable para la continuación del proyecto. Durante esta fase el alcance es definido en términos generales como un primer acercamiento a este ya que en fases posteriores se definirá con mayor detalle según la información que se vaya obteniendo.

1.3.3.2. Definición del alcance

MSF menciona que este sub-proceso debe desarrollarse en la fase de Planificación. Como principal trabajo debe subdividirse el proyecto en partes más pequeñas y manejables. Esto genera una organización similar a las explicadas en la Gestión de alcance de PMBOK® y en la Planeación de Proyectos (PP) de CMMI, es decir, una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) la cual es luego descrita en el documento de Definición del alcance. En MSF, la creación de la EDT es un ejercicio de colaboración con participación de todos los equipos. Cada uno es el principal responsable de la

definición de los detalles del trabajo en sus respectivas áreas. En proyectos más grandes, sub-equipos (por funciones y/o características) pueden necesitar la técnica de lluvia de ideas por separado para definir el trabajo necesario. Cada equipo documenta los resultados de la sesión de lluvia de ideas y en conjunto todo contribuye a los resultados del equipo general. Esto se sincroniza entonces en una EDT.

1.3.3.3. Control de cambios del alcance

Otro proceso que es realizado es el Control de cambios del alcance el cual, una vez definido y estructurado el alcance, se encarga de gestionar los cambios que puedan generarse o ser necesarios durante el desarrollo del proyecto, siempre con la previa aprobación entre el equipo y el cliente. Este proceso de control tiene como base un plan que especifica los requisitos a analizar para tomar la decisión del cambio, previa revisión del corrimiento del alcance según la influencia de los cambios propuestos.

Estos tres elementos conforman la propuesta de MSF en esta área de conocimientos. Aunque en general la concepción del proceso provee de una útil herramienta para gestionar el alcance, y está además dirigida al desarrollo de tecnologías de la información, falta definición en los mismos respecto a actividades, roles y sus responsabilidades, y en los artefactos que deben ser generados.

Otra grande escuela en los temas de Gestión de Proyectos lo es hoy el IPMA, quien potencia la certificación de competencias relacionadas con la Gestión de Alcance.

1.3.4. IPMA-ICB: Competencias técnicas: Alcance y entregables

La Asociación Internacional de Gestión de Proyecto (IPMA⁶, según siglas en inglés) es “la organización mundial líder en la gestión de proyectos”. Representa numerosas asociaciones en el plano internacional. Promueve activamente las temáticas relacionadas a esto en las empresas y organizaciones del mundo. Tiene como objetivos principales la certificación de gerentes y líderes de proyectos, el premio de equipos e investigadores exitosos y la publicación especializada relacionada con estos temas.”, según promueve la institución en (IPMA, 2009). La certificación se basa en 4 niveles (A – Director de proyecto, B – Gerente de proyecto Sénior, C – Gerente de proyecto, D – Gerente de

⁶ International Project Management Association

proyecto asociado) que proveen los estándares con que los resultados de la gestión de proyectos se puede medir. El modelo de IPMA se construye sobre la metodología propuesta por PMI. Las capacidades en cada nivel se definen y calculan como se especifica en la Figura 2, adaptada de lo propuesto en (Jaeger, 2008):

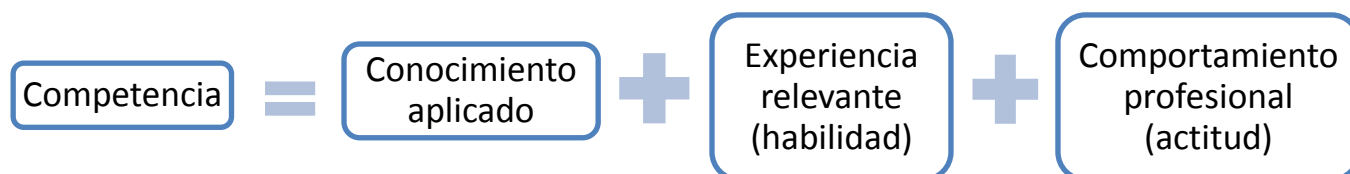


Figura 2 Definición y cálculo de las capacidades de competencia de IPMA

Estos estándares no son más que la Línea Base de Competencia de IPMA (ICB⁷) la cual es una metodología compuesta por 46 elementos de competencia divididos en 3 capacidades respecto al: contexto de desarrollo del proyecto, comportamiento dentro del equipo y habilidades técnicas (IPMA International Project Management Association, 2006). Precisamente dentro de las capacidades técnicas está incluido el elemento de competencia Alcance y entregables en el cual IPMA apunta su criterio en estos aspectos.

1.3.4.1. Alcance

Plantea la ICB que el *alcance del proyecto* define los límites de un proyecto. Estos deben ser bien definidos y los cambios documentados para evitar que todo se vaya de control. Desde el punto de vista de los interesados el alcance engloba los entregables incluidos en el proyecto y estos productos representan además todas las características funcionales, técnicas y de interfaz de usuario. La distribución gradual del alcance va desde los conceptos iniciales del proyecto hasta los productos entregables, documentando estos tan detallados como se vayan desarrollando. El proyecto debería entregar todo lo que haya sido incluido dentro de su alcance. Es importante también definir qué está fuera de este.

⁷ IPMA Competence Baseline

1.3.4.2. Entregables

En el caso de los entregables de un proyecto define la ICB que son elementos tangibles e intangibles que son desarrollados por este para un interesado. Los entregables no solo son productos vendidos o servicios puestos en uso al finalizar el proyecto, también son procesos operacionales, cambios organizacionales y de recursos humanos, necesarios para operar una organización exitosamente. Deben ser clasificados en términos de prioridad previo acuerdo con el cliente, entre los que debe hacerse, los que podría hacerse y lo que se haría si hay tiempo. Los de menor prioridad no deberían entregarse en caso de existir restricciones de tiempo. Se especifica, además, que la configuración y especificaciones de los entregables deben cumplir con los requerimientos y objetivos del proyecto.

1.3.4.3. Posibles pasos

Los siguientes pasos son sugeridos por la ICB para seguir el proceso del alcance y los entregables:

1. Definir los entregables y objetivos necesitados por los interesados
2. Acordar entregables apropiados con los interesados
3. Definir el alcance del proyecto y controlarlo en todas las fases
4. Actualizar los entregables y el alcance cuando hayan ocurrido cambios acordados con los interesados
5. Controlar la calidad de los entregables
6. Entregar formalmente los entregables a los interesados
7. Documentar el proceso como base de conocimiento para futuros proyectos

La línea base de competencias de IPMA está circunscrita a la evaluación de directivos pero precisamente en esto radica la importancia de su análisis para la creación del modelo de gestión de alcance, ya que las buenas prácticas exigidas a los directivos de proyecto son puntos ineludibles en los procesos del alcance. Por otro lado, la mayoría de las actividades asociadas a esta área de conocimiento no son solo dirigidas por los gerentes de los proyectos sino también realizadas directamente por ellos, dado que definen la línea que seguirá el desarrollo de la solución objetivo. Después de haber analizado varias de las tendencias actuales sobre los temas de Gestión de Alcance es preciso valorar las consideraciones del enfoque de Pressman, considerado toda una institución en el mundo de la Ingeniería de Software.

1.3.5. Enfoque de Pressman

El Dr. Roger Pressman es considerado toda una personalidad en el mundo de la Ingeniería de Software por el notable aporte que ha hecho durante décadas a esta disciplina. Ha escrito varios libros dedicados al tema que constituyen en la actualidad importantes referencias entre los que se destaca “Ingeniería de Software: Un enfoque práctico”. Actualmente preside la asociación R. S. Pressman & Associates, Inc., dedicada a la asesoría especializada en métodos y formación de Ingeniería de Software.

Asegura el Dr. Pressman que antes de poder planificar un proyecto como paso previo se deberían establecer los objetivos y el ámbito del producto, sin lo cual fuera imposible obtener, entre otros elementos, una subdivisión realista de las tareas del proyecto. (DrC. Pressman, 2002) Con esta idea enfoca inicialmente su visión sobre la Gestión del alcance de un proyecto, la cual parte de estos objetivos y ámbito como primer acercamiento o forma de obtener la información, hasta ese punto de la fase inicial escasa, de lo que se obtendrá como resultado. Considera la descomposición del problema en una estructura de niveles de sub-problemas como la base para la posterior planificación y sugiere realizar esta segmentación principalmente aplicada a la funcionalidad que debe entregarse con el producto y además al proceso que se empleará para entregarlo. Lógicamente esta estrategia de “divide y vencerás” propicia manejar de un modo más sencillo los pequeños problemas en que se descomponga el trabajo del proyecto. Sugiere hacer esta descomposición tan detallada como desee el equipo de desarrollo y lo permita la información que hasta ese momento haya sido recolectada.

Aunque no propone técnicas específicas para la gestión del alcance propone el “análisis gramatical” como útil para la realización de este último proceso (DrC. Pressman, 1996). Es apreciable que aunque el enfoque de Pressman esté más orientado a la Ingeniería del Software que a la Gestión del Proyecto que lo desarrolla el mismo plantea seguir las principales líneas que los centros de pensamientos especializados han expresado.

1.4. Gestión de alcance en la Universidad de las Ciencias Informáticas

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), como centro productivo de software, cuenta con una propuesta para la gestión de sus proyectos. La misma ha surgido como necesidad de estandarizar la organización y forma de gestionar los numerosos equipos de desarrollo que hoy trabajan en este centro

de altos estudios en la creación de productos grandes, complejos y comprometidos en tiempo y coste, los cuales deben ser concluidos satisfactoriamente. Está basada en un Expediente de Proyecto el cual incluye una serie de plantillas de documentos que sustentan la gestión de los proyectos. Dentro de esta propuesta (DSC - Dirección de Calidad del Software, 2007) está necesariamente incluida la Gestión del alcance aunque no lo verdaderamente bien implementada, y esto hace resaltar imperfecciones identificadas en la comparación con las definiciones que de esta área de conocimiento han dado los centros de pensamiento expuestos en el epígrafe anterior. Es muestra de esto la Plantilla DCS⁸ Plan de Desarrollo de Software, la cual está incluida en el mencionado Expediente, específicamente en la parte destinada a la gestión de proyecto. La misma dedica uno de sus apartados a la visión del proyecto dentro de la cual se solicita una breve explicación del alcance del mismo, basado en el propósito y entregables a liberar. En este mismo apartado se exigen estos entregables como una lista tabular de los artefactos que serán creados. Este último punto supone el desarrollo de una estructura similar a la Estructura de Desglose de Trabajo, que constituye la principal salida de la Gestión de alcance, pero solo teniendo en cuenta el nivel más bajo de la organización jerárquica que surge a partir de la sub-división del proyecto hasta llegar a unidades de implementación o cualquier tipo de artefactos. Una lista tabular de entregables, que es en este caso lo que el expediente propone, es incapaz de reflejar el esfuerzo necesario para obtener esos productos entregables, por lo tanto no brinda posibilidades de constituir un documento base para los procesos de gestión de alcance.

No se define tampoco estrategia alguna para la gestión de los cambios que aparecen durante la vida del proyecto en el alcance del mismo, sobre el cual se basan medulares planificaciones tales como las del tiempo, coste o recursos humanos. Tampoco se requiere de la confección o definición de una trazabilidad entre requerimientos y entregables a generar, la cual refleja la verdadera vinculación entre producto y proyecto como uno objetivo del otro y verifica si la concentración del esfuerzo que se va realizando está encaminada a alcanzar las metas propuestas.

Esto no significa la inexistencia total de la Gestión de alcance en los proyectos desarrollados en este centro universitario y productivo, sino que en el mejor de los casos depende de la voluntad y el interés de la dirección de los mismos por llevarla a cabo. Podría, en resumen, decirse que en la UCI no se exige Gestión de alcance sino que solo evalúa algunos de sus puntos por la inevitable dependencia que

⁸ Dirección de la Calidad del Software

estos generan al posterior desarrollo del proyecto, lo cual da al traste con la riesgosa ausencia de un modelo para la misma.

Por otro lado en la UCI fue realizada una evaluación (Mondragón Campos, 2008) de CMMI basada en el nivel de madurez 2 o Administrado. La aplicación de la misma estuvo a cargo de profesionales del SIE Center (Software Industry Excellence Center) del Tecnológico de Monterrey, México. El mismo es socio tecnológico del SEI y tiene como misión contribuir al desarrollo de la industria del software, incrementando su competitividad a través de la difusión, la mejora continua y el conocimiento en tecnologías de información, lo cual es expresado en (SIE Center, 2009). Esta apreciación estuvo enfocada en 4 puntos que fueron:

- Revisión de la documentación generada de los procesos para determinar el nivel de cumplimiento con respecto a los requerimientos del modelo CMMI.
- Obtención de evidencias suficientes que permitieran emitir un juicio objetivo en cuanto al grado de cumplimiento de los procesos del nivel de madurez 2.
- Sesiones de trabajo con personas de los proyectos que participan en la ejecución de los procesos para hacer visibles las prácticas existentes.
- Proporcionar una base para la definición de un conjunto de recomendaciones de mejora tras el análisis comparativo de las prácticas actuales con relación a las prácticas de los procesos examinados en el modelo CMMI.

El alcance de la evaluación incluyó la mayoría de los roles definidos en la UCI, ya sea dentro de grupos de proyectos como a niveles administrativos de la producción en la universidad. En cuanto a las áreas incluyó las facultades más productivas y varios polos tecnológicos. Como fue expuesto en el sub epígrafe relacionado con CMMI, el mismo en su nivel 2 o Administrado cuenta con varias áreas de procesos entre las que se encuentran Gestión de requerimientos (REQM) y Planeación del proyecto (PP), que son las que resultan importantes en el ámbito de esta investigación.

En el caso de REQM se obtuvo como resultado que el objetivo específico SG1 Gestionar Requerimientos no cuenta con todas sus prácticas bien implementadas dado que las SP1.3 Gestionar cambios en los requerimientos y SP1.4 Mantener trazabilidad bidireccional de los requerimientos están parcialmente aplicadas y SP1.5 Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos ha tenido un trabajo nulo. La Figura 3 muestra los resultados anteriormente expuestos.

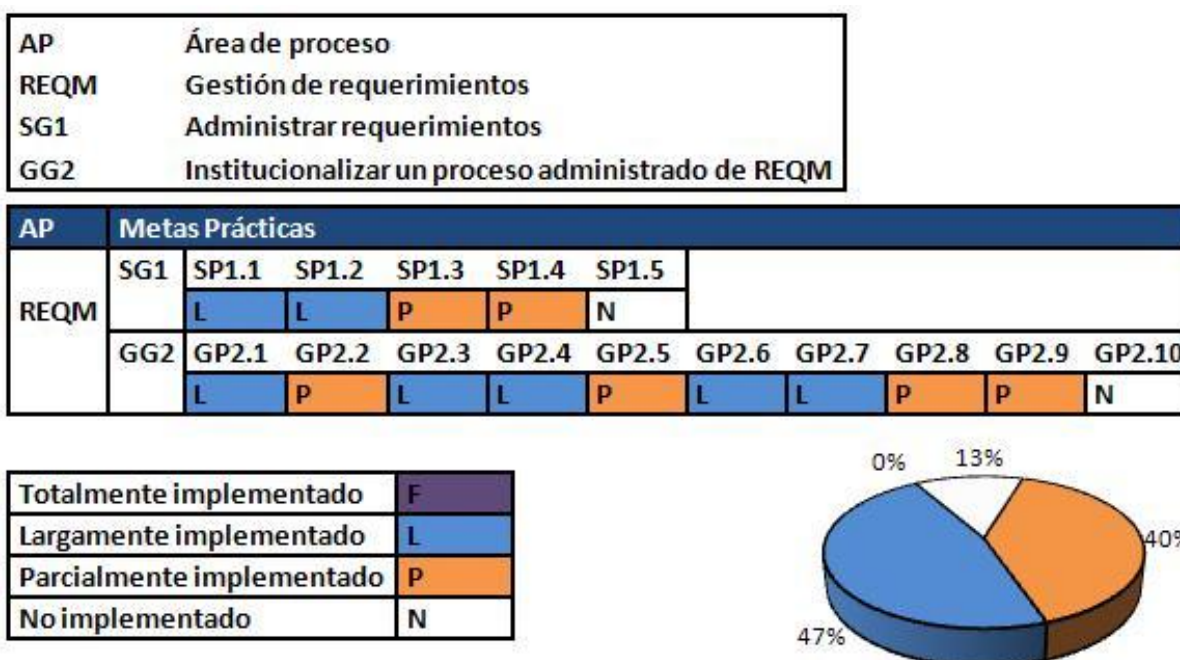


Figura 3 Resultado de la Evaluación de CMMI. AP: REQM. Imagen de (Mondragón Campos, 2008)

Para el área de proceso Planeación del proyecto (PP) hubo resultados mucho más alentadores que REQM, tomando como referencia solo el objetivo y práctica específicos de interés para esta investigación. El SG1 Establecer Estimados incluye la SP1.1 Estimar el alcance del proyecto la cual se determinó como bien implementada. La Figura 4 muestra los resultados.

La evaluación anteriormente analizada demostró las deficiencias aún existentes y por corregir de la universidad en la aplicación de uno de los modelos más importantes existentes hoy en el mundo para la Gestión de Proyectos de Software y dentro de esta, la administración del alcance. Se hace urgente la necesidad de aplicación e institucionalización de las prácticas establecidas por el Modelo de Capacidad y Madurez propuesto por el SEI.

Uno de los principales aspecto a tener en cuenta durante el desarrollo de un proyecto, lo es la desviación del alcance del mismo, lo cual constituye un riesgo y como tal se le debe prestar gran atención.

AP	Área de proceso
PP	Planeación del proyecto
SG1	Establecer estimaciones
SG2	Desarrollar un plan de proyecto
SG3	Obtener compromiso con el plan
GG2	Institucionalizar un proceso administrado PP

AP	Metas Prácticas											
PP	SG1	SP1.1	SP1.2	SP1.3	SP1.4							
		L	P	F	P							
	SG2	SP2.1	SP2.2	SP2.3	SP2.4	SP2.5	SP2.6	SP2.7				
		P	P	P	L	P	P	L				
	SG3	SP3.1	SP3.2	SP3.3								
		L	N	F								
	GG2	GP2.1	GP2.2	GP2.3	GP2.4	GP2.5	GP2.6	GP2.7	GP2.8	GP2.9	GP2.10	
		L	P	L	L	N	L	L	P	N	N	

Totalmente implementado	F
Largamente implementado	L
Parcialmente implementado	P
No implementado	N

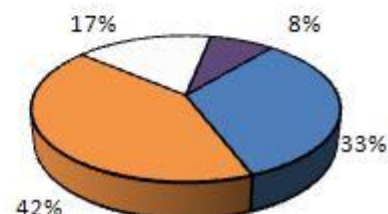


Figura 4 Resultado de la Evaluación de CMMI. AP: PP. Imagen de (Mondragón Campos, 2008)

1.5. Desviación del alcance: el principal riesgo

Las empresas dedicadas a la producción de software aumentan y el índice de fracaso de los proyectos de software tiende a aumentar y empeorar (Addison, 2002). Estudios realizados demuestran que en la actualidad anualmente son cancelados o no cumplen sus objetivos alrededor del 70% de ellos (Standish-Group-International, 2001). El sobregiro de los costos así como la extensión en tiempo de las entregas del proyecto son los más peligrosos resultados que pueden obtenerse como consecuencia de la ocurrencia del principal riesgo que puede provocar una mala Gestión de alcance y desencadenar el fracaso del proyecto: la desviación del alcance. Este riesgo no es más que la deformación del alcance

inicialmente planificado. Sucede principalmente como secuela de una incorrecta definición, documentación y control del alcance. Los nuevos softwares son creados por una necesidad identificada de los clientes, de los cuales se identifican sus principales funcionalidades y el trabajo necesario para implementarlas. Este es el alcance del proyecto. Usualmente ocurre que una vez realizada y aprobada la planificación el cliente solicita la especificación de nuevos requerimientos. Si esta dimensión de los objetivos inicialmente trazados no es controlada el equipo de trabajo se desvía de su propósito original y ocurre la peligrosa Desviación del alcance. Otra de las causas que disparan la ocurrencia de este riesgo es el llamado síndrome del lavadero, explicado en (Mochal, 2004). En muchos proyectos se identifica y gestiona el alcance general pero se es diligente con los pequeños cambios. Aparece la tendencia de ir adicionando ese trabajo adicional sin tomarlos casi en cuenta. Cuando todos estos pequeños cambios se combinan solo quedará aceptar todo el trabajo, tiempo y coste consumido fuera de lo planificado inicialmente, es decir, el alcance original ha sido desviado. Gota a gota se desborda el lavadero.

Se considera este riesgo una de las principales causas de fracaso en los proyectos informáticos, según (Thompson, 2006) el 21% de los fracasos en el cumplimiento de estos se debe a cambios en los objetivos definidos a nivel estratégico. Existen algunas causas identificadas por las que puede ocurrir la desviación del alcance. En (Haughey, 2007) se definen algunas:

- Análisis pobre de los requerimientos
- No involucrar a los interesados con suficiente antelación
- Subestimar la complejidad del proyecto
- Falta de control de cambios
- Chapado en oro

A continuación se especifican con más detalle.

Análisis pobre de los requerimientos: el cliente no siempre sabe lo que desea y, a menudo, solo tiene una vaga idea. Asegurarse de comprender la visión del proyecto y asegurarse de documentar y aprobar los objetivos del proyecto con el cliente es una buena práctica. Nunca proceder sin un acuerdo firme.

No involucrar a los interesados con suficiente antelación: no suponer lo que los usuarios quieren o necesitan. Vincular a los clientes desde un inicio en el análisis de los requerimientos y el diseño de las fases. Incorporar sus ideas y sugerencias. Documentar cómo los usuarios interactúan con el software y acordar el diseño con todas las partes interesadas antes de la fase de Ejecución.

Subestimar la complejidad del proyecto: en casos de proyectos de cuyos tipos no se ha realizado ninguno anteriormente incluir alguna holgura en su plan de alcance para permitir las cuestiones y acontecimientos imprevistos.

Falta de control de cambios: algún grado de desviación en el proyecto es casi inevitable, por lo tanto implementar un control de cambios, un proceso simple de documentar, considerar y aprobar los cambios solicitados. Siempre comunicar el proceso de utilización del mismo al cliente y al equipo de proyecto. Adjuntar un costo y tiempo para cada cambio de modo que el cliente es claro acerca de su impacto. Pidiendo a los clientes pasar por un proceso formal le ayuda a asegurar que existe un claro valor comercial para el cambio que se solicita.

Chapado en oro: es el término dado a la práctica de que se supere el alcance de aplicación de un proyecto en la creencia de que ha sido adicionado valor. En proyectos de desarrollo de software no es raro que un desarrollador añada nuevas características creyendo que aumentará la satisfacción del cliente. Estos cambios inevitablemente consumen tiempo y presupuesto y no están garantizados para aumentar la satisfacción del cliente. Es recomendable asegurarse de que todos los miembros del equipo son plenamente conscientes del alcance del proyecto y se concentran únicamente en la entrega del mismo.

Acciones importantes para la mitigación de este riesgo constituyen la especificación funcional por escrito y términos que el cliente entienda de lo que este solicita como requerimientos. Sumado a esto el acuerdo y firma de lo que está y no está en el alcance. Es importante además en caso de aceptarse una inclusión fuera de la declaración inicial del alcance hacer el análisis correspondiente del esfuerzo adicional requerido, el efecto producido en la duración global del proyecto, los costos adicionales en que incurrirá este cambio y hasta qué punto se mantiene en los márgenes establecidos. Solo con respuestas positivas se recomiendan las adiciones en el alcance, de otro modo las posibilidades de fracaso serán inevitablemente altas.

1.6. Conclusiones parciales

Luego del estudio del estado del arte sobre la Gestión de Alcance realizado en este capítulo se ha concluido que:

- Las metodologías existentes para el desarrollo de esta área de conocimiento presentan numerosos elementos positivos que constituyen la base para la creación de cualquier modelo o procedimiento para gestionar alcance.
- En su concepto general y abstracto poseen difícil grado de aplicación en la producción de proyectos de software y específicamente en entornos similares a la Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Se identificó la inexistencia en la universidad de un modelo efectivo y completo para la correcta implementación de los procesos relacionados con el alcance.
- Se halla necesaria la construcción de un modelo para la Gestión de Alcance como agrupación de las mejores prácticas empleadas por las propuestas antes analizadas y que se ajusten a las necesidades impuestas por el sistema productivo implementado por la UCI.

Por lo anterior se propone el siguiente modelo como resultado de la integración, personalización y extensión de los modelos existentes.

CAPÍTULO 2: Modelo para la Gestión de alcance

2.1. Introducción

Este segundo capítulo presenta la propuesta de modelo de Gestión de Alcance, objetivo de esta investigación. La misma se basa en trabajos analizados en el estudio del estado del arte contenido en el capítulo anterior, principalmente los enunciados por PMBOK®, CMMI, MSF y la ICB de IPMA. Tiene en cuenta la situación actual de la UCI, la problemática existente y experiencia en la Gestión de alcance. El modelo es presentado por procesos, cada uno de ellos está compuesto por actividades además de los roles que la ejecutan y el flujo documental de entrada y salida. Cada proceso es representado gráficamente para una mejor comprensión. De cada uno de estos se realiza una descripción general como presentación y luego una explicación por separado de las actividades involucradas según el caso.

El capítulo estará estructurado por un compendio de conceptos necesarios para la comprensión del área de conocimiento que se estudia, la presentación y alcance del modelo, los principios que rigen el modelo y las premisas para su aplicación, cada uno de los procesos que lo conforman, un compendio de los Roles y responsabilidades que intervienen en el modelo, también de los Artefactos generados y sus principales características; por último un resumen del modelo en general.

2.2. Presentación y Alcance

Primeramente debe especificarse que un proceso es un conjunto de recursos y actividades interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida (resultados). Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas, métodos y herramientas, según (Excelencia Empresarial, 2006). Por su parte el DRAE⁹ plantea que una actividad es un conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad (Real Academia Española, 2009). Es la suma de tareas, normalmente agrupada en un procedimiento para facilitar su gestión. La secuencia ordenada

⁹ Diccionario de la Real Academia Española

de actividades da como resultado un proceso (Excelencia Empresarial, 2006). Un modelo, como concepto aplicado a la gestión de proyectos, se especifica entonces como una secuencia de procesos bien definida que a su vez consta de actividades, técnicas para realizarlas, roles responsables y un flujo de artefactos, sean solicitados o generados (Figura 5).

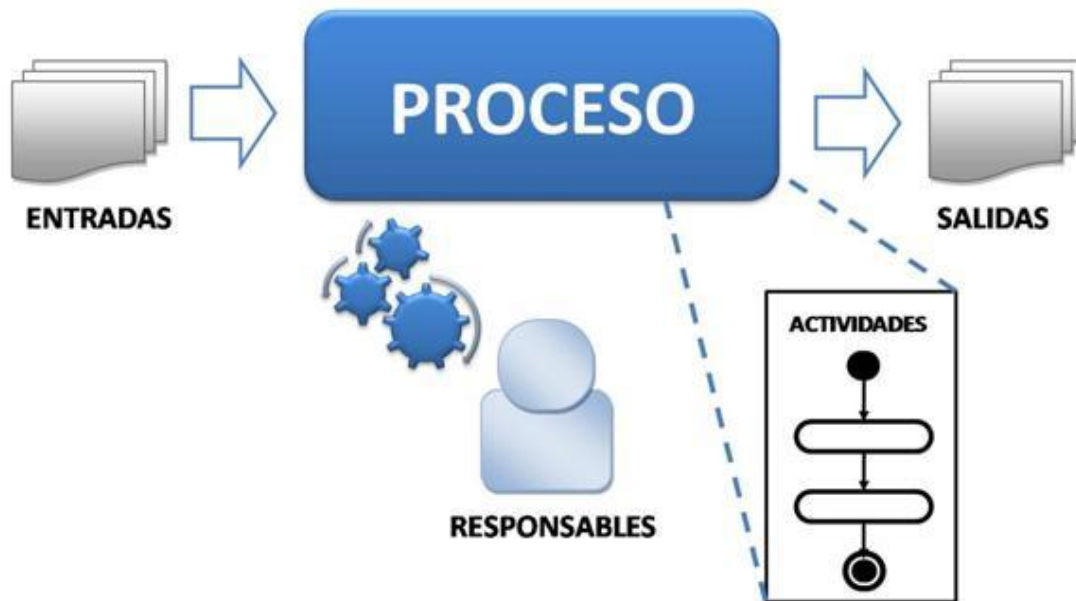


Figura 5 Representación de un modelo

La propuesta que a continuación se presenta está basada en la definición anteriormente expuesta. La misma se compone de los siguientes procesos a consideración inaplazables para una eficiente Gestión de alcance en proyectos de producción de software:

- Identificación de los requerimientos
- Definición
- Creación de la EDT
- Verificación
- Control

La siguiente figura muestra la ubicación de los procesos propuestos anteriormente en las fases de desarrollo de proyectos de software.

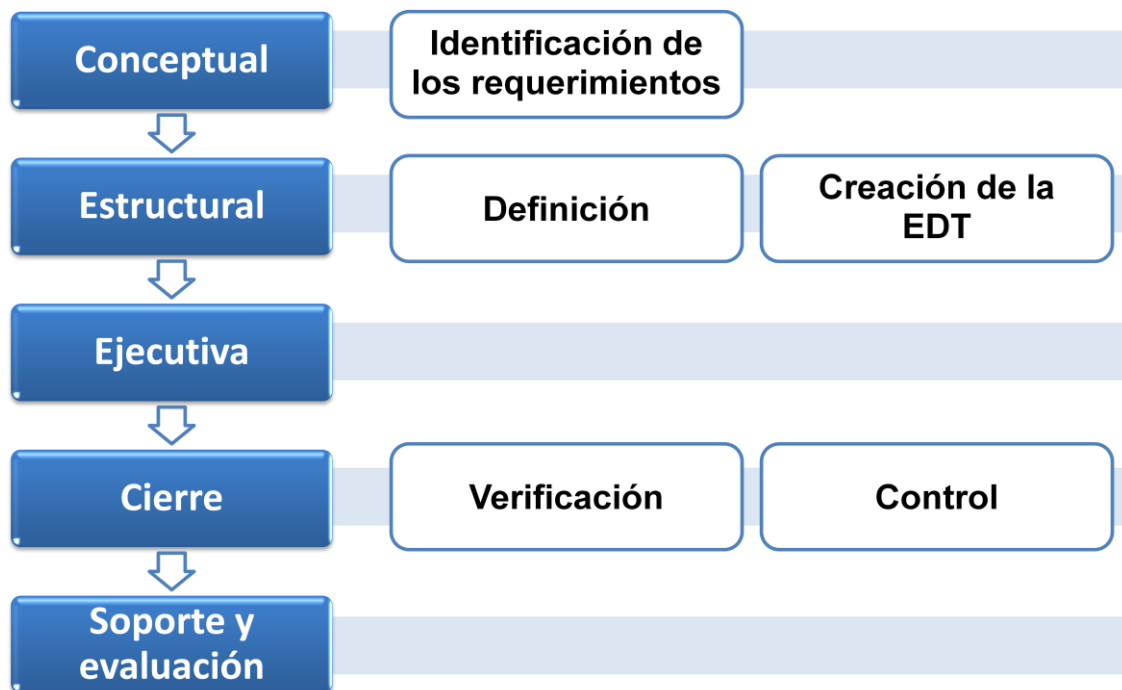


Figura 6 Procesos del modelo en las fases de la gestión de proyectos de software

Cada uno de estos procesos incluye la realización de una o más actividades, establecidas como un flujo de trabajo y que a su vez solicitan artefactos o información como entrada a su desarrollo y generan lo mismo como resultado de su ejecución. Son especificados además los responsables e involucrados en cada una de estas. Esta información específica para las actividades solo será señalada en caso de no coincidir exactamente con la establecida para el proceso. Las técnicas y herramientas son incluidas implícitamente en la descripción de las actividades.

La Figura 7 muestra el flujo de procesos más común en el modelo de Gestión de alcance que se propone. El proceso inicial Identificación de los requerimientos colecciona los requerimientos y los formaliza en el artefacto Requerimientos del proyecto, además de crear la Matriz de trazabilidad de los requerimientos, encargada de establecer las trazas entre estos y otros elementos del proyecto. A partir del documento con los requerimientos se realiza el proceso de Definición, generando el Enunciado de

alcance del proyecto, que es el artefacto rector del alcance. Se establecen además las trazas entre los requerimientos y algunos elementos identificados en el proceso, actualizando con esto el documento creado anteriormente. Con esta definición del alcance se procede a obtener la Estructura de desglose del trabajo y su Descripción, documentos estos logrados por el desarrollo del proceso Creación de la EDT. Luego se ejecuta el proceso de Verificación de lo que fue establecido en los procesos anteriores a alcanzar por el proyecto, resultando de este un artefacto seriado denominado Verificación del alcance que contendrá los detalles de la revisión. En el caso del proceso Control el mismo es desarrollado siempre que se realice una solicitud de cambio en el alcance aunque es normalmente ejecutado con la aparición de no conformidades luego de realizada la verificación de los resultados. Cada uno de estos procesos y artefactos serán explicados en detalle en los siguientes epígrafes.

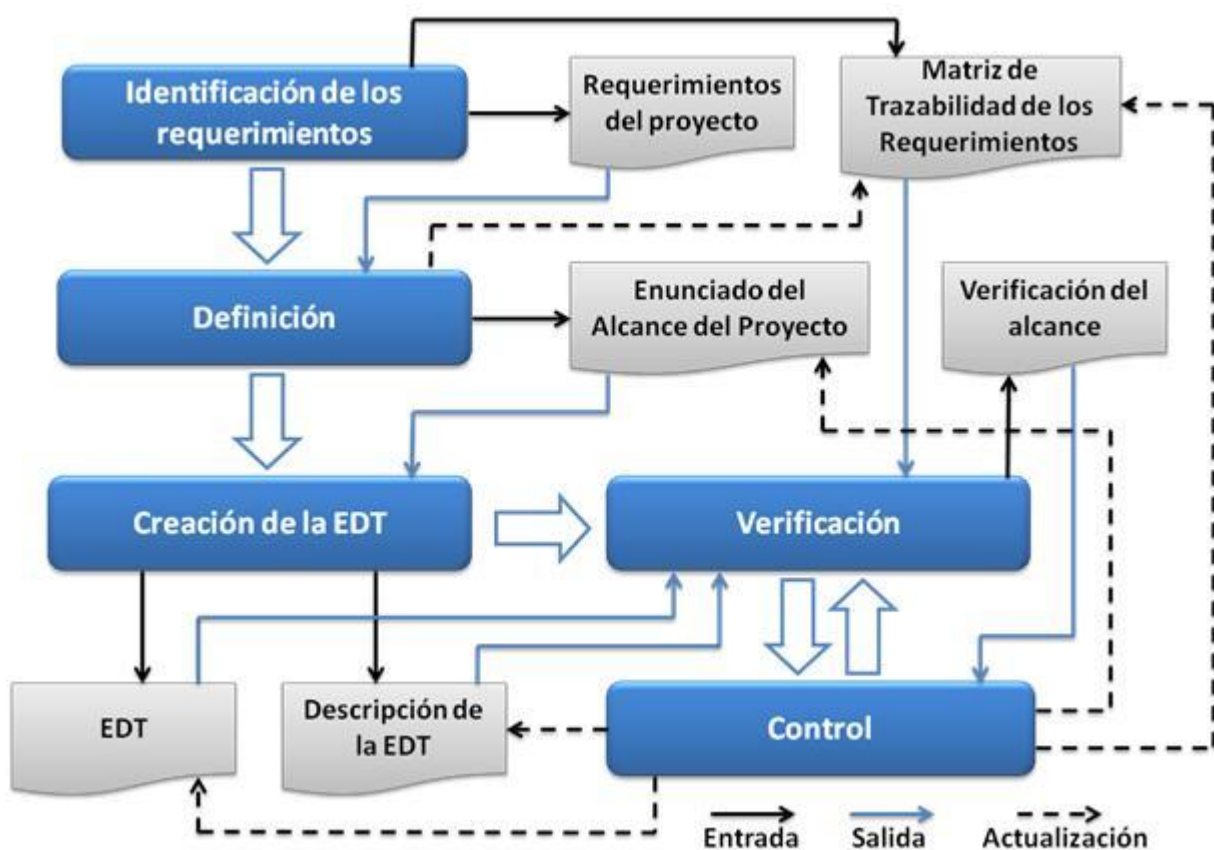


Figura 7 Flujo de procesos más común en el modelo propuesto

Para la construcción del modelo se han tenido en cuenta importantes características que rigen el modo de producción de la universidad. El dinamismo con que se desarrolla es una de estas. La construcción de software con funciones estratégicas para importantes organismos del país obliga en no pocas ocasiones a un modo de creación rápido y conciso. A estos casos se les añaden similares proyectos para entidades foráneas que representan además ganancias financieras. Otra particularidad la constituye el tamaño de los productos que van desde un simple portal web hasta un sistema de sistemas. Esto genera a su vez grupos de proyecto, con tamaño respectivo, que aplican metodologías y métodos de desarrollo acordes al producto que pretenden crear. Por último es considerado otro rasgo del modelo de producción de la UCI y es el modo de creación de acuerdo a las necesidades del cliente, que en este caso es software a la medida. Esto se traduce en la aparición de interesados a los cuales periódicamente debe ofrecérsele una evolución del producto, o una justificación de los costos o la demostración de hasta qué punto se trabaja en sus requerimientos.

Además de la situación actual anteriormente expuesta la propuesta se ha basado en el resultado del estudio del estado del arte realizado en el Capítulo 1. El modelo para la Gestión de alcance propuesto por PMBOK resulta el más completo, aunque deba ser aterrizado a proyectos de producción de software y no proponga actividades que conformen los procesos ni roles encargados de ejecutarlas. Por su parte las áreas de procesos de CMMI relacionadas con el alcance no definen secuencia alguna de procesos o actividades para efectuar la gestión, no obstante establecen importantes prácticas a implementar para realizarla eficientemente. Similar sucede con la Disciplina de Gestión de Proyectos perteneciente a MSF. Aun con las deficiencias identificadas el conocimiento generado en cada caso constituye la base del modelo a presentar, es tarea de la investigación corregirlas de acuerdo a las especificidades del modelo de producción de la Universidad de las Ciencias Informáticas y entornos similares.

Este modelo ha sido desarrollado para su aplicación en proyectos de producción de software en la Universidad de las Ciencias Informáticas que pretendan gestionar su alcance de modo efectivo. Cuenta con los procesos elementales que permitirán controlar esta área de conocimiento sin un excesivo flujo de actividades y documentación, lo cual contribuye a su aplicación en proyectos críticos y urgentes de forma completa, brindándoles con esto la seguridad y visión de una buena gestión de alcance. Precisamente los artefactos generados a la vez que documentan los procesos definidos en el modelo constituyen la entrada para otros, tales como los pertenecientes a la planificación, la cual basa su éxito

y la facilidad de su desarrollo en el resultado de una buena gestión de alcance. Puntualizar que cada uno es un documento justificativo del trabajo realizado y por realizar en el proyecto, presentable, por ende, ante cualquier solicitud del cliente. El modelo es adaptable además a cualquier tamaño del proyecto que lo implemente ya que la información que gestiona es independiente de esta característica y de la metodología de software que se quiera utilizar, sea ágil o no. Todos los elementos generados deben ser conservados como referencia para nuevos proyectos y establecer así un proceso subyacente de aprendizaje para la mejora continua del modelo. En el próximo epígrafe se explica a fondo cada uno de los procesos propuestos y sus componentes.

2.3. Principios y premisas

2.3.1. Principios

Flexibilidad: Se han tenido en cuenta, para el desarrollo del modelo, importantes características que rigen el modo de producción de la universidad. Entre ellas el dinamismo con que se desarrolla, el tamaño de los softwares que se construyen y el modo de creación de acuerdo a las necesidades del cliente.

Orientado al control: El modelo presenta un proceso de control de alcance dedicado a la aplicación de mecanismos que garanticen la documentación, análisis y aprobación de los cambios solicitados en el alcance del proyecto. Esto con el objetivo de evitar o disminuir el impacto del más peligroso riesgo que pueda ocurrir en la vida de un proyecto: la desviación del alcance.

Enfoque a la mejora continua: El modelo orienta sus actividades con una perspectiva de mejorar continuamente su aplicación, sus procesos y técnicas. Asume su desarrollo y resultados como un aprendizaje continuo del mismo con el objetivo de que trascienda de proyecto a proyecto. Este es un factor importante para la mejora continua de la Gestión de alcance, su aplicación efectiva y el éxito en general para la universidad.

2.3.2. Premisas

Personal comprometido con el alcance del proyecto: La principal premisa para la correcta aplicación de este modelo es la identificación y comprometimiento de los miembros del proyecto con el alcance del

mismo. Debe existir un ámbito de comunicación entre la dirección del proyecto y el resto de sus integrantes basada en el conocimiento del equipo de la línea base del alcance y cada modificación que se suceda durante su gestión. La responsabilidad con que cada persona asuma su trabajo y sepa claramente qué le concierne y no, influirá de gran manera el cumplimiento del alcance y global del proyecto.

Personal mínimo capacitado en técnicas de captura de requerimientos y estimación: Para la correcta aplicación del modelo es necesaria la presencia de un equipo de dirección capacitado en el dominio en técnicas de captura de requerimientos y estimación, por ser estas las principales competencias que se aplicarán en los procesos de gestión de alcance contenidos en el modelo.

2.4. Procesos

El presente epígrafe detalla cada uno de los procesos constituyentes de la propuesta de modelo. Se incluye en cada caso una descripción general y el desglose por actividades.

2.4.1. Identificación de los requerimientos



Coleccionar requerimientos, Formalizar requerimientos



Documento de los requerimientos, Matriz de trazabilidad de los requerimientos



Líder del proyecto, Analista principal, Interesados

Descripción general

La identificación de los requerimientos se ubica como el primer proceso en la gestión del alcance de un proyecto. Su principal objetivo es la definición de los requerimientos del cliente, guiar el desarrollo hacia el sistema correcto. Es realizado en la fase Conceptual como base al posterior desarrollo del modelo y las necesidades identificadas por el proceso dirigirán la gestión del alcance. Resulta de la interacción entre los directivos del proyecto y los interesados, aplicando técnicas y herramientas que contribuyan a la más precisa obtención de los deseos del cliente.

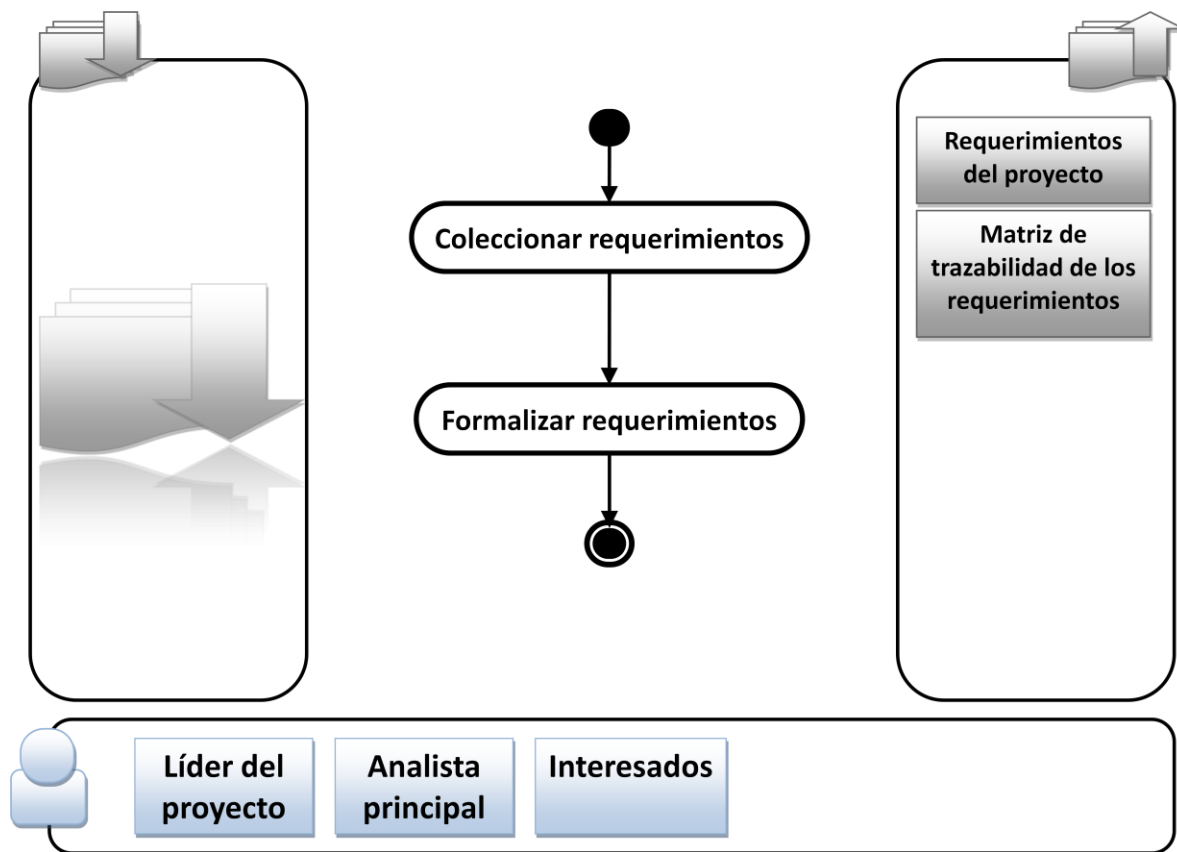


Figura 8 Representación del proceso Identificación de los requerimientos

Algunas de estas son propuestas en (Mathur, 2007):

- Definir las necesidades del proyecto: es importante definir la necesidad que se suple con la realización del proyecto y no cómo se solucionará. Una misma necesidad tendrá soluciones varias de acuerdo a las características del proyecto.
- Identificar los principales interesados: hace importante la identificación de las partes interesadas, la exclusión de una parte importante puede socavar el proceso.
- Identificar las normas de proyecto: identificar los reglamentos, normas o leyes que rigen el negocio que automatizará el proyecto.
- Desarrollar conceptos operacionales: los conceptos operacionales son descripciones en lenguaje plano de las interacciones de los usuarios del sistema con este.
- Identificar interfaces externas: identificar la forma en que el sistema interactuará con los usuarios o algún tipo de producto o servicio externo a este.

Será generada la documentación que contendrá estos intereses como entrada para el próximo proceso. Deberá realizarse, además, una matriz de trazabilidad de los requerimientos respecto a diferentes aspectos seleccionados a consideración por las necesidades del proyecto, tales como los objetivos del proyecto, los productos entregables, entre otros. La Figura 8 muestra el flujo de trabajo del proceso y la interacción entre los diferentes elementos que lo componen.

Actividades

2.4.1.1. Coleccionar requerimientos

Salida: Requerimientos del proyecto (informal)

Roles: Líder del proyecto, Analista principal, Interesados

La primera y principal actividad del proceso es la colección de los requerimientos. El objetivo es identificar las necesidades de los interesados y hacerlo de manera efectiva, de modo que se obtenga verdaderamente lo que este necesita y no lo que supone que necesita. La mayoría de ellos no saben qué parte de su trabajo puede transformarse en software (Booch, y otros, 2000). Un trabajo serio en esta actividad garantiza en buena parte la no ocurrencia de problemas en el alcance del proyecto y por consiguiente el cumplimiento de las expectativas de los clientes. En (DrC. Pressman, 2002) son propuestos y analizados algunos de estos inconvenientes relacionados con una mala identificación de los requerimientos: problemas de alcance, problemas de comprensión y problemas de volatilidad. Ello demuestra la importancia crítica de la presente actividad.

Se proponen los siguientes 2 pasos: identificación de los interesados y obtención de los requerimientos. La importancia de escoger los interesados para el desarrollo de esta actividad radica en el tipo de información que cada uno pueda brindarte relacionada con el negocio que se quiere automatizar. Estos además serán potencialmente los mismos involucrados durante toda la vida del proyecto que serán a su vez comprometidos con los requerimientos obtenidos a partir de la información que ellos mismos brindaron. Por su parte, la obtención de los requerimientos, debe descubrir las necesidades de los clientes llegando a un consenso entre estos y los directivos del proyecto. Debe ser recolectada la mayor cantidad de información y a partir de esta definir los requisitos funcionales y no funcionales con los que debe cumplir el sistema que se implemente. Este paso resultará en una lista informal con los requerimientos obtenidos la cual será analizada y refinada en la actividad Formalizar requerimientos.

Por la parte del proyecto estarán involucrados en la actividad, en grado de responsables, el líder y el analista principal, aunque para un buen desarrollo de la misma pueden ser conformados equipos. Entre la instrumentación viable para identificar los requerimientos están las siguientes:

- Técnicas tradicionales: cuestionarios, encuestas, entrevistas además del análisis de la documentación acerca de las características del negocio sobre el que se realizará el proyecto.
- Grupo de técnicas creativas: Tormenta de ideas, Focus group, la técnica Delphi, técnicas cognitivas y observación.
- Plantillas

2.4.1.2. Formalizar requerimientos

Entrada: Documento de requerimientos

Salidas: Requerimientos del proyecto (formalización), Matriz de trazabilidad de los requerimientos.

Roles: Líder de proyecto, Analista principal, Interesados.

Esta actividad constituye el cierre de la anterior y tiene como objetivo el análisis de los requerimientos identificados para obtener un refinamiento de los mismos con lo cual estructurarlos, clasificarlos y documentarlos de manera formal para presentarlos al cliente y pasar a gestionar el alcance definido a partir de ellos. Es recomendable la participación en estos análisis de los interesados e incorporar sus sugerencias e ideas, e involucrarlos con el trabajo. Es responsabilidad de la dirección del proyecto garantizar que los clientes revisen bien la documentación y no solo que la revisen sino que la entiendan, solicitando su firma como aceptación. Debe realizarse además la Matriz de trazabilidad de los requerimientos, la cual permite al equipo de desarrollo tener una orientación mediante una tabla sobre el momento que debe ser desarrollado por cada fase cada uno de los requerimientos identificados en conjunto con el usuario. La misma puede establecer trazas con cualquiera de los siguientes aspectos, siempre que estos hayan sido definidos:

- Problemas, oportunidades, metas y objetivos del negocio.
- Objetivos del proyecto
- Productos entregables
- Diseño del producto, entre otros.

El principal responsable de su confección es el líder del proyecto. El paso de creación de este artefacto solo incluye la definición de atributos para cada requerimiento ya que hasta este punto en la vida del proyecto no se cuenta con suficiente información como para establecer las trazas.

Con esta actividad cierra el proceso de Identificación de los requerimientos, que se ha presentado de manera general para el modelo propuesto. Para métodos más específicos es recomendable consultar bibliografía relacionada con la disciplina de Ingeniería de Requisitos.

2.4.2. Definición



Definir los productos entregables, Elaborar enunciado del alcance del proyecto



Requerimientos del proyecto



Enunciado del alcance del proyecto, Matriz de trazabilidad de los requerimientos



Líder de proyecto, Arquitecto, Analista principal, Planificador

Descripción general

La definición del alcance arranca en la etapa Estructural del proyecto, cuando ya se han identificado los requerimientos que debe satisfacer el mismo. El objetivo esencial de este proceso está en definir claramente los entregables que deberán ser construidos por el proyecto así como sus principales restricciones. La información es obtenida a partir de las necesidades de los interesados documentada como requerimientos. Un producto entregable es un producto de trabajo que se puede medir y verificar, tal como una especificación, un informe de un estudio, un documento de diseño detallado o un prototipo de trabajo. Algunos productos entregables pueden corresponder al mismo proceso de dirección de proyectos, mientras que otros son los productos finales o componentes de los productos finales para los cuales se creó el proyecto. A partir de esta definición se establecerá el trabajo que realizará el proyecto para obtener estos entregables. Toda esta información es recogida en la principal salida del proceso

que es el Enunciado del alcance del proyecto. La Figura 9 muestra una panorámica del flujo de trabajo e interacción entre los diferentes elementos dentro del proceso.

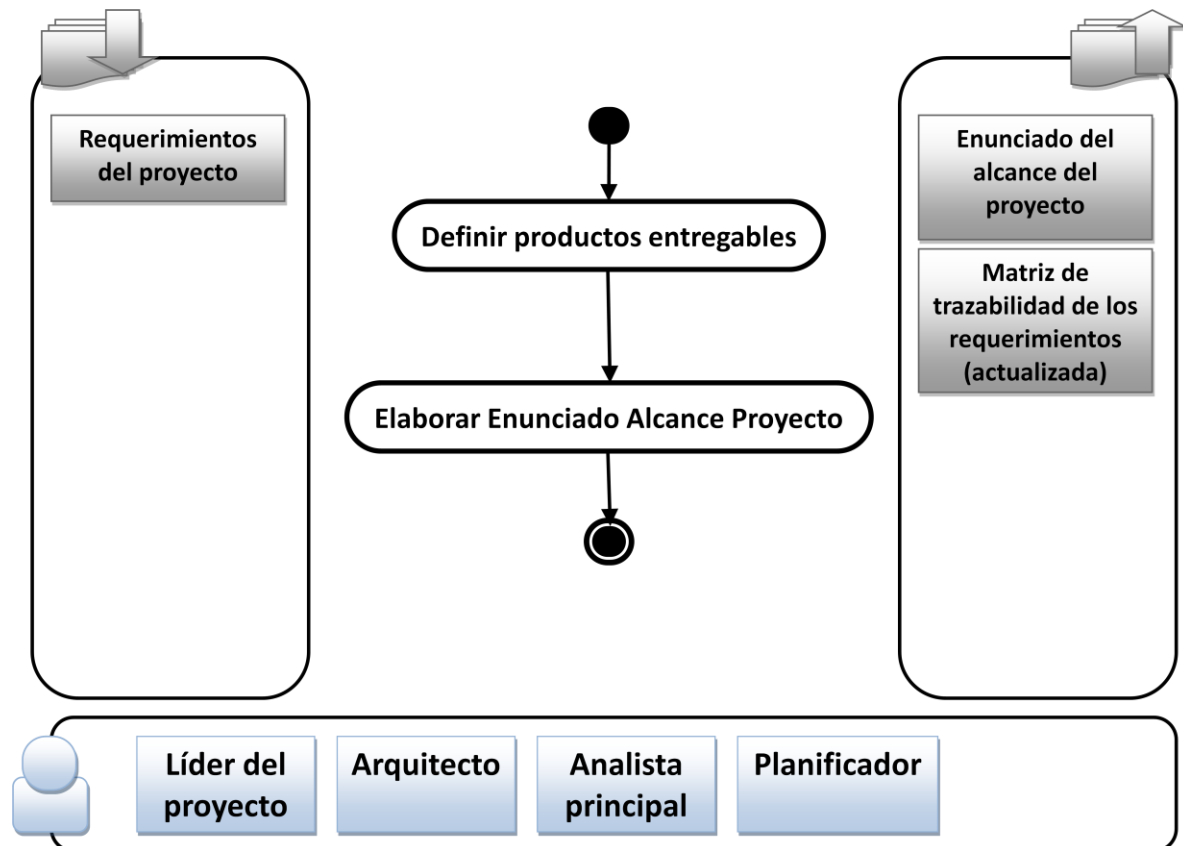


Figura 9 Representación del proceso Definición

Como recomendaciones generales para el proceso a continuación se dictan algunas preguntas propuestas en (Dr. Mathis, 2007) que pueden ayudar a la definición del alcance.

¿Qué será cubierto en el proyecto?

¿Qué no será cubierto en el proyecto?

¿Dónde se termina el proyecto?

¿Qué es lo que el proyecto va a lograr?

¿Qué hacer después de la finalización del proyecto?

¿Cómo lucirá el proyecto después de que se termine?

¿Cómo va a rendir el proyecto después de que se ha completado?

Es recomendable también aplicar la técnica de Congelamiento del alcance al finalizar la definición del mismo, la cual consiste en el bloqueo de este hasta que la fase de planificación haya sido completada. De todos modos, incluso con el alcance congelado, puede haber cierta tolerancia permitida que no es más que la parte del alcance que puede apartarse del plan originalmente definido. Lógicamente se recomienda permitir una tolerancia adecuada basada en alguna escala de desviación de esta.

Actividades

2.4.2.1. Definir los productos entregables

Roles: Líder de proyecto, Arquitecto, Analista principal

Como primera actividad, la definición de los productos entregables comienza con el proceso de análisis del documento de los requerimientos del proyecto. Entre las personas involucradas (líder de proyecto, arquitecto, analista principal, planificador) se discuten las necesidades del cliente para a partir de ello definir claramente cuáles serán los productos entregables que tendrá el proyecto, tanto para satisfacer a los interesados como para garantizar el buen funcionamiento del mismo. También debe ser analizado el trabajo que se realizará para alcanzar los objetivos del proyecto, dentro de los cuales lógicamente han sido incluidos los productos entregables recién definidos.

Es recomendable una vez concluido este paso realizar una actualización de la Matriz de trazabilidad de los requerimientos generada en el proceso de Identificación de los requerimientos, ya que se hace posible el establecimiento de una traza entre los entregables del proyecto y sus requerimientos, al igual que con otros elementos como los objetivos del proyecto o las características del producto que en este punto ya son conocidos.

2.4.2.2. Elaborar enunciado del alcance del proyecto

Salida: Enunciado del alcance del proyecto.

Roles: Líder de proyecto, Arquitecto, Analista principal, Planificador

La presente actividad aparece como continuación de la realizada anteriormente. La misma es en sí la creación del documento Enunciado del alcance del proyecto el cual engloba, además de los productos

entregables definidos y el trabajo para obtenerlo, un conjunto de aspectos importantes que entre todos conforman la línea base que guiará la gestión del alcance durante toda la vida del proyecto. Brinda la posibilidad al equipo de proyecto de realizar una planificación más detallada y guía el trabajo del mismo durante la ejecución. Es además un documento actualizable, según las necesidades del proyecto o la replanificación que en determinado momento se efectúe. La estructura que sigue este artefacto se especifica a continuación:

Objetivos del proyecto: esta sección incluye todos los objetivos del proyecto, que constituyen en sí los criterios medibles de éxito del mismo.

Alcance del producto: el alcance del producto define las características o funciones que debe cumplir un producto, servicio o resultado. En esta sección se describe dicho alcance el cual debe ser lo más detallado posible de modo que facilite el posterior proceso de planificación.

Requerimientos del proyecto: esta sección se encarga de describir las condiciones o capacidades que deben tener los productos entregables del proyecto para lograr satisfacer las necesidades de los interesados. Se sugiere establecer prioridades entre estos requerimientos como propuesta de orden para su desarrollo.

Límites del proyecto: esta sección establece qué está y qué no está incluido dentro del proyecto. Garantiza, a modo de contrato, que no surjan exigencias futuras por parte de los interesados respecto a productos, servicios o resultados no acordados inicialmente.

Productos entregables del proyecto: esta sección incluye los productos entregables del proyecto que fueron establecidos en la actividad anterior. Además de incluir las salidas relativas al producto que se construirá con el proyecto también se suma la documentación generada en los procesos generales de la gestión del proyecto. Estos productos entregables pueden ser descritos de forma resumida o detallada según acuerdo.

Restricciones del proyecto: esta sección enumera y describe todas las restricciones aplicadas al proyecto que estén asociadas con el alcance del mismo. Esto incluye los términos del contrato con los interesados, fechas impuestas en el cronograma por el cliente o un presupuesto predefinido.

Gestión de RRHH: esta sección identifica a todos los recursos humanos presentes en el proyecto, ya sean trabajadores o interesados. Explica, además, la organización de los mismos dentro del proyecto.

Coste y sus limitaciones: esta sección calcula y especifica el coste total esperado del proyecto y declara cualquier limitación de financiamiento que exista aplicada al mismo.

El líder del proyecto es también en el caso de este documento el principal responsable de su confección y obtiene la información que lo compone como resultado y acuerdo de la discusión entre los vinculados a esta actividad. Debe asegurarse el establecimiento correcto de las expectativas del proyecto en estrecha colaboración con los usuarios para definir claramente qué está dentro y fuera del alcance. En la búsqueda de la aceptación del Enunciado de alcance del proyecto por parte del cliente no se debe asumir que lo leyó y entendió completamente, hay que asegurar que lo haga y que lo acepte. Nunca proceder sin un acuerdo firme. Este documento será la garantía en el momento de las solicitudes de cambios por parte de los interesados.

2.4.3. Creación de la EDT



Definir descomposición del trabajo, Descomponer el trabajo, Crear la EDT



Enunciado del alcance del proyecto



Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), Descripción de la EDT



Líder de proyecto, Arquitecto, Analista principal, Planificador

Descripción general

La creación de la Estructura de desglose de trabajo (EDT) es el proceso que constituye la base en la gestión del alcance de un proyecto. El mismo se ejecuta, al igual que la Definición del alcance, en la etapa Estructural. Sus actividades generan la EDT y su descripción que no son más que necesarias entradas para garantizar una correcta estimación, el uso de los recursos, la creación de los cronogramas, el análisis de los riesgos y las adquisiciones. La EDT es una agrupación de elementos de trabajo del proyecto orientada a entregables y una guía para el esfuerzo que será hecho. En (PMI, 2008) la definen como un producto orientado a la descomposición jerárquica del trabajo que será

ejecutado por el equipo del proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los resultados. La Figura 10 muestra una panorámica general del flujo del proceso que es en sí una vinculación bien definida entre actividades, roles que las realizan y elementos de entrada y salida como resultado.

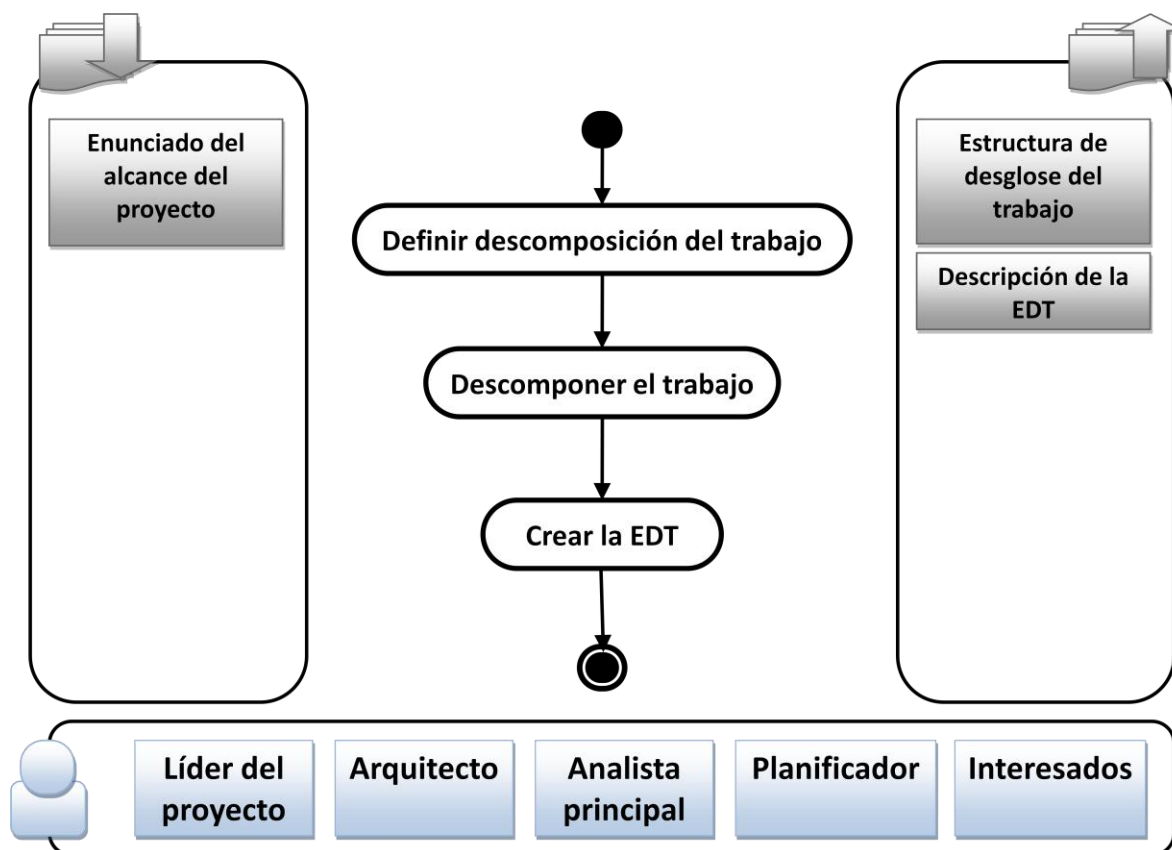


Figura 10 Representación del proceso Creación de la EDT

El proceso cuenta con 3 actividades: Definir descomposición del trabajo, Descomponer el trabajo y Crear la EDT. La primera constituye una actividad de apoyo a la segunda, ya que en ella se definen las pautas que regirán el proceso de descomposición del trabajo. Esta definición es responsabilidad del Planificador del proyecto al igual que la creación de la EDT, aunque para este último caso el contenido y las orientaciones surgen como resultado de los criterios del resto de los roles que sesionan para la ejecución del proceso en cuestión.

Por su parte la actividad Descomponer el trabajo es la principal del proceso y una de las más importantes de la Gestión de alcance. Su resultado garantizará la base del proyecto, o por lo menos la

base de su planificación. Se sugiere que para su desarrollo sean involucrados, además de la dirección, los principales clientes e interesados en general, de este modo se verán fuertemente relacionados con las decisiones futuras. Y si no resulta demasiado complicado mucho más recomendable será incluir en la actividad a cada uno de los miembros del equipo de proyecto. Ellos cuentan con el conocimiento, la experiencia y la creatividad necesaria para realizar efectivas descomposiciones del trabajo y los productos entregables.

¿Cuál es la necesidad del uso de la EDT? La respuesta a esta interrogante podría darse por 3 razones expuestas en (Mathis, 2009). La primera es que contribuye de modo más preciso y concreto a definir y organizar el alcance total del proyecto. La forma más común es que esto se haga mediante una estructura jerárquica de árbol, donde cada nivel de esta estructura descomponga los entregables del proyecto o sus objetivos en trozos más específicos. La segunda razón es la ayuda que brinda con la asignación de responsabilidades y recursos y el seguimiento y control del proyecto. La EDT hace los entregables más precisos y concretos de modo que el equipo sepa exactamente qué hacer para cada uno en específico. Por supuesto también propicia la estimación efectiva de costos, riesgos y tiempo, teniendo en cuenta que se puede trabajar desde niveles de tareas pequeñas hasta el proyecto en su total. Por último permite la revisión de los resultados con las partes interesadas garantizando que no haya trabajo perdido o solapado.

Actividades

2.4.3.1. Definir descomposición del trabajo

Entradas: Enunciado del alcance del proyecto

Roles: Planificador

En esta primera actividad el Planificador se encargará de definir claramente las reglas a seguir y estructura sobre la cual confeccionar de la Estructura de desglose de trabajo (EDT), las cuales dependen del tipo de proyecto o de cómo se quiera mostrar el alcance por parte de la dirección del mismo. La decisión del Planificador será guiada por lo definido en el Enunciado del alcance del proyecto y estará bajo las orientaciones y aprobación del Líder del proyecto. Es posible la existencia de EDT de anteriores proyectos que puedan ser reutilizadas, siempre y cuando cumplan con la forma en que se desea expresar la información.

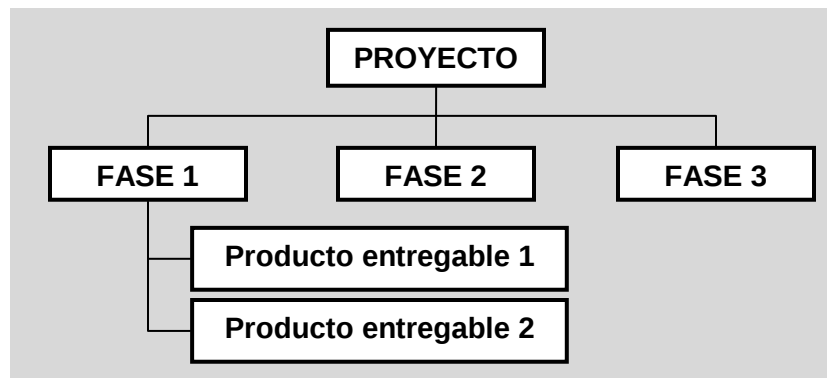


Figura 11 Plantilla de EDT orientada a fases

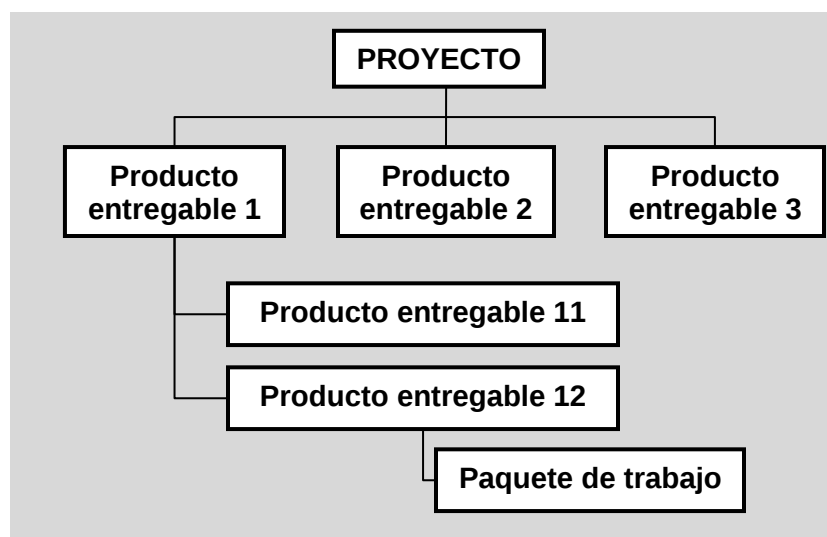


Figura 12 Plantilla de EDT orientada a productos entregables

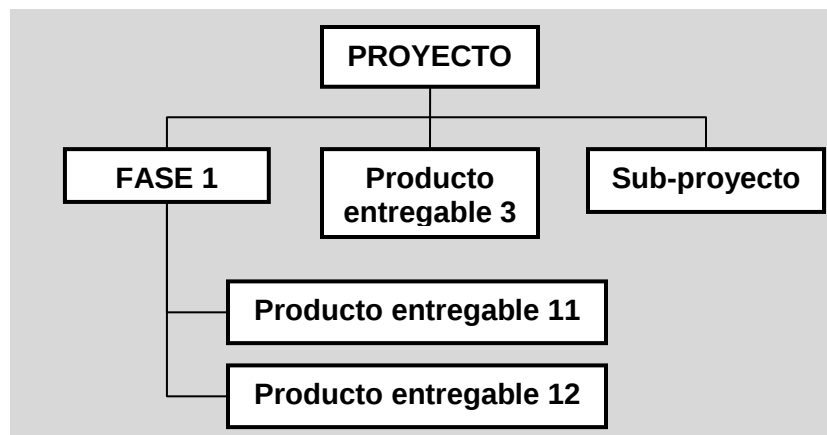


Figura 13 Plantilla de EDT combinada

La EDT se crea a partir de plantillas y de estas existen algunas variantes en dependencia de cómo se distribuya el trabajo a partir del primer nivel. Las mismas pueden ser orientadas por fases del ciclo de vida del proyecto (Figura 11), por productos entregables (Figura 12) o combinadas (Figura 13), las que además de juntar fases y productos entregables incluye el concepto de sub-proyectos para gestionar también componentes o servicios que se desarrollarán de forma independiente al proyecto general.

También debe ser definido por el planificador el uso de determinada herramienta de software para su confección, dependiendo su selección de las potencialidades brindadas para la manipulación de los datos contenidos durante toda la gestión del alcance. Esta actividad no genera en sí una salida o conocimiento, su principal objetivo está en servir de base a la actividad siguiente desde el punto de vista estructural.

2.4.3.2. Descomponer el trabajo

Entrada: Enunciado del alcance del proyecto

Roles: Líder de proyecto, Arquitecto, Analista principal, Planificador

La actividad descomponer el trabajo es el centro del proceso en cuestión y tiene como objetivo organizar y definir el alcance total del proyecto. Este conocimiento es expuesto sobre una estructura de proyecto, calificada en (IPMA International Project Management Association, 2006) como un mecanismo para crear un orden dentro del proyecto y que como estructura jerárquica tributa a asegurar que nada será omitido dentro de él. Específicamente se desarrollará una estructura de desglose del trabajo (EDT), que es el resultado de descomponer el proyecto hasta el nivel de paquetes de trabajo. Estas unidades y en general la estructura que forman posibilitarán localizar proveedores de recursos, crear cronogramas, estimar costos, y con esto el trabajo podrá ser planificado, verificado, controlado y completado. Lo que no esté dentro de una EDT bien conformada simplemente va fuera de los límites (es decir, del alcance) del proyecto. El valor de una EDT se entiende mejor si se considera como un conjunto de datos, más que como un documento específico. Estos datos, cuando se combina con otros datos del proyecto, se utiliza para crear planes, programas, presupuestos y demás prestaciones del proyecto. La EDT debe ser una representación del Enunciado del alcance del proyecto obtenido en el proceso anterior y constituye otra forma para los interesados de ver los productos que resultarán.

Como ya se había mencionado, la creación de esta EDT debe ser un ejercicio colaborativo, con todos los miembros del proyecto como participantes, dado que cada uno debe definir los detalles del trabajo desde la perspectiva de su área. En proyectos de software grandes puede resultar conveniente que los equipos de trabajo realicen tormentas de ideas por separado para lograr que los líderes lleguen a la actividad de crear la EDT con una mejor comprensión del trabajo a prever y emprender. En la realización de esta actividad debe tenerse en cuenta la Regla del 100%. Se definen conceptos diferentes para esta regla, como los expuestos en (Mathis, 2009) y (Patricia, 2007). El primero propone que la EDT debe incluir el 100% del trabajo definido en el documento del alcance del proyecto, en este caso Enunciado del alcance del proyecto, y asimismo debe contener el 100% de los entregables del proyecto, ya sean internos o externos. Se afirma que por lo general la EDT solo captura el 90-95% pero el 100% es el objetivo. El segundo concepto básicamente establece que cuando se efectúa un desglose en niveles sucesivo, el próximo nivel en la descomposición de un elemento de la EDT deberá contener y representar el 100% del trabajo aplicable al nivel inmediato superior. Aunque, como quedó expuesto, se trata de conceptos diferentes, en el marco de esta investigación se asumen ambos y se toman como uno solo ya que son consideradas válidas las dos propuestas.

La técnica principal para obtener la EDT es la descomposición, que no es más que “la subdivisión de los productos entregables de un proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar, hasta que el trabajo y los productos entregables se definen al nivel del paquete de trabajo”, definición planteada en (PMI, 2008). Este nivel de paquete de trabajo es el más bajo de la EDT y es el punto en el que el coste y el cronograma para el trabajo pueden estimarse de forma fiable. Cuando se quieren desarrollar proyectos largos o complejos se da el caso de no contar con toda la información respectiva a los entregables de antemano. Se plantea entonces la técnica de Planificación Gradual (Rolling Wave Planning según nombre en inglés) que es aplicable cuando es imposible determinar, a tan temprana etapa de la vida del proyecto, la posible descomposición de determinado producto entregable, para lo cual la dirección del proyecto esperará a una clarificación. Esta técnica de descomposición sucesiva encuentra su fin cuando se ha obtenido un paquete de trabajo que pueda ser a la vez realista, dirigido por el gerente del proyecto y concluido en un plazo determinado por uno o varios miembros del proyecto.

Estos paquetes de trabajo son el nivel más bajo de la EDT y es a este nivel que el gerente del proyecto le asignará a una persona o un equipo de personas el trabajo y se lo supervisará. En este momento

surge la interrogante de cuándo debe considerarse que se tiene un paquete de trabajo. Aunque es un criterio variable de acuerdo al proyecto, casi siempre es aplicable la Regla 8/80. Esta consiste en que ningún paquete de trabajo puede ser inferior a 8 horas ni superior a 80. Tener en cuenta que ni las actividades ni las tareas son parte de la EDT, se habla de paquetes de trabajo. Además de esta regla puede sumarse como condición de parada que estos paquetes deben ser un producto único y verificable, que deben poder ser asignados a un único responsable y que se pueda estimar, a parte de su duración, su coste. Se concluye entonces que debe detenerse la ruptura en más niveles cuando ya no se esté tratando un producto o resultado, sino de una porción del mismo.

Una propuesta de MSF en (Microsoft, 2002) recomienda algunas directrices a la hora de elaborar la EDT:

- La EDT debe ser un reflejo del documento de alcance, y viceversa.
- Pueden desglosarse unos niveles más específicamente que otros (aunque sería recomendable uniformidad ya que indicaría que se usa el mismo criterio de descomposición en toda la EDT)
- Excepto en los niveles superiores usar la combinación verbo-objeto para describir los paquetes de trabajo.
- En el segundo nivel debe existir un componente que se llame Gestión de proyectos.

Por último, existen una serie de errores comunes inherentes al proceso de confección de la EDT. Teniendo en cuenta los mismos a la hora de su creación se tendrán grandes posibilidades de que sea un trabajo exitoso. A continuación son presentados:

Nivel de detalle de los paquetes de trabajo: a la hora de decidir cuán específicos y detallados serán los paquetes de trabajo se debe ser cuidadoso en no exagerar en el detalle. Esto obligaría al gerente del proyecto a “micro gestionar” el mismo lo cual frenaría o desaceleraría su avance. Por otro lado no permitiría al gerente gestionar el proyecto como un todo.

Entregables, no actividades o tareas: la EDT debe contener un desglose de entregables, lo cual se traduce en lo que el cliente o interesados en general obtendrán cuando el proyecto sea concluido. No es una lista de actividades o tareas que deben ser completadas para obtener los entregables. El trabajo que será realizado (actividades o tareas) para finalizar el proyecto podrá variar a lo largo de este, pero el resultado a obtener no, a no ser por un proceso de solicitud de cambio.

La EDT no es un plan o cronograma: la EDT no puede ser usada como un remplazo del plan de proyecto o el cronograma del proyecto. Para su creación no es necesario ningún tipo de orden o secuencia, se trata simplemente de un desglose visual de los entregables.

Las actualizaciones de la EDT requieren Control de Cambios: la EDT es un documento formal del proyecto y cualquier cambio en esta precisa de la aplicación de un proceso de Control de Cambios (véase Control). Cualquier modificación en la EDT implica los entregables y por lo tanto un cambio en el alcance del proyecto. Este es un punto importante a tener en cuenta para el control de la desviación del alcance (véase *Desviación del alcance: el principal riesgo*).

La EDT no es una jerarquía organizacional: aunque la EDT y una jerarquía organizacional suelen ser similares en apariencia, son dos documentos muy diferentes. Una jerarquía organizacional muestra elementos tales como cadenas de mando o líneas de comunicación, pero una EDT se limita simplemente a un proyecto y muestra solo los entregables y el alcance de este.

2.4.3.3. Crear la EDT

Salidas: Estructura de desglose del trabajo, Descripción de la EDT

Roles: Planificador

Luego de concluida la actividad de descomposición del trabajo solo resta volcar el desglose definido en una documentación formal. Existen dos formas básicas de representar una estructura de desglose de trabajo: en árbol jerárquico gráfico y en cuadro sinóptico. Se recomienda utilizar ambas ya que podrían jugar papeles diferentes en los procesos de gestión del alcance. La primera es el clásico organigrama, como el representado en la Figura 11, que proporciona una vista gráfica del alcance y con esto un panorama general del proyecto en sí, como un todo. El cuadro sinóptico por su parte, aunque muestra el mismo contenido que el árbol jerárquico gráfico, lo hace en forma de listado y da entonces la posibilidad de ser ubicado dentro de una documentación formal del proyecto.

Luego de creada la EDT y para concluir la actividad debe ser confeccionada la otra salida del proceso y viene a ser un complemento de la primera y es la Descripción de la EDT. Este documento trae asociado por cada elemento de la estructura de desglose un identificador y una amplia explicación del mismo. Puede ser incluida además por cada elemento información adicional según necesite y acuerde la dirección del proyecto, así como referencias cruzadas, según corresponda, a otros elementos de la

EDT. Esto ayuda a clarificar cualquier especificación necesitada por los miembros del proyecto cuando ya están en la etapa de desarrollo o a satisfacer las inquietudes que les puedan surgir a los clientes relacionadas con los entregables. La responsabilidad de la realización de esta actividad recae sobre el planificador.

2.4.4. Verificación



Inspeccionar el alcance



Enunciado del alcance del proyecto, Matriz de trazabilidad de los requerimientos, Descripción de la EDT



Verificación del alcance (seriada)



Líder de proyecto, Interesados

Descripción general

El proceso de Verificación del alcance se ejecuta en la fase de Cierre y no es más que la entrega formal a los interesados de los productos incluidos dentro del alcance definido previa revisión de que cumpla con los requisitos convenidos al inicio del proyecto. El objetivo principal del proceso es asegurarse de que cada entregable ha sido completado satisfactoriamente. La única actividad que se realiza es la de Inspeccionar el alcance, es decir, el resultado del trabajo y como salida se enunciará lo que ha sido aceptado y lo que no. Es el proceso que cerrará la Gestión de alcance del proyecto. La misma es el resultado del trabajo conjunto entre el líder del proyecto y los interesados.

El PMBOK aclara la diferencia entre los procesos de verificación del alcance y el de control de calidad. La misma consiste en que el primero se encarga de lo relacionado con la aceptación del producto mientras que el segundo se relaciona principalmente con el cumplimiento de los requerimientos de calidad especificados para estos productos. Constituye el proceso que cierra la gestión del alcance del proyecto aunque se ejecuta en repetidas ocasiones antes de este final por la inevitable existencia de entregables o parte del alcance que no es aceptado. La Figura 14 muestra el flujo general del proceso.

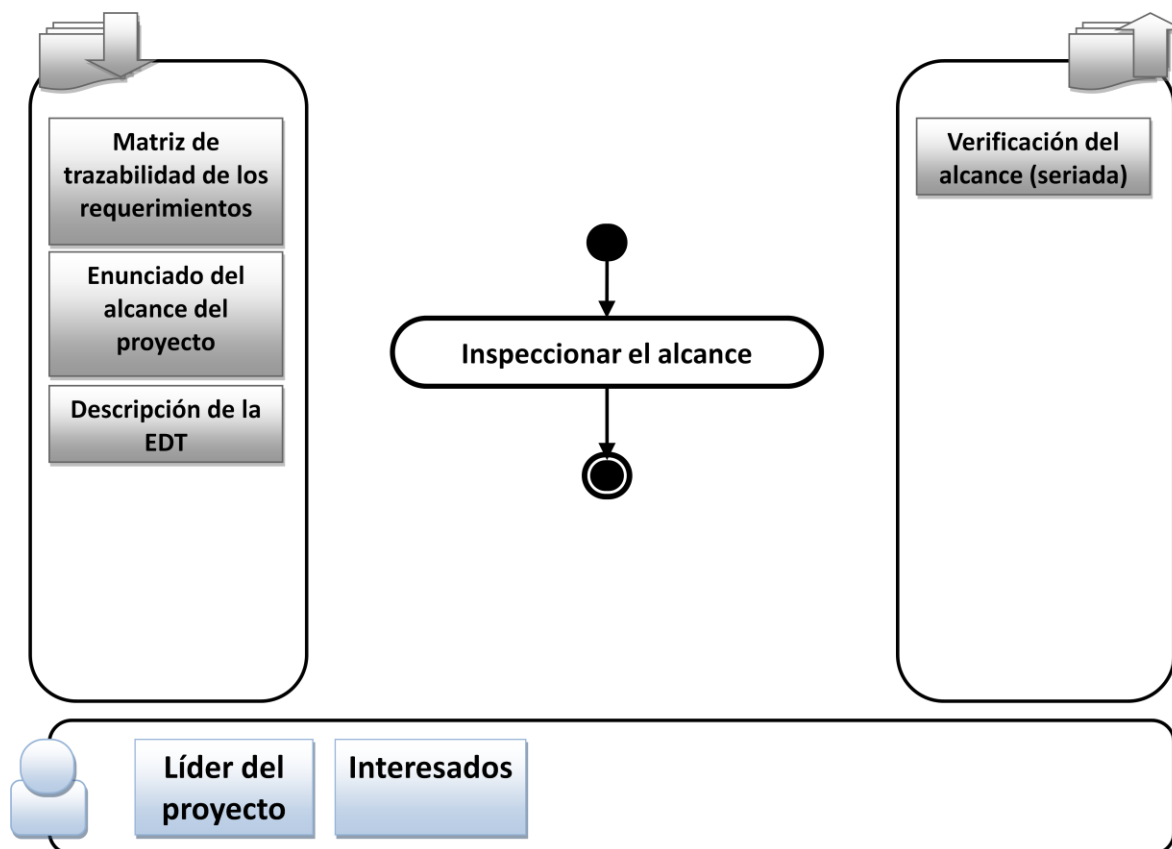


Figura 14 Representación del proceso Verificación

Actividades

2.4.4.1. Inspeccionar el alcance

Esta es la única actividad desarrollada en el proceso de Verificación del alcance y lógicamente comparte el mismo objetivo: asegurarse de que cada producto entregable ha sido completado satisfactoriamente. La misma es llevada a cabo entre la dirección del proyecto y los interesados. La verificación se realiza principalmente apoyada por las mediciones o exámenes los criterios de aceptación acordados entre las partes, los cuales deben estar contenidos en el Enunciado del alcance del proyecto, documento este que registrará todo el proceso. La Descripción del EDT será también un documento de apoyo al contener los detalles de cada producto entregable involucrado en la verificación. La Matriz de trazabilidad de los requerimientos puede ser útil en la actividad en dependencia de hacia

qué elementos se apliquen las trazas, válida, preferentemente para trazas establecidas con los productos entregables.

Como salida de la actividad se creará un artefacto denominado Verificación del alcance. El mismo incluirá dos secciones principales: una que contendrá el alcance aceptado, es decir, las funcionalidades y productos entregables que hayan sido completados y aceptados por el cliente; y otra que reflejará el alcance pendiente, en otras palabras las funcionalidades que no fueron completadas y los productos entregables construidos o generados por el proyecto que no pasaron la verificación o que sencillamente no fueron aceptados por el cliente.

Lo contenido en esta última sección disparará la ejecución del proceso Control del alcance en el que se analizará la replanificación del alcance. Por cada elemento rechazado debe realizarse una descripción suficiente del por qué de la decisión. Este proceso será repetido siempre que existan productos por entregar y la dirección del proyecto haya aprobado la desviación del alcance asociada a los entregables no aceptados, por esta razón el documento estará seriado en dependencia del número de verificaciones que se realicen.

2.4.5. Control



Analizar desviación del alcance, Replanificar



Enunciado del alcance del proyecto, Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), Descripción de la EDT, Matriz de trazabilidad de los requerimientos, Verificación del alcance



Enunciado del alcance del proyecto (actualizado), Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) (actualizado), Descripción de la EDT (actualizado), Matriz de trazabilidad de los requerimientos (actualizado)



Líder de proyecto, Arquitecto, Analista principal, Planificador

Descripción general

El control del alcance es un proceso que se desarrolla durante toda la vida del proyecto y ocurre como consecuencia de los inevitables cambios que aparecen en el alcance durante su gestión, de los cuales necesita ser analizado y gestionado su impacto.

Aunque, como se enuncia anteriormente, el proceso es ejecutado en diferentes momentos, su ubicación natural dentro del modelo que se propone es como proceso alternativo a la verificación del alcance, siempre que este último genere no conformidades en los productos entregables. Su ejecución en estos casos se realiza en la fase de Cierre.

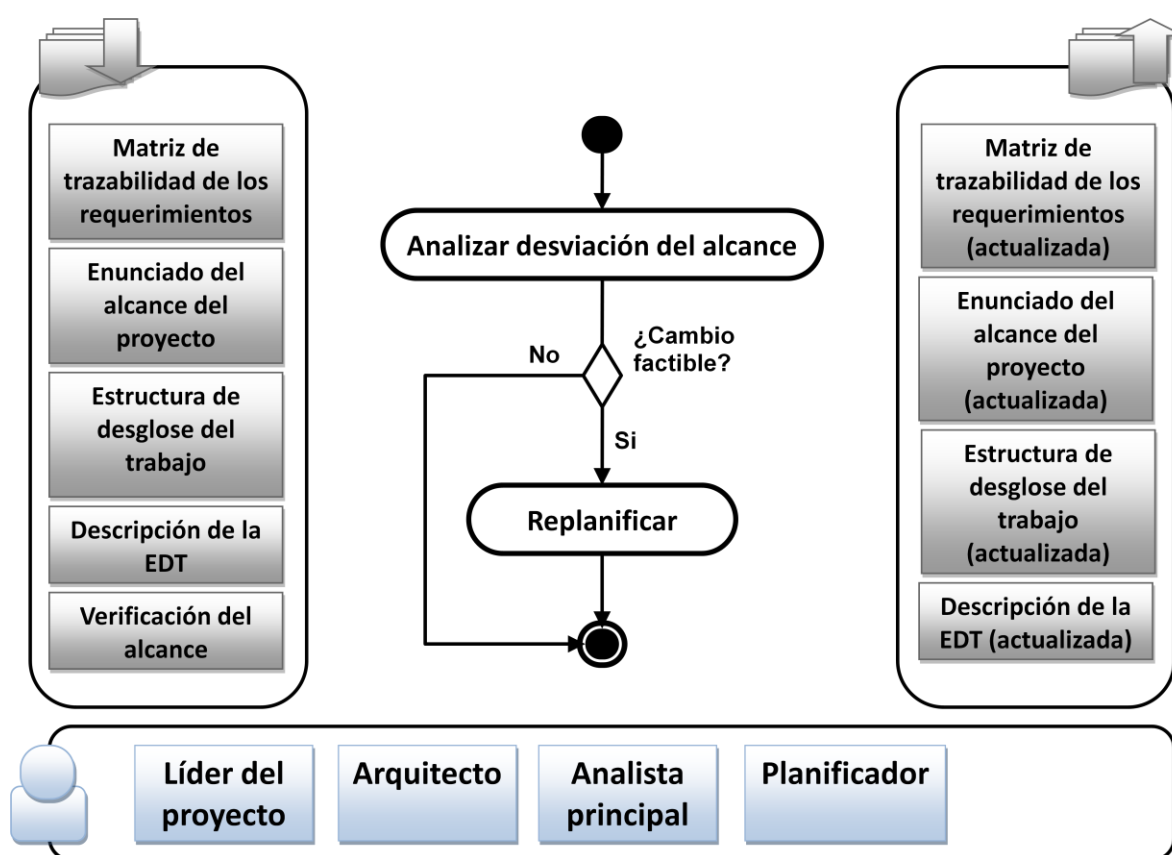


Figura 15 Representación del proceso Control

El objetivo principal del Control del alcance es intervenir sobre los factores que generan cambio en el proyecto y controla el impacto de dichos cambios en la desviación del alcance. Se identifican entonces 2 actividades: Analizar desviación del alcance y Replanificación. La Figura 15 muestra el flujo del proceso.

La actividad Analizar desviación del alcance tendrá como propósito el estudio y análisis del impacto que tendrán los cambios propuestos en el alcance del proyecto. Por su parte la Replanificación se encargará de modificar los artefactos que constituyen la línea base del alcance del proyecto y del alcance del producto (Matriz de trazabilidad de los requerimientos, Enunciado del alcance del proyecto, Descripción de la EDT) de acuerdo a los cambios que hayan sido aprobados en la actividad anterior.

Actividades

2.4.5.1. Analizar desviación del alcance

Entradas: Enunciado del alcance del proyecto, Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), Descripción de la EDT, Matriz de trazabilidad de los requerimientos, Alcance pendiente

Roles: Líder de proyecto, Arquitecto, Analista principal, Planificador

Esta es la primera actividad del proceso Control del alcance. Se efectúa cada vez que aparece una solicitud de cambio en el proyecto (se utilizan las mismas plantillas definidas por la Gestión de Configuración) o cuando la verificación de los entregables ha arrojado como resultado productos incompletos. En la misma se analiza, por parte de los directivos del proyecto (Líder del proyecto, Arquitecto, Analista principal y Planificador), el posible arrastramiento del alcance (ver *Desviación del alcance: el principal riesgo*) que generará el cambio solicitado. Los artefactos de entrada son los que conforman la directriz del alcance del proyecto y contienen toda la información necesaria para visionar las consecuencias del cambio. Además un documento generado por el proceso de Verificación del alcance que contiene los productos entregables no aceptados.

La Estructura de desglose de trabajo indicará las dependencias respecto al elemento a transformar o las modificaciones necesarias para insertar un nuevo elemento. Del mismo modo la Matriz de trazabilidad de los requerimientos lo hará respecto a los objetivos del proyecto. El Enunciado del alcance del proyecto y la Descripción de la EDT serán la base informativa y documental del proceso. El resultado de esta actividad debe ser la decisión tomada de si aceptar o no el cambio solicitado en el alcance del proyecto y las consideraciones respectivas a esta, que dará entrada en caso positivo a la ejecución de la siguiente actividad: Replanificación. La realización de este análisis debe hacerse en forma de reunión y se recomienda en sesiones de 45 min, tantas como sean necesarias dada su importancia en el objetivo de reducir al máximo el impacto del cambio.

2.4.5.2. Replanificar

Esta segunda actividad es realizada en dependencia de las decisiones tomadas por los directivos del proyecto en el análisis del arrastramiento del alcance. Su objetivo principal es el de replanificar el alcance del proyecto en dependencia de los cambios solicitados y aprobados en la anterior actividad. Como resultado generará la información actualizada en los artefactos que componen de la línea base del alcance del proyecto. Del mismo modo que se realizaron los 2 primeros procesos (Definición del alcance y Creación de la EDT) se realizará la presente, con la diferencia de que en este caso se insertará un nuevo elemento o modificará alguno ya existente. A partir de esta actividad el proyecto se enfocará en el desarrollo corregido de los cambios efectuados y en su conclusión se ejecutará nuevamente el proceso de Verificación del alcance.

2.5. Roles y responsabilidades

A continuación se presentará un compendio de los roles involucrados en cada uno de los procesos presentados anteriormente, además se definirán por cada cual sus respectivas responsabilidades:

Líder del proyecto:

- Dirige la comunicación entre el proyecto y los interesados para obtener sus necesidades como requerimientos
- Principal responsable de la elaboración de Enunciado del alcance del proyecto.
- Confecciona, junto al equipo de dirección del proyecto, la Estructura de desglose del trabajo. Además la aprueba.
- Encargado de verificar, por la parte del proyecto, el cumplimiento del alcance.
- Dirige las reuniones de análisis de los cambios propuestos al alcance.
- Aprueba las solicitudes de cambios y las replanificaciones respectivas.
- Debe establecer un acuerdo a través de firma de documentos por cada uno de los contratos establecidos y resultados obtenidos entre el proyecto y el cliente.

Arquitecto:

- Participa en la creación del Enunciado del alcance del proyecto y de la Estructura de desglose del trabajo.
- Participa en los análisis de las solicitudes de cambio y en las replanificaciones necesarias.

Analista principal:

- Es el principal responsable del proceso de captura de los requerimientos
- Formaliza el Documentos de los requerimientos.
- Participa en la creación del Enunciado del alcance del proyecto y de la Estructura de desglose del trabajo.
- Participa en los análisis de las solicitudes de cambio y en las replanificaciones necesarias.

Planificador:

- Responsable de la confección de la Estructura de desglose de trabajo, aunque no de definir su contenido.
- Participa en el proceso de definición del contenido de la Estructura de desglose de trabajo.
- Participa en los análisis de las solicitudes de cambio y en las replanificaciones necesarias.

Clientes:

- Brinda la información necesaria para la identificación de los requerimientos.
- Revisa y acepta el Documento de los requerimientos
- Participa en el proceso de creación de la Estructura de desglose de trabajo.
- Verifica el alcance del proyecto de acuerdo a los objetivos y necesidades contratadas.
- Debe establecer un acuerdo a través de firma de documentos por cada uno de los contratos establecidos y resultado obtenidos entre su parte y el proyecto.

2.6. Artefactos

La siguiente tabla resume cada uno de los artefactos utilizados o generados durante el desarrollo de los procesos que comprende el modelo presentado.

Tabla 1 Resumen de los artefactos

Artefactos	Identificación de los reqs.	Definición	Creación de la EDT	Verificación	Control
Requerimientos del proyecto					
Matriz de trazabilidad de los requerimientos					 
Enunciado del alcance del proyecto					 
Estructura de desglose del trabajo					 
Descripción de la EDT					 
Verificación del alcance					



2.7. Resumen del modelo

Tabla 2 Resumen del modelo propuesto

Procesos	Actividades	Entradas	Salidas	Roles
Identificación de los requerimientos	- Coleccionar requerimientos - Formalizar requerimientos		- Requerimientos del proyecto - Matriz de trazabilidad de los requerimientos	- Líder del proyecto - Analista principal - Interesados
Definición	- Definir productos entregables - Elaborar enunciado del alcance del proyecto	- Requerimientos del proyecto	- Enunciado del alcance del proyecto - Matriz de trazabilidad de los requerimientos (actualizada)	- Líder del proyecto - Arquitecto - Analista principal - Planificador
Creación de la EDT	- Definir descomposición del trabajo - Descomponer el trabajo - Crear la EDT	- Enunciado del alcance del proyecto	- Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) - Descripción de la EDT	- Líder del proyecto - Arquitecto - Analista principal - Planificador - Interesados
Verificación	- Inspeccionar el alcance	- Matriz de trazabilidad de los requerimientos - Enunciado del alcance del proyecto - Descripción de la EDT	- Verificación del alcance (seriada)	- Líder del proyecto - Interesados
Control	- Analizar desviación del alcance	- Matriz de trazabilidad de los requerimientos	- Matriz de trazabilidad de los requerimientos	- Líder del proyecto

	- Replanificar	- Enunciado del alcance del proyecto - Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) - Descripción de la EDT - Verificación del alcance	(actualizada) - Enunciado del alcance del proyecto (actualizado) - Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) (actualizado) - Descripción de la EDT (actualizado)	- Arquitecto - Analista principal - Planificador
--	----------------	---	--	--

2.8. Conclusiones parciales

Una vez desarrollado el modelo para la Gestión de alcance se concluye que:

- El modelo definido facilita el proceso de Gestión de Alcance como parte de la Gestión de Proyectos de software durante el proceso de desarrollo.
- El mismo se compone de 5 procesos: Identificación de los requerimientos, Definición, Creación de la EDT, Verificación y Control. Cada proceso está compuesto por actividades y roles que las realizan a través de la aplicación de técnicas y herramientas.
- Por cada proceso es generado también un flujo de documentación, ya sea de entrada o salida.
- Han sido planteados los principios por los que se rige el modelo y las premisas necesarias a cumplir para la aplicación del mismo.

CAPÍTULO 3: Aplicación de la propuesta

3.1. Introducción

El capítulo 3 presenta los resultados obtenidos a partir de la aplicación del modelo propuesto en la investigación en un proyecto real. La gestión de alcance del mismo se realizó aplicando los procesos correspondientes en consecuencia a la fase en la que se encontraba. La documentación generada por estos procesos constituye el principal resultado y la aceptación por parte de los miembros del proyecto y del cliente del mismo definen la validación de la propuesta.

Los siguientes epígrafes contienen una introducción a las características del proyecto en el que se aplica la propuesta, además de la situación actual del mismo lo cual justifica la exclusión en la aplicación de algunos de los procesos del modelo. Son expuestos también los resultados a través de los documentos generados en cada caso con su contenido perteneciente al caso de estudio.

3.2. Aplicación de la propuesta

La aplicación del modelo propuesto fue realizada en el proyecto Sistema de Análisis de Datos el cual pertenece a PATDSI¹⁰, en desarrollo en el Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos (CENTALAD) de la Infraestructura Productiva (IP). Como objetivo, este proyecto en estudio, se propone la creación de una suite de herramientas para el análisis inteligente de datos, que entre otras funcionalidades contará con Análisis estadístico clásico, Análisis discriminante (descriptivo y prescriptivo), Gestión de eventos o servicio de notificaciones, Servicios OLAP¹¹ y Cuadros de Mando Integral.

El proyecto Sistema de Análisis de Datos se encuentra actualmente en la fase Estructural, hasta este punto solo son aplicables 3 procesos del modelo: Identificación de los requerimientos (realizado en la

¹⁰ Paquete de Ayuda a la Toma de Decisiones y Sistemas Inteligentes

¹¹ On-line Analytical Processing

fase Conceptual), Definición y Creación del EDT. El resultado de la aplicación de los procesos de Verificación y Control es imposible obtenerlo en el marco de esta investigación ya que adquieren protagonismo mayoritariamente en las próximas fases del proyecto o cuando ya se hayan logrado resultados en el mismo. De cualquier modo los procesos que fueron aplicados constituyen la base de la Gestión de alcance, son los que logran definir los objetivos del proyecto y a partir de estos especificar el trabajo necesario.

La dirección del proyecto Sistema de Análisis de Datos recibió una capacitación respecto a la propuesta del modelo, como parte del proceso de aplicación de la misma.

Participaron directamente en la aplicación del modelo los ingenieros Henrik Pestano Pino y Yunior Miguel Almaguer Bajuelo. Seguidamente se ofrece una breve síntesis de sus respectivos Curriculum Vitae.

Ing. Henrik Pestano Pino

Graduado en la Universidad de las Ciencias Informáticas en el año 2007.

Instructor Recién Graduado. Ha sido Profesor del Departamento de Ingeniería de Software y Técnicas de Programación de la Facultad 3 durante su etapa posgraduada.

Se encuentra cursando la Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos.

Actualmente se desempeña como Subdirector de Producción del CENTALAD.

Premios Obtenidos

- Premio Destacado en la primera Jornada Científica Estudiantil de la Universidad de las Ciencias Informáticas 2004.
- Mención en la Segunda Jornada Científica Estudiantil de la Universidad de las Ciencias Informáticas 2005.
- Premio Destacado en la Tercera Jornada Científica Estudiantil de la Universidad de las Ciencias Informáticas 2006.

Publicaciones

- Pestano, H., et al. Sistema Automatizado de Descarga y Procesamiento de Patentes. Segunda Edición de la Semana Tecnológica del MIC 2005 (FORDES). Ciudad de la Habana. (Coautor).
- Pestano, H., et al. Sistema Automatizado de Descarga y Procesamiento de Patentes. Conferencia Científica UCiencia 2005. Universidad de Ciencias Informáticas, Ciudad de la Habana. (Coautor).
- Pestano, H., Modelo pedagógico maestría de gestión de proyectos informáticos 3ra edición. 1er Taller Internacional de Recursos Educativos Abiertos REA y Software Libre, Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior de la Universidad de La Habana, Ciudad de la Habana.
- Pestano, H., et al. Modelo pedagógico maestría de gestión de proyectos informáticos 3ra edición. Conferencia Científica UCiencia 2008. Universidad de Ciencias Informáticas, Ciudad de la Habana. (Coautor)
- Pestano, H., Modelo Pedagógico para Maestría de Gestión de Proyectos Informáticos. 3ra Edición”. XIII Convención y Feria Internacional Informática 2009, Ciudad de la Habana. (Coautor)

Ing. Yunior Miguel Almaguer Bajuelo

Graduado en la Universidad de las Ciencias Informáticas en el año 2008.

Instructor Recién Graduado. Ha sido Profesor del Departamento de Sistemas Digitales de la Facultad 5 durante su etapa posgraduada.

Se encuentra cursando la Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos.

Actualmente se desempeña como Líder de Desarrollo del proyecto Sistemas de Análisis de Datos.

Premios Obtenidos

- Mención en la Segunda Jornada Científica Estudiantil de la Universidad de las Ciencias Informáticas 2005.
- Premio Destacado en la Tercera Jornada Científica Estudiantil de la Universidad de las Ciencias Informáticas 2006.

3.2.1. Requerimientos identificados

Se comenzó, según lo propuesto en el modelo, por el proceso de Identificación de los requerimientos, con el objetivo de definir las verdaderas necesidades de los interesados, que en el caso del proyecto Sistema de Análisis de Datos coincidió con la dirección del CENTALAD.

3.2.1.1. Actividad Coleccionar requerimientos

La primera de las actividades fue coleccionar las funcionalidades necesitadas y demás requerimientos, la cual fue ejecutada por el líder del proyecto. Este paso de elicitación se basó principalmente en la revisión de las características presentes en sistemas similares al que se quiere producir, dentro de las herramientas evaluadas se encuentra la Suite de Pentaho Business Intelligence. Esto respondió a orientaciones precisadas por los interesados, dado que existía la necesidad de agregar al producto PATDSI las funcionalidades concernientes al análisis de datos y por lo tanto no presentaba exigencias predeterminadas. Las características que debía cumplir el sistema si fueron definidas a través de entrevistas al cliente.

3.2.1.2. Actividad Formalizar requerimientos

Una vez definidas las principales funcionalidades se realizó la estructuración, clasificación y documentación formal de los requerimientos. De estos pasos fueron obtenidos como resultado los siguientes 14 requerimientos funcionales:

RF1 Creación de un flujo de trabajo

RF2 Exportar a HTML

RF3 Exportar a XML

RF4 Autenticación predeterminada

RF5 Conectar con el origen de datos

RF6 Autenticación ante las bases de datos

RF7 Representar el análisis de los datos en varios formatos

RF8 Presentar el análisis de datos como HTML

RF9 Presentar el análisis de datos como una imagen

RF10 Modelos semánticos

RF11 Selección del origen de los datos

RF12 Editar alias

RF13 Buscar flujo de trabajo

RF14 Buscar modelo

Estos requerimientos, así como los no funcionales y los de soporte y ayuda, fueron contenidos en el documento Requerimientos del proyecto (ver Anexo 7: *Requerimientos del Proyecto – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0*). Se procedió luego a la firma de dicho documento entre la parte cliente y la dirección del proyecto como muestra de conformidad con el alcance definido para el producto, es decir, las funcionalidades y características con las que debe cumplir, como muestra la Figura 16.

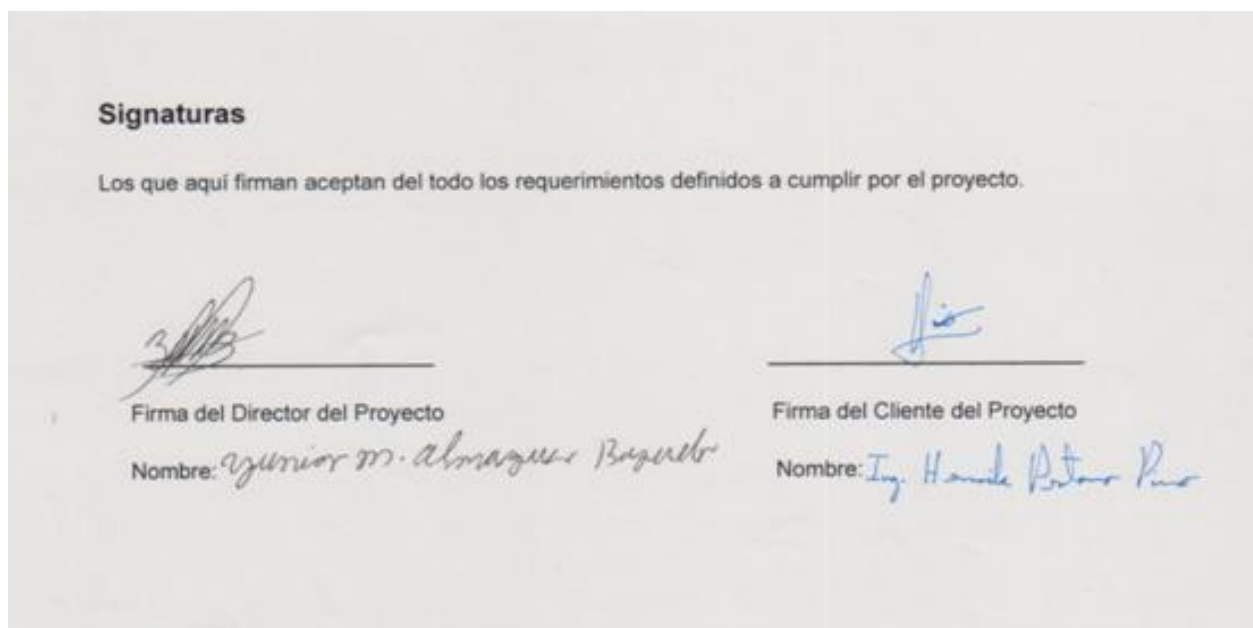


Figura 16 Firma de Aceptación del documento Requerimientos del Proyecto.

Como último paso se creó la Matriz de trazabilidad de los requerimientos a través de la cual se definieron a cada uno de estos importantes atributos para establecer las trazas en los próximos procesos:

- Prioridad: Alta, Media o Baja.
- Propietario: Miembro del proyecto responsable de que el sistema satisfaga el requerimiento.
- Estado: Activo, Cancelado, Diferido, Adicionado.
- Fecha de cumplimiento.

El resultado de este paso se muestra en la primera sección del documento (*ver Anexo 8: Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0*).

3.2.2. Alcance definido

Una vez identificados y formalizados los requerimientos, la dirección del proyecto se reunió para establecer el alcance del proyecto, guiados por las actividades componentes del proceso de Definición.

3.2.2.1. Actividad Definir los productos entregables

Como objetivo de la actividad se dispuso a definir los productos entregables, uno de los hitos del proceso de Definición. A modo de facilitar su desarrollo y de asegurar el éxito de sus resultados, se realizó una división lógica entre los entregables que constituían documentación y los que formaban parte del producto y su marco de creación. Dentro de los documentos propuestos a completar fueron incluidos los respectivos a la gestión del proyecto y los relacionados con la ingeniería de software. En general, esta documentación está compuesta por el resultado de la aplicación de las plantillas exigidas por la Infraestructura Productiva de la universidad, agregándoseles las obtenidas en este proceso de gestión de alcance. Los productos pertenecientes al software se definieron de acuerdo a las funcionalidades propuestas. A continuación se especifican los entregables resultados del desarrollo de la actividad:

1. Diario de actividades
2. Plan de desarrollo de software
3. Registro tarea de ingeniería

4. Ambiente de desarrollo
5. Requerimientos del proyecto
6. Matriz de trazabilidad de los requerimientos
7. Enunciado del alcance del proyecto
8. Estructura de desglose del trabajo
9. Descripción de la EDT
10. Verificación del alcance
11. Plan de gestión del cronograma
12. Cronograma del proyecto
13. Historial de cronograma
14. Medidas preventivas correctivas
15. Plan de mitigación de riesgos
16. Plan de capacitación
17. Roles y responsabilidades
18. Minutas de reunión
19. Especificación de requisitos
20. Plan de gestión de requisitos
21. Estado del arte del producto a desarrollar
22. Documento Visión
23. Symfony 1.1 instalado y configurado
24. PGAdmin 1.8.4 instalado y configurado
25. Servidor web Apache 2.2 instalado y configurado
26. SubVersion 1.4.2 instalado y configurado
27. RapidSVN 0.9.6 instalado y configurado
28. ZenStudio 6.0 instalado y configurado
29. Eclipse 2.6 instalado y configurado
30. Arquitectura de software
31. Arquitectura de información
32. Modelo de diseño
33. Modelo de datos generado
34. Manual de usuario

- 35. Casos de prueba
- 36. Plan de pruebas
- 37. Registro de prueba unitaria o integración
- 38. Aplicación Data Mining
- 39. Generador de Modelos
- 40. Construir modelo
- 41. Diseñador de Consultas
- 42. Salvar consulta
- 43. Cargar consulta
- 44. Mánager
- 45. Gestionar categorías
- 46. Gestionar Flujos de Trabajo
- 47. Visor de Flujo de Análisis
- 48. Ejecutar Flujo de Análisis
- 49. Exportar resultados a HTML
- 50. Exportar resultados a PDF
- 51. Exportar resultados a CSV
- 52. Exportar resultados a JPEG
- 53. Exportar resultados a TIFF
- 54. Diseñador de Flujo de Análisis
- 55. Gestionar Flujos de Análisis
- 56. Reglas de asociación
- 57. Clusterización
- 58. Reglas de clasificación
- 59. Algoritmos de aprendizaje
- 60. Identificación de atributos relevantes
- 61. Estadística básica
- 62. Correlación entre variables
- 63. Modelo de despliegue
- 64. Instalador
- 65. Plan de aseguramiento de la calidad

- 66. Glosario de términos
- 67. Plan de gestión de configuración
- 68. Solicitud de cambio

3.2.2.2. Actividad Elaborar enunciado del alcance del proyecto

Una vez listados los productos entregables se pasó a la creación del Enunciado del alcance del proyecto (ver Anexo 9: *Enunciado del Alcance del Proyecto – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0*), completando las diferentes secciones especificadas en la plantilla propuesta, las cuales, además de los entregables, se nutrieron de las informaciones existentes relacionadas con la concepción del proyecto. Al igual que los Requerimientos del proyecto, este documento fue revisado por el cliente y firmado por ambas partes como sello a la concordancia con lo planteado en este.

A partir de contar con mayor información disponible fue actualizada la Matriz de trazabilidad de los requerimientos (ver Anexo 8: *Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0*) creada en el proceso anterior. Se incluyó en esta la tabla con las trazas de los requerimientos hacia los productos entregables, usando los identificadores definidos en los Requerimientos del Proyecto (ver Anexo 7: *Requerimientos del Proyecto – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0*) y en el Enunciado del Alcance del Proyecto (ver Anexo 8: *Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0*). La Tabla 3 muestra la trazabilidad.

Tabla 3 Matriz de trazabilidad de los requerimientos funcionales hacia los productos entregables

	33	40	42	43	45	46	48	49	50	51	52	53	55	56	57	58	59	60	61	62
RF1			X	X			X						X							
RF2								X	X	X	X	X								
RF3								X	X	X	X	X								
RF4	X																			
RF5	X																			
RF6	X																			
RF7								X	X	X	X	X								
RF8								X	X	X	X	X								
RF9								X	X	X	X	X								

RF10		X	X	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X
RF11	X																			
RF12		X																		
RF13												X								
RF14						X														

3.2.3. EDT creada

Con la actividad de identificación de los productos entregables desarrollada en el proceso anterior se obtuvo la información necesaria para realizar el proceso de Creación de la EDT. Con este objetivo se reunieron los miembros del proyecto, dirigiendo su ejecución el líder del mismo y basado en las actividades definidas por el modelo propuesto. Cada miembro del equipo sugirió su criterio desde la perspectiva del rol que desempeña y enfocado en el resultado de este importante proceso: la Estructura de desglose del trabajo.

3.2.3.1. Actividad Definir los descomposición del trabajo

Se decidió la construcción de la Estructura de desglose del trabajo sobre la plantilla guiada por fases, ya que propicia una mejor visión del trabajo que se realizará y resultará de mayor facilidad verter la estructura de documentación propuesta por el modelo de producción de la universidad dentro de esta. Se acordó que las fases de desarrollo del software deberían constituir el primer nivel de la jerarquía de la EDT, y sumada a estas la Gestión de proyecto, la cual debería incluir las diferentes áreas de conocimiento. La Figura 17 muestra la base de esta EDT.

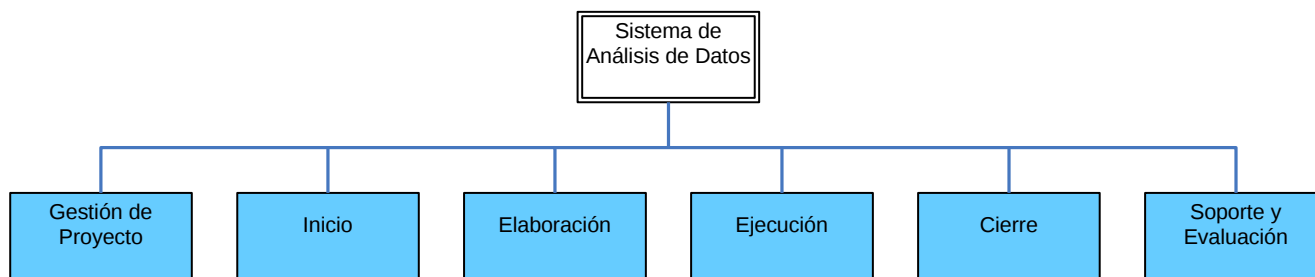


Figura 17 Composición básica de la EDT basada en la plantilla guiada por fases.

3.2.3.2. Actividad Descomponer el trabajo

Para la realización de la actividad de desglose, el equipo siguió una estrategia similar a la de definición de los productos entregables. Se dividió cada fase entre entregables de documentación, software o ambos, según el caso. El desglose del nivel dedicado a la Gestión de proyecto, como se afirmó anteriormente, incluyó áreas tales como: plan, alcance, tiempo, riesgo RRHH y reuniones. La Figura 18 muestra la descomposición del trabajo hasta el segundo nivel.

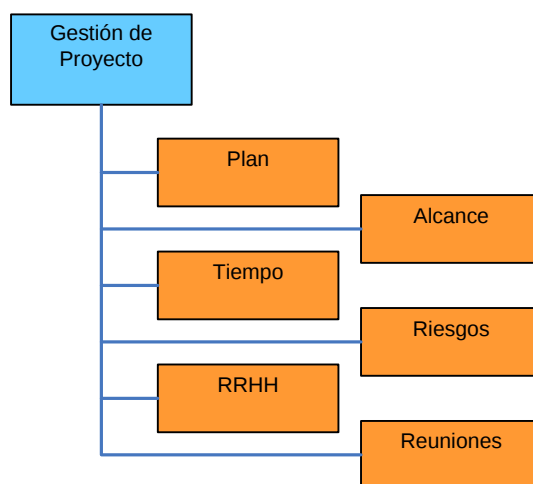


Figura 18 Desglose de la Gestión del proyecto.

Otro elemento en la actividad de descomposición del trabajo en el que se tuvo especial atención fue el entregable de software de la fase de Ejecución. En este paso se definió en un tercer nivel la aplicación DataMining, cuya creación constituye en sí el objetivo del proyecto. A partir de esta, y en un cuarto nivel, se establecieron los diferentes módulos. Por último, fueron adjuntados a cada uno de estos como paquetes de trabajo sus funcionalidades asociadas. La Figura 19 expone el resultado de la descomposición.

En este punto resulta necesario hacer la siguiente salvedad: los entregables relacionados con el ambiente de desarrollo del producto normalmente se identifican posterior a la definición de la arquitectura y por lo tanto en la Estructura de desglose del trabajo (EDT) deben establecerse en

dependencia o a continuación de esta. Una característica de este proyecto es que para la construcción del producto objetivo, al ser componente de otro sistema, el ambiente de desarrollo ya se encontraba definido, por lo tanto los entregables derivados de este habían sido preestablecidos y especificados antes de la creación de la arquitectura del proyecto. Dado que semánticamente de ese modo lo mostrará la EDT, podría ser causa de confusiones técnicas.

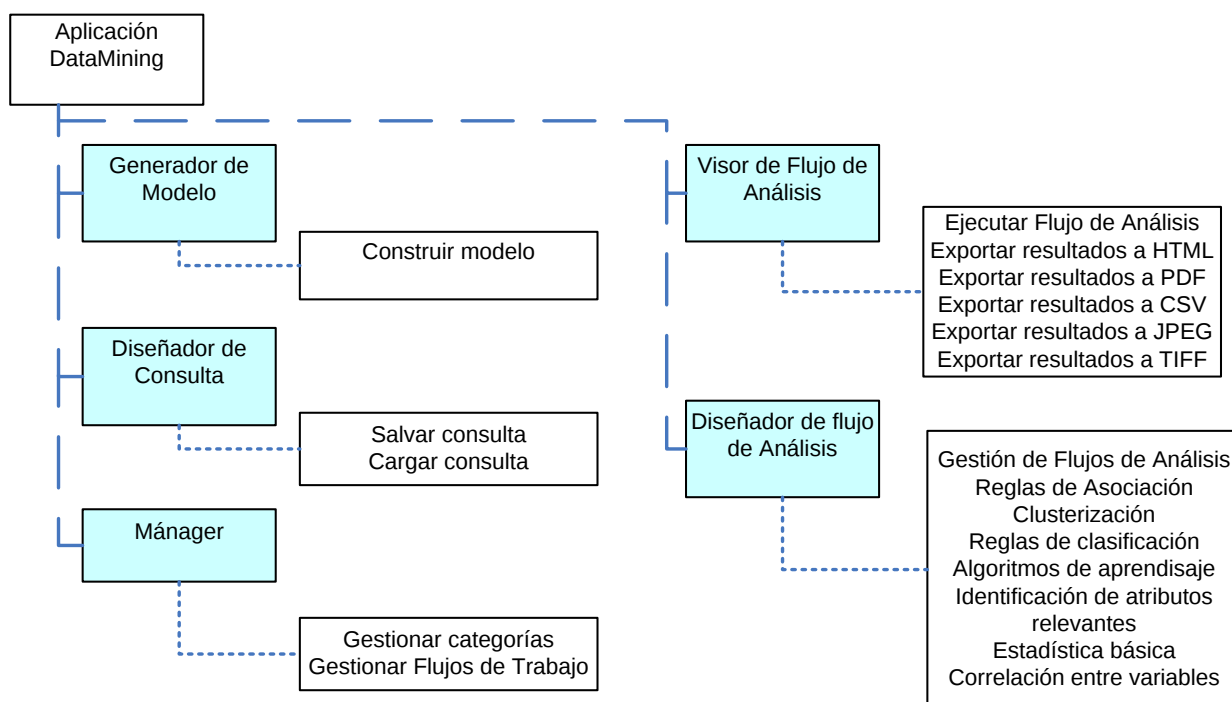


Figura 19 Desglose de trabajo de la aplicación DataMining.

3.2.3.3. Actividad Crear la EDT

El resultado del desglose realizado en la actividad anterior fue volcado en un documento formal contenedor de la EDT (ver Anexo 10: Estructura de Desglose del Trabajo – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0) tanto en modo de descripción sinóptica como en modo gráfico. Como aceptación del trabajo definido a realizar por el proyecto para la obtención del producto propuesto también este documento fue firmado por las partes. Como documento auxiliar fue creada la Descripción de la EDT (ver Anexo 11: Descripción de la EDT – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0) que describe cada elemento componente de la estructura de desglose.

3.2.4. Resumen de la aplicación

Con el adecuado establecimiento del trabajo requerido en el proyecto para su conclusión exitosa, se logró el objetivo principal de la gestión del alcance, aun con la aplicación parcial del modelo. Aunque los resultados de los procesos de Verificación y Control no fue posible obtenerlos en el marco de esta investigación, dada la fase temprana en que se encuentra el desarrollo del proyecto, se obtuvo el comprometimiento de su aplicación.

Cada uno de los procesos desarrollados generaron documentación basada en las plantillas propuestas en el modelo, con lo cual se obtuvieron 5 importantes artefactos: Requerimientos del proyecto, Matriz de trazabilidad de los requerimientos, Enunciado del alcance del proyecto, Estructura de desglose del trabajo y Descripción de la EDT.

Para la validación del modelo no fue aplicado ninguno de los métodos tradicionales para estos casos. Dado que 3 de los documentos obtenidos en los procesos, que constituyen además las más importantes salidas del modelo, fueron signados y estas firmas se realizaron tanto por el líder del proyecto como por el cliente del mismo en muestra de su aprobación con los resultados obtenidos, las mismas son consideradas la validación del modelo. Se debe tener en cuenta que se aprobó un alcance que influirá directamente en el éxito del proyecto, ya que constituirá la base para la gestión del tiempo, los recursos humanos y las adquisiciones en el mismo.

3.3. Conclusiones parciales

Una vez aplicado el modelo propuesto se concluyó que:

- A través de la aplicación en el Sistema de Análisis de Datos del CENTALAD se logró la ejecución de los 3 primeros procesos del modelo, logrando así definir la línea base del alcance del proyecto en cuestión.
- Los resultados de la aplicación quedaron plasmados en el completamiento de las plantillas propuestas por el modelo, cuya documentación resultante se expone en los Anexos.
- La validación de la propuesta se obtuvo con la aceptación, mediante firmas, de los documentos obtenidos que requerían de un acuerdo entre las partes.

CONCLUSIONES

Se realizó un estudio del estado del arte respecto a los diferentes enfoques de la Gestión de alcance en cumplimiento con el primer objetivo trazado, concluyéndose que:

- Las metodologías existentes para el desarrollo de esta área de conocimiento poseen un concepto general y abstracto con difícil grado de aplicación en la producción de proyectos de software y específicamente en entornos similares a la Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Las metodologías estudiadas presentan numerosos elementos positivos que constituyen la base para la creación de cualquier modelo o procedimiento para gestionar alcance.
- Se identificó la inexistencia en la universidad de un modelo efectivo y completo para la correcta implementación de los procesos relacionados con el alcance.

Se desarrolló un modelo que facilita el proceso de Gestión de alcance como parte de la gestión de proyectos de software durante el proceso de desarrollo. Se concluye que:

- El modelo incluye el consenso de las tendencias mundiales respecto a los procesos que debe incluir la gestión de alcance: Identificación de los requerimientos, Definición, Creación de la EDT, Verificación y Control.
- El desarrollo de los procesos cubre totalmente la vida del proyecto y cada uno de estos está compuesto por actividades y roles que las realizan a través de la aplicación de técnicas y herramientas. Es generado, además, un flujo de documentación, ya sea de entrada o salida.
- El modelo incluye las plantillas de documentos necesarios para su desarrollo.
- El enfoque del modelo propuesto cumple con las características del modo de producción de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Se validó el modelo de gestión de alcance a partir de su aplicación en el proyecto Sistema de Análisis de Datos, componente de PATDSI, en desarrollo en el CENTALAD. Se obtuvo la aceptación de sus resultados mediante la firma, entre las partes, de los documentos generados.

RECOMENDACIONES

Se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Aplicar el modelo en otros proyectos del CENTALAD en aras de continuar confirmando su validez.
2. Elaborar un sistema informático que brinde un seguimiento al alcance de un proyecto y ayude a la generación de los artefactos resultantes.

BIBLIOGRAFÍA

Addison, Tom y Vallabh, Seema. 2002. *Controlling Software Project Risks – an Empirical Study of Methods*. s.l. : University of the Witwatersrand y KPMG, 2002.

Barato, José. 2004. *Representación Formal PMBOK® Guide*. Madrid : s.n., 2004.

Booch, Grady, Jacobson, Ivar y Rumbaugh, James. 2000. *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. s.l. : Addison Wesley Publishing Company, 2000. 8478290362.

CMMI Product Team. 2006. *CMMI® for Development, Version 1.2*. Pittsburgh, PA : Cooliemon LLC; Spi edition (September 15, 2007), 2006. 0972002456.

Cruz Mulet, Henry y Castell González, Jessie. 2008. *Propuesta de metodología de Gestión de Proyectos de Software, Fase Conceptual*. Ciudad de la Habana : s.n., 2008.

Dr. Mathis, Keith. 2007. *Getting Your Project In Sight*. s.l. : The Mathis Group, Inc., 2007.

DrC. Pinero Perez, Pedro Y. 2008. *Estado de los Proyectos Productivos. Universidad de las Ciencias Informaticas*. 2008.

DrC. Pressman, Roger. 1996. *A Manager's Guide to Software Engineering (Paperback)*. Nueva York : McGraw-Hill Companies (March 1996), 1996. 0070522294.

—. 2002. *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. s.l. : McGraw-Hill, 2002.

DSC - Dirección de Calidad del Software. 2007. Wikiprod - Wikipedia de la Producción. *Expediente de Proyecto*. [En línea] 7 de Noviembre de 2007. [Citado el: 8 de Enero de 2009.] http://ucipedia/index.php/Expediente_de_Proyecto.

Excelencia Empresarial. 2006. Excelencia Empresarial. Gestión por Procesos. [En línea] 2006. <http://web.jet.es/amozarrain/index.html>.

Haughey, Duncan. 2007. *Stop Scope Creep Running Away With Your Project*. s.l. : PMP, 2007.

IPMA International Project Management Association. 2006. *ICB - IPMA Competence Baseline, Version 3.0.* Nijkerk : International Project Management Association, 2006. 0-9553213-0-1.

IPMA. 2009. IPMA International Project Management Association. [En línea] 2009. [Citado el: 10 de Febrero de 2009.] <http://www.ipma.ch/Pages/default.aspx>.

Jacowski, Tony. 2009. Creating a Work Breakdown Structure (WBS). 2009.

Jaeger, Jean-Michelle de. 2008. 12MANAGE The executive fast track. [En línea] 25 de Marzo de 2008. [Citado el: 15 de Diciembre de 2008.] http://www.12manage.com/methods_ipma_competence_baseline_es.html.

—. 2008. 12MANAGE The executive fast track. [En línea] 25 de Marzo de 2008. [Citado el: 30 de Noviembre de 2008.] http://www.12manage.com/methods_pmi_pmbok_es.html.

Mathis, Micah. 2009. Work Breakdown Structure: Purpose, Process and Pitfalls. 2009.

Mathur, Avneet. 2007. Improve Project Success with Better Scope Management. s.l. : PM Tips & Techniques, 2007, Vol. IX.

Microsoft. 2002. *Microsoft Solutions Framework White Paper.* 2002.

Mochal, Tom. 2004. TechRepublic. [En línea] 16 de Noviembre de 2004. [Citado el: 3 de Febrero de 2009.] http://articles.techrepublic.com.com/5100-10878_11-5034542.html.

Mondragón Campos, Oscar y Gil, Blanca. 2008. *Evaluacion Inicial CMMI UCI.* 2008.

Parodi, C. 2001. *El lenguaje de los proyectos.* Lima : s.n., 2001.

Patricia, Danny. 2007. Dirección de Proyectos. [En línea] Sistema de Gestión de Calidad ISF de Colombia, Octubre de 2007. [Citado el: 25 de Marzo de 2009.] <http://ddproyectos.wikidot.com/direccion>.

PMI. 2008. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide).* Pennsylvania EEUU : Project Management Institute; 4 edition (December 31, 2008), 2008. 1933890517.

PMI México. 2009. PMI Capítulo México. [En línea] 2009. [Citado el: 14 de Enero de 2009.] <http://www.pmimexico.org>.

Powell, P.L. y J.H., Klein. 1996. Risk Management for Information Systems Development. s.l. : Journal of Information Technolog, 1996, Vol. 11.

Real Academia Española. 2009. DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA - Vigésima segunda edición. [En línea] 2009. [Citado el: 15 de Marzo de 2009.] <http://buscon.rae.es/draeII/>.

SEI. 2009. Software Engineering Institute - Carnegie Mellon. [En línea] 2009. [Citado el: 17 de Enero de 2009.] <http://www.sei.cmu.edu>.

SIE Center. 2009. SIE Center. [En línea] Tecnológico de Monterrey, 2009. [Citado el: 20 de Febrero de 2009.] <http://esicenter.itesm.mx/>.

Standish-Group-International. 2001. *Extreme Chaos*. s.l. : West Yarmouth, Standish Group International, 2001.

Thompson, Donaval Neil. 2006. Proyectos Informáticos: Fracasos y Lecciones Aprendidas. San José, Costa Rica : s.n., 2006.

Turner, J. Rodney. 1992. *The Handbook of Project-Based Management*. New York : McGraw-Hill, 1992.

ANEXOS

Anexo 1: Plantilla Requerimientos del Proyecto

La plantilla Requerimientos del Proyecto contiene en resumen los elementos que se muestran a continuación:

Requerimientos funcionales

<<En esta sección deben enumerarse los requerimientos funcionales solicitados a desarrollar por el proyecto. Cada uno debe ser explicado claramente y debe asignársele un código identificativo>>

Requerimientos no funcionales

<<En esta sección deben enumerarse los requerimientos no funcionales del proyecto>>

Requerimientos de soporte

<< En esta sección deben enumerarse los requerimientos de soporte del proyecto>>

Signaturas

Los que aquí firman aceptan del todo los requerimientos definidos a cumplir por el proyecto.

Firma del Director del Proyecto

Nombre:

Firma del Cliente del Proyecto

Nombre:

Anexo 2: Plantilla Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos

La plantilla Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos contiene en resumen los elementos que se muestran a continuación:

Tabla de requerimientos

<<En esta sección se completará la tabla identificativa de los requerimientos a partir de la cual se gestionarán las diferentes matrices de trazabilidad. Esta tabla contendrá diferentes atributos por cada uno de los requerimientos tales como:

- Identificador único del requerimiento
- Prioridad (El proyecto establece los niveles de prioridad)
- Propietario
- Estado (Activo, Cancelado, Diferido, Adicionado, Aprobado)
- Fecha de cumplimiento

Podrán ser adicionadas cualquier otro atributo que considere necesario la dirección del proyecto>>

Ident	Prioridad	Propietario	Estado	Fecha de Cumplimiento	Objetivo del proyecto	Producto Entregable

Matriz de trazabilidad

<<En esta sección se adicionarán tantas matrices como decida el proyecto, para establecer trazabilidad entre los requerimientos y otros elementos, tales como:

- Problemas, oportunidades, metas y objetivos del negocio
- Objetivos del proyecto
- Productos entregables
- Casos de uso
- Diseño del producto, entre otros.

Podrán ser adicionadas cualquier otro elemento que considere necesario la dirección del proyecto>>

Anexo 3: Plantilla Enunciado del Alcance del Proyecto

La plantilla Enunciado del Alcance del Proyecto contiene en resumen los elementos que se muestran a continuación:

Objetivos del proyecto

<<En esta sección deben ser especificados los objetivos del proyecto, que constituyen en sí los criterios medibles de éxito del mismo>>

Alcance del producto

<<Describe las características generales del producto para el cual se creó el proyecto>>

Requerimientos del proyecto

<<Debe referenciarse el documento Requerimientos del proyecto, o deben describirse explícitamente las condiciones o capacidades que deben tener los productos entregables del proyecto para lograr satisfacer las necesidades de los interesados. Se sugiere establecer prioridades entre estos requerimientos como propuesta de orden para su desarrollo>>

Límites del proyecto

<<Esta sección establece qué está y qué no está incluido dentro del proyecto, como componentes. Garantiza, a modo de contrato, que no surjan exigencias futuras por parte de los interesados respecto a productos, servicios o resultados no acordados inicialmente>>

Productos entregables del proyecto

<<Esta sección incluye los productos entregables que resultarán del desarrollo del proyecto. Además de incluir las salidas relativas al producto que se construirá con el proyecto también se suma la documentación generada en los procesos generales de la gestión del proyecto. Estos productos entregables pueden ser descritos de forma resumida o detallada según acuerdo>>

Restricciones del proyecto

<<Esta sección enumera y describe todas las restricciones aplicadas al proyecto que estén asociadas con el alcance del mismo. Esto incluye los términos del contrato con los interesados, fechas impuestas en el cronograma por el cliente o un presupuesto predefinido>>

Organización inicial

<<Esta sección explica la estructura organizacional de los miembros del proyecto. Establece, también, las necesidades de recursos humanos presentes en el proyecto>>

Signaturas

Los que aquí firman aceptan del todo el Alcance del Proyecto.

Firma del Director del Proyecto

Nombre:

Firma del Cliente del Proyecto

Nombre:

Anexo 4: Plantilla Estructura de Desglose del Trabajo

La plantilla Estructura de Desglose del Trabajo contiene en resumen los elementos que se muestran a continuación:

Estructura de Desglose del Trabajo

<<Esta sección contendrá la EDT, preferentemente en la forma de cuadro sinóptico, ya que suele ser más adecuado dentro del marco de un documento formal. De todos modos la utilización de esta forma o de un árbol jerárquico gráfico, o inclusive de ambas es a conveniencia del proyecto>>

Signaturas

Los que aquí firman aceptan del todo los requerimientos definidos a cumplir por el proyecto.

Firma del Director del Proyecto

Firma del Cliente del Proyecto

Nombre:

Nombre:

Anexo 5: Plantilla Descripción de la EDT

La plantilla Descripción de la EDT contiene en resumen los elementos que se muestran a continuación:

Componentes de la EDT

<<Esta sección contendrá una descripción de cada uno de los elementos que conforman la Estructura de Desglose de Trabajo. Seguirá la estructura <nombre>:<descripción> >>

Anexo 6: Plantilla Verificación del Alcance

La plantilla Verificación del Alcance contiene en resumen los elementos que se muestran a continuación:

Alcance Aceptado

<<En esta sección deben enumerarse las funcionalidades y entregables completados y aceptados por el cliente>>

Alcance Pendiente

<<En esta sección deben enumerarse las funcionalidades y entregables que no fueron concluidos o aceptados por el cliente>>

Signaturas

Los que aquí firman aceptan los resultados obtenidos en la inspección realizada al Alcance del Proyecto.

Firma del Director del Proyecto

Nombre:

Firma del Cliente del Proyecto

Nombre:

**Anexo 7: Requerimientos del Proyecto – Sistema de Análisis de Datos –
v 1.0**

Requerimientos del proyecto

PATDSI

Sistema de Análisis de Datos

1.0

Introducción

La información contenida en el presente documento es el resultado del trabajo de captura de requisitos para el Sistema de Análisis de Datos, el mismo recoge los requisitos que debe cumplir la aplicación a desarrollar, los cuales han sido identificados a partir de las necesidades reales de los usuarios y de las demandas del cliente. El documento constituye el compromiso de obligatorio cumplimiento, en lo que a desarrollo de funcionalidades en la aplicación se refiere, por parte del equipo de desarrollo para con clientes y usuarios.

Los Requisitos planteados persiguen llegar a un entendimiento entre el cliente y el equipo de desarrollo de las condiciones que debe presentar el producto. Este producto se involucra con el Modulo Generador de Reportes Dinámicos.

Requerimientos funcionales

Funcionalidades

La herramienta debe permitir la creación de un flujo de trabajo para la realización del análisis de datos.

La herramienta debe permitir realizar análisis de datos de dos tipos de forma, es decir, desde un fichero ó de una base de datos.

El sistema debe contar con una funcionalidad de un diseñador de consultas dinámico.

El análisis de los datos debe extraer información desde un fichero ó en caso de que sea de una base de datos será capaz de extraerla de cualquier tabla, conjunto de tablas, consultas específicas.

El sistema de minería de datos deberá dar la posibilidad al usuario de exportar la información a formato pdf.

El sistema de minería de datos deberá dar la posibilidad al usuario de exportar la información texto plano.

El sistema de minería de datos deberá dar la posibilidad al usuario de exportar la información a múltiples formatos formato como HTML, pdf, cualquier otro formato de imagen.

Requerimientos del proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

El sistema de minería de datos deberá brindar la capacidad de visualizar los datos en tablas y diagramas.

La extensión de seguridad predeterminada debe permitir autenticar usuarios basándose en el modo de autenticación de la red en el que sea insertado el Sistema.

Las extensiones de procesamiento de datos deben poder abrir una conexión con un origen de datos del tipo para el que están programadas, ya sea PostgreSQL, MS SQL Server, MySQL entre otros gestores y para la primera versión se realizara con PostgreSQL.

La extensión de representación en HTML debe generar todo el código HTML para representar el resultado de la minería de datos mediante codificación UTF-8 (o ISO-8859-1) u otra codificación estándar.

El sistema debe dar la posibilidad de darles un nombre a los modelos creados.

El sistema debe permitir Buscar un flujo de trabajo realizado.

El sistema debe permitir Buscar un modelo.

El sistema debe permitir al usuario ver las relaciones entre una o varias tablas de un Origen de Datos antes seleccionado por el usuario.

El sistema debe permitir crear modelos semánticos manualmente, que permitan conectarse y recibir información sobre una fuente de datos.

Requerimientos

1. RF1 Creación de un flujo de trabajo

Un flujo de trabajo es la funcionalidad que permite realizar el análisis de datos, este no es más que la inclusión en el marco de trabajo de componentes con el que se relacionan, siguen un orden lógico y tienen una entrada y una salida con la cual se representan los resultados del análisis.

2. RF2 Exportar a HTML

Luego de realizar el análisis, debe ser posible exportar esa información a un fichero HTML que facilite la organización, envío o traslado de la misma.

Requerimientos del proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

3. RF3 Exportar a XML

Luego de realizar el análisis, debe ser posible exportar esa información a un fichero XML que facilite la organización, envío o traslado de la misma.

4. RF4 Autenticación predeterminada

La extensión de autenticación predeterminada debe permitir configurar el sistema para hacer uso de los sistemas de autenticación existentes, mediante tablas o formularios.

5. RF5 Conectar con el origen de datos

Cada extensión de procesamiento de datos es responsable de abrir conexión con el gestor de base de datos para el que está programado cuando se le solicite información, extraer y procesar los datos y cerrar la conexión.

6. RF6 Autenticación ante las bases de datos

Las extensiones de procesamiento de datos deben proporcionar un nombre de usuario y una contraseña para conectar con el origen de datos.

7. RF7 Representar el análisis de los datos en varios formatos

El Sistema de Reportes debe utilizar varias extensiones de representación para convertir los datos en un formato específico.

8. RF8 Presentar el análisis de datos como HTML

La extensión de representación en HTML debe generar todo el código HTML para representar el análisis mediante codificación UTF-8 u otra codificación estándar.

9. RF9 Presentar el análisis de datos como una imagen

La extensión de representación que produce el análisis de datos se puede ver con un editor de imágenes ó visores que soporten el formato exportado.

10. RF10 Modelos semánticos

A la hora de diseñar un flujo de trabajo el usuario debe poder seleccionar de las bases de datos disponibles las que desea sean incluidas en ese flujo y además de cada una, las tablas, columnas o consultas que conformarán los datos del análisis, pero no debería abrirse una

conexión a bases de datos para ver la estructura y recursos que esta posee cada vez que se vaya a crear un flujo de trabajo, para esto, en los modelos semánticos se guardan los esquemas de las bases de datos con que se cuenta para diseñar el flujo de trabajo sin necesidad de recurrir a las bases de datos, estos modelos deben poder crearse cuando se desee y actualizarlos cada vez que se modifique una base de datos, así como agregar los modelos nuevos para bases nuevas y eliminar los modelos cuyas bases se eliminen o no se vayan a utilizar.

11. RF11 Selección del origen de los datos

A la hora de diseñar un flujo de trabajo se deberá poder agregar al mismo, información que se encuentre en cualquier tabla o conjunto de tablas de cualquier base de datos con las que se cuenta, así como desde consultas existentes, vistas o funciones almacenadas (compatibilidad con cursores).

12. RF12 Editar alias

Cuando se va a crear el modelo se debe permitir que el usuario renombre los atributos (campos de la BD) creándoles un alias.

13. RF13 Buscar flujo de trabajo

El usuario tendrá la posibilidad de buscar automáticamente los flujos de trabajos que le interese.

14. RF14 Buscar modelo

El usuario tendrá la posibilidad de buscar automáticamente las Modelos que desee visualizar.

Requerimientos no funcionales

Usabilidad

El sistema debe ser intuitivo y tener un alto nivel de usabilidad permitiendo que usuarios sin mucho conocimiento informático, en aproximadamente 30 días puedan explotarlo al 100%.

El sistema no será usado por personas con ningún tipo de discapacidad por lo que éste solo debe contar con las funcionalidades que permitan hacerlo accesible a un usuario normal.

Se necesita utilizar en el diseño del lenguaje que resulte familiar al personal que interactuará con el sistema.

Requerimientos del proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

1. Sistema intuitivo

A pesar de que la mayoría de los usuarios que interactuarán con el sistema son programadores, informáticos o usuarios con experiencia, este debe ser lo suficientemente intuitivo y fácil de usar como para que cualquier persona con conocimientos mínimos de informática en un mes de entrenamiento y familiarización con la aplicación sea capaz de explotarla al máximo.

2. Accesibilidad

La accesibilidad del sistema estará orientada a usuarios normales, sin ningún tipo de discapacidad física o mental, por lo que este sólo debe contar con las interfaces y los métodos necesarios para su uso por personas comunes.

3. Audiencia

Debido a que el sistema será usado en un lugar específico no se hace muy difícil lograr un diseño y un vocabulario que resulte familiar y entendible para toda la audiencia o usuarios que explotarán el sistema, pero debe tenerse en cuenta la cultura y las costumbres del usuario final para que el sistema le resulte más amigable.

Fiabilidad

El sistema deberá permanecer online todo el tiempo, debido al tráfico constante de información, a no ser los instantes que sea necesario reiniciarlo por mantenimiento o algún cambio en la configuración.

1. Disponibilidad del servicio

Debido a que el sistema mantendrá en todo momento una cola de eventos a ejecutar para el análisis de datos, es necesario que este permanezca online constantemente para atender dichas solicitudes o alguna otra desde un usuario directamente. El sistema permanecerá fuera de servicio sólo en caso que se estén realizando tareas de mantenimiento o de configuración.

Eficiencia

El sistema debe ser rápido y ofrecer tiempos de respuesta relativamente bajos para mantener la agilidad en todos los servicios informáticos que se brindan la empresa donde se encuentre desplegado el mismo.

Requerimientos del proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

El sistema deberá permitir la concurrencia.

1. Rapidez de respuesta

El sistema debe ser rápido ofreciendo tiempos de respuestas bajos.

2. Concurrencia

Debido a las características del lugar donde será implantado el sistema, no será necesario soportar una alta concurrencia, pero si es necesario que puedan estar usando el sistema decenas de usuarios en el análisis de datos simultáneamente sin que se ralentice el proceso o se caiga el servicio.

Interfaz

La aplicación contendrá distintas interfaces que servirán para el intercambio de información con la misma, ya sea directamente con usuarios o con otros programas o sistemas software.

1. Interfaces de usuario

Las interfaces de usuario que deben ser implementadas por el software serán interfaces Web, la aplicación deberá ser accesible remotamente a través de la Web utilizando navegadores estándares como Mozilla Firefox o Internet Explorer.

2. Interfaces de comunicación

Las interfaces de comunicación principales que brindará el sistema serán servicios Web (WebServices), que serán utilizados por otros sistemas para instanciar el sistema de análisis de datos. El sistema de análisis de datos se comunicará con los gestores de bases de datos mediante protocolo TCP/IP mientras que los clientes accederán al sistema vía HTTP/HTTPS.

Estándares aplicables

XML: El sistema hará uso del lenguaje XML, como lenguaje estándar para ficheros de configuración e información guardada en bases de datos.

Requerimientos del proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

Requerimientos de software

El sistema debe correr y brindar el servicio desde sistema operativo libre (Debian GNU/Linux).

El sistema debe brindar servicio a través del servidor Web Apache2

El sistema debe permitir cargar los datos desde distintos orígenes y en distintos formatos.

Restricciones en el diseño e implementación

El sistema debe ser implementado en lenguaje de programación Python, v 2.6. y PHP, v 5.

El sistema debe utilizar como gestor de bases de datos PostgreSQL versión 8.2 o superior.

Requerimientos de hardware

El sistema debe ser instalado en un servidor que cuente con los siguientes requisitos mínimos de hardware: Procesador Intel Pentium 4 1.7 GHz, 2 GB de RAM, 10 GB de espacio libre en disco duro.

La base de datos debe ser instalada en un servidor que cuente con los siguientes requisitos de hardware: Procesador Intel Pentium 4 1.7 GHz, 2 MB de RAM, 20 GB de espacio en disco duro.

Para utilizar el sistema los usuarios deberán conectarse desde una PC con un navegador Web estándar (Internet Explorer v 6.0 o superior o Mozilla Firefox v 1.5 o superior) y requisitos mínimos de hardware: Procesador Intel Pentium 4 1.7 GHz, 512 MB RAM.

Requerimientos de soporte y ayuda**Soporte**

Para garantizar el soporte a los clientes se les brindara la posibilidad de emitir sus quejas y sugerencias a los desarrolladores del sistema, por una aplicación de gestión publicada en la empresa que realiza el mismo software dicho sistema de gestión en estos momentos es el RedMine y se encuentra publicado en <http://10.36.20.227:3389/>

Requerimientos del proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

1. No conformidades o Peticiones de cambio

Todas las no conformidades o peticiones de cambio se realizarán por la herramienta de gestión RedMine que se encuentra publicada en <http://10.36.20.227:3389/>

Ayuda

El sistema cuenta con una ayuda, además existe una herramienta de soporte en la cual se puede realizar una petición de ayuda y rápidamente será respondida en dicha herramienta que se encuentra en <http://10.36.20.227:3389/>

Signaturas

Los que aquí firman aceptan del todo los requerimientos definidos a cumplir por el proyecto.



Firma del Director del Proyecto

Nombre: *Junior M. Almaguer Bazuela*



Firma del Cliente del Proyecto

Nombre: *Ing. Harold Portales Rios*

Requerimientos del proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

Anexo 8: Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0

Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos

PATDSI

Sistema de Análisis de Datos

1.0

Introducción

Este documento tiene como principal objetivo el de establecer trazabilidad entre los requerimientos funcionales del proyectos con otro elementos del proyecto para contribuir con la visión del mismo. Para ello se realizará una Tabla de requerimientos que será la base identificativa de estos y con esa información se construirán entonces las matrices de trazabilidad que sean necesarias.

Tabla de requerimientos

Ident	Prioridad	Propietario	Estado
RF1	Alta	Maylen Bon Pérez	Activo
RF2	Baja	José Miguel Cazorla Santana	Activo
RF3	Baja	José Miguel Cazorla Santana	Activo
RF4	Media	Thais Casares González	Activo
RF5	Alta	José Miguel Cazorla Santana	Activo
RF6	Alta	José Miguel Cazorla Santana	Activo
RF7	Media	Daniel Ben Durán	Activo
RF8	Media	Daniel Ben Durán	Activo
RF9	Media	Daniel Ben Durán	Activo
RF10	Alta	Maylen Bon Pérez	Activo
RF11	Alta	José Miguel Cazorla Santana	Activo
RF12	Baja	José Miguel Cazorla Santana	Activo
RF13	Media	José Miguel Cazorla Santana	Activo
RF14	Media	José Miguel Cazorla Santana	Activo

Prioridad: Alta, Media, Baja

Estado: Activo, Cancelado, Diferido, Adicionado

Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

Matriz de trazabilidad

Trazabilidad con los productos entregables (el identificador de los entregables es según el documento Enunciado del alcance del proyecto, sección Productos entregables del proyecto)

	33	40	42	43	45	46	48	49	50	51	52	53	55	56	57	58	59	60	61	62
RF1			X	X			X						X							
RF2								X	X	X	X	X								
RF3								X	X	X	X	X								
RF4	X																			
RF5	X																			
RF6	X																			
RF7								X	X	X	X	X								
RF8								X	X	X	X	X								
RF9								X	X	X	X	X								
RF10		X	X	X	X	X								X	X	X	X	X	X	X
RF11	X																			
RF12		X																		
RF13													X							
RF14						X														

Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

Anexo 9: Enunciado del Alcance del Proyecto – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0

Enunciado del Alcance del Proyecto

PATDSI

Sistema de Análisis de Datos

1.0

Introducción

El documento que se enuncia a continuación tiene como objetivo principal la definición y establecimiento del alcance del proyecto. El mismo constituirá la línea base del trabajo que debe ser realizado para obtener un producto final con las funcionalidades convenidas con el cliente. Su contenido guiará además el resto de la gestión del alcance.

Objetivos del proyecto

Desarrollar un sistema de análisis de datos.

Integrar el sistema de análisis de datos desarrollado en el PATDSI.

Alcance del producto

El producto a obtener debe ser un sistema desarrollado en arquitectura web sobre plataforma libre con el objetivo principal de proveer de un módulo para el análisis de datos dentro del proyecto PATDSI. El mismo contará con las funcionalidades de Análisis estadísticos clásicos, Análisis discriminante (descriptivo y prescriptivo), Gestión de eventos o servicio de notificaciones, Servicios OLAP y Cuadros de mando.

Requerimientos del proyecto

Los requerimientos del proyecto han sido establecidos en el documento [Requerimientos del Proyecto](#). Como apoyo también puede consultarse el documento [Matriz de Trazabilidad de los Requerimientos](#).

Productos entregables del proyecto

1. Diario de actividades

Enunciado del Alcance del Proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

2. Plan de desarrollo de software
3. Registro tarea de ingeniería
4. Ambiente de desarrollo
5. Requerimientos del proyecto
6. Matriz de trazabilidad de los requerimientos
7. Enunciado del alcance del proyecto
8. Estructura de desglose del trabajo
9. Descripción de la EDT
10. Verificación del alcance
11. Plan de gestión del cronograma
12. Cronograma del proyecto
13. Historial de cronograma
14. Medidas preventivas correctivas
15. Plan de mitigación de riesgos
16. Plan de capacitación
17. Roles y responsabilidades
18. Minutas de reunión
19. Especificación de requisitos
20. Plan de gestión de requisitos
21. Estado del arte del producto a desarrollar
22. Documento Visión
23. Symfony 1.1 instalado y configurado
24. PGAdmin 1.8.4 instalado y configurado
25. Servidor web Apache 2.2 instalado y configurado
26. SubVersion 1.4.2 instalado y configurado
27. RapidSVN 0.9.6 instalado y configurado
28. ZenStudio 6.0 instalado y configurado
29. Eclipse 2.6 instalado y configurado
30. Arquitectura de software
31. Arquitectura de información
32. Modelo de diseño
33. Modelo de datos generado
34. Manual de usuario
35. Casos de prueba

Enunciado del Alcance del Proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

36. Plan de pruebas
37. Registro de prueba unitaria o integración
38. Aplicación Data Mining
39. Generador de Modelos
40. Construir modelo
41. Diseñador de Consultas
42. Salvar consulta
43. Cargar consulta
44. Mánager
45. Gestionar categorías
46. Gestionar Flujos de Trabajo
47. Visor de Flujo de Análisis
48. Ejecutar Flujo de Análisis
49. Exportar resultados a HTML
50. Exportar resultados a PDF
51. Exportar resultados a CSV
52. Exportar resultados a JPEG
53. Exportar resultados a TIFF
54. Diseñador de Flujo de Análisis
55. Gestionar Flujos de Análisis
56. Reglas de asociación
57. Clusterización
58. Reglas de clasificación
59. Algoritmos de aprendizaje
60. Identificación de atributos relevantes
61. Estadística básica
62. Correlación entre variables
63. Modelo de despliegue
64. Instalador
65. Plan de aseguramiento de la calidad
66. Glosario de términos
67. Plan de gestión de configuración
68. Solicitud de cambio

Enunciado del Alcance del Proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

Restricciones del proyecto

El proyecto presenta como límite para su desarrollo el día 30 de noviembre de 2009. Para esta fecha debe haber satisfecho con la totalidad de los requerimientos acordados.

Organización inicial

La distribución de los recursos humanos está dada por x personas. Las mismas están divididas por grupos de acuerdo a la parte que desarrollarán dentro del proyecto.

Jefe de proyecto: Yuniur Almaguer Bajuelo

Grupo Minería de datos: Maylen Bon Perez, Rachel Olivera

Grupo Arquitectura y BD: José Miguel Cazorla, Thais Casares

Grupo UI: Daniel Ben, Randy de Haz

Grupo Desarrollo: Inna Alfonso, Yahima Matos, Patricia Peña

Signaturas

Los que aquí firman aceptan del todo el Alcance del Proyecto.

Firma del Director del Proyecto

Nombre: *Yuniur Miguel Almaguer*
13 agosto

Firma del Cliente del Proyecto

Nombre: *Yamiel Portero*

Enunciado del Alcance del Proyecto
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

Anexo 10: Estructura de Desglose del Trabajo – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0

Estructura de Desglose del Trabajo

PATDSI

Sistema de Análisis de Datos

1.0

Introducción

En el presente documento se desarrolla la estructura de desglose del trabajo (EDT) que contiene los productos entregables definido por el proyecto. La creación de cada uno de los entregables expuestos en la estructura garantizará el cumplimiento del proyecto. El objetivo principal de esta EDT es servir de base a la posterior etapa de planificación.

Estructura de Desglose del Trabajo (sinóptica)

1. Gestión de proyecto
 - 1.1. Plan
 - 1.1.1. Diario de actividades
 - 1.1.2. Plan de desarrollo de software
 - 1.1.3. Registro tarea de ingeniería
 - 1.1.4. Ambiente de desarrollo
 - 1.2. Alcance
 - 1.2.1. Requerimientos del proyecto
 - 1.2.2. Matriz de trazabilidad de los requerimientos
 - 1.2.3. Enunciado del alcance del proyecto
 - 1.2.4. Estructura de desglose del trabajo
 - 1.2.5. Descripción de la EDT
 - 1.2.6. Verificación del alcance
 - 1.3. Tiempo
 - 1.3.1. Plan de gestión del cronograma
 - 1.3.2. Cronograma de proyecto
 - 1.3.3. Historial de cronograma
 - 1.3.4. Medidas preventivas correctivas
 - 1.4. Riesgos
 - 1.4.1. Plan de mitigación de riesgos
 - 1.5. RRHH
 - 1.5.1. Plan de capacitación
 - 1.5.2. Roles y responsabilidades
 - 1.6. Reuniones
 - 1.6.1. Minutas de reunión
2. Inicio
 - 2.1. Documentación
 - 2.1.1. Especificación de requisitos
 - 2.1.2. Plan de gestión de requisitos

Estructura de Desglose del Trabajo
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

- 2.1.3. Estado del arte del producto a desarrollar
- 2.1.4. Documento Visión
- 2.2. Software
 - 2.2.1. Symfony 1.1 instalado y configurado
 - 2.2.2. PGAdmin 1.8.4 instalado y configurado
 - 2.2.3. Servidor web Apache 2.2 instalado y configurado
 - 2.2.4. SubVersion 1.4.2 instalado y configurado
 - 2.2.5. RapidSVN 0.9.6 instalado y configurado
 - 2.2.6. ZenStudio 6.0 instalado y configurado
 - 2.2.7. Eclipse 2.6 instalado y configurado
- 3. Elaboración
 - 3.1. Documentación
 - 3.1.1. Arquitectura de software
 - 3.1.2. Arquitectura de información
 - 3.1.3. Modelo de diseño
 - 3.2. Software
 - 3.2.1. Modelo de datos generado
- 4. Ejecución
 - 4.1. Documentación
 - 4.1.1. Manual de usuario
 - 4.1.2. Casos de prueba
 - 4.1.3. Plan de pruebas
 - 4.1.4. Registro de prueba unitaria o integración
 - 4.2. Software
 - 4.2.1. Aplicación Data Mining
 - 4.2.1.1. Generador de Modelos
 - 4.2.1.1.1. Construir modelo
 - 4.2.1.2. Diseñador de Consultas
 - 4.2.1.2.1. Salvar consulta
 - 4.2.1.2.2. Cargar consulta
 - 4.2.1.3. Mánager
 - 4.2.1.3.1. Gestionar categorías
 - 4.2.1.3.2. Gestionar Flujos de Trabajo
 - 4.2.1.4. Visor de Flujo de Análisis
 - 4.2.1.4.1. Ejecutar Flujo de Análisis
 - 4.2.1.4.2. Exportar resultados a HTML
 - 4.2.1.4.3. Exportar resultados a PDF
 - 4.2.1.4.4. Exportar resultados a CSV

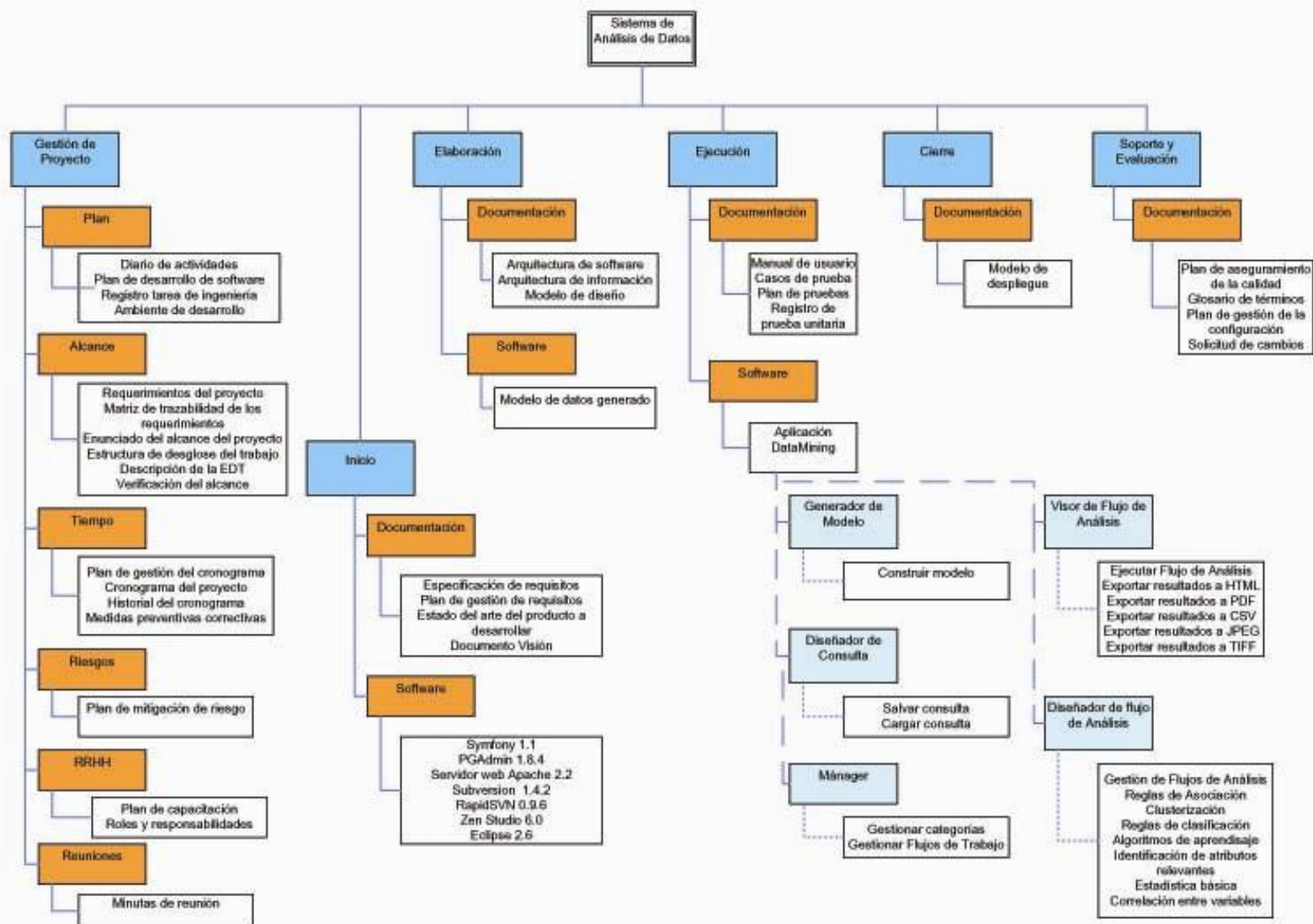
Estructura de Desglose del Trabajo
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

- 4.2.1.4.5. Exportar resultados a JPEG
 - 4.2.1.4.6. Exportar resultados a TIFF
 - 4.2.1.5. Diseñador de Flujo de Análisis
 - 4.2.1.5.1. Gestionar Flujos de Análisis
 - 4.2.1.5.2. Reglas de asociación
 - 4.2.1.5.3. Clusterización
 - 4.2.1.5.4. Reglas de clasificación
 - 4.2.1.5.5. Algoritmos de aprendizaje
 - 4.2.1.5.6. Identificación de atributos relevantes
 - 4.2.1.5.7. Estadística básica
 - 4.2.1.5.8. Correlación entre variables
- 5. Cierre
 - 5.1. Documentación
 - 5.1.1. Modelo de despliegue
- 6. Soporte y evaluación
 - 6.1. Documentación
 - 6.1.1. Plan de aseguramiento de la calidad
 - 6.1.2. Glosario de términos
 - 6.1.3. Plan de gestión de configuración
 - 6.1.4. Solicitud de cambio

Estructura de Desglose del Trabajo (gráfica)

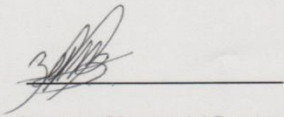
(Ver página siguiente)

Estructura de Desglose del Trabajo
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos



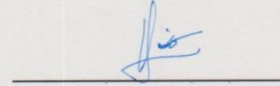
Signaturas

Los que aquí firman aceptan del todo los requerimientos definidos a cumplir por el proyecto.



Firma del Director del Proyecto

Nombre: *Junior M. Almazan Baez*



Firma del Cliente del Proyecto

Nombre: *Ing. Harold Pizarro Pino*

Estructura de Desglose del Trabajo
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

Anexo 11: Descripción de la EDT – Sistema de Análisis de Datos – v 1.0

Descripción de la EDT

PATDSI

Sistema de Análisis de Datos

1.0

Introducción

Este documento contiene una descripción de cada uno de los elementos que conforma la estructura de desglose del trabajo. Es un documento complementario de la EDT.

Componentes de la EDT

1. **Gestión de proyecto:** productos entregables generados por la gestión del proyecto
 - 1.1. **Plan:** documentación perteneciente a planificaciones generales dentro de la gestión del proyecto
 - 1.1.1. **Diario de actividades:** documento que contiene la descripción de las actividades realizadas en el proyecto
 - 1.1.2. **Plan de desarrollo de software:** documento que integra los planes y lineamientos iniciales de desarrollo del proyecto
 - 1.1.3. **Registro tarea de ingeniería:** documento que describe las tareas realizadas por los miembros del proyecto (Libro del ingeniero)
 - 1.1.4. **Ambiente de desarrollo:** documento que contiene la distribución y planificación de los recursos del proyecto (servidores, pc clientes, etc.)
 - 1.2. **Alcance:** documentación generada por el proceso de gestión de alcance del proyecto
 - 1.2.1. **Requerimientos del proyecto:** documento que contiene los requerimientos del proyecto
 - 1.2.2. **Matriz de trazabilidad de los requerimientos:** documento que contiene las matrices de trazabilidad de los requerimientos con otros elementos del proyecto.
 - 1.2.3. **Enunciado del alcance del proyecto:** documento que contiene la información base del alcance del proyecto
 - 1.2.4. **Estructura de desglose del trabajo:** documento que contiene el desglose del trabajo necesario para el completamiento del proyecto
 - 1.2.5. **Descripción de la EDT:** documento que contiene la explicación de cada uno de los elementos que conforman la Estructura de desglose del trabajo
 - 1.2.6. **Verificación del alcance:** documento seriado que contiene los resultados de determinada verificación del alcance del proyecto realizada por el cliente
 - 1.3. **Tiempo:** generada por el proceso de gestión del tiempo del proyecto
 - 1.3.1. **Plan de gestión del cronograma:** documento que define los criterios y procedimientos de la confección y modificación del cronograma.
 - 1.3.2. **Cronograma del proyecto:** documento que contiene hitos actividades y sus atributos, los diagramas del cronograma, entre otros elementos.
 - 1.3.3. **Historial del cronograma:** documento que contiene un historial del progreso del cronograma.
 - 1.3.4. **Medidas preventivas correctivas:** documento que contiene un conjunto de medidas a aplicar para prevenir o corregir desviaciones en la programación del cronograma.
 - 1.4. **Riesgos:** documentación generada por el proceso de gestión de los riesgos del proyecto

Descripción de la EDT
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

- 1.4.1. **Plan de mitigación de riesgos:** documento que contiene la descripción de los riesgos identificados por el proyecto así como el plan para la mitigación de los mismos.
- 1.5. **RRHH:** documentación generada por el proceso de gestión de los recursos humanos del proyecto
- 1.5.1. **Plan de capacitación:** documento que describe el plan para la capacitación de los recursos humanos del proyecto
- 1.5.2. **Roles y responsabilidades:** definición de cada uno de los roles y respectivas responsabilidades y asumirán el trabajo en el proyecto
- 1.6. **Reuniones:** documentación generada en las reuniones del proyecto
- 1.6.1. **Minutas de reunión:** resumen de cada una de las reuniones realizadas en el marco del proyecto

2. Conceptual: productos entregables generados en la Fase Conceptual del proyecto

- 2.1. **Documentación:** documentación generada en la fase
 - 2.1.1. **Especificación de requisitos:** documento que contiene la descripción de los requerimientos funcionales, no funcionales y de soporte y ayuda.
 - 2.1.2. **Plan de gestión de requisitos:** documento que contiene los detalles del plan para gestionar cambios en los requisitos del proyecto.
 - 2.1.3. **Estado del arte del producto a desarrollar:** documento que contiene un estudio del estado del arte a nivel mundial del producto a desarrollar
 - 2.1.4. **Documento Visión:** documento que contiene la visión general del proyecto, a través de un estudio de las oportunidades de negocio, descripción de los usuarios e interesados y los objetivos del producto.
- 2.2. **Software:** artefactos pertenecientes al producto
 - 2.2.1. **Symfony 1.1 instalado y configurado:** componentes configurados que garantizan el funcionamiento del framework Symfony.
 - 2.2.2. **PGAdmin 1.8.4 instalado y configurado:** componentes configurados que garantizan el funcionamiento del gestor de bases de datos PGAdmin.
 - 2.2.3. **Servidor web Apache 2.2 instalado y configurado:** componentes configurados que garantizan el funcionamiento del servidor web Apache.
 - 2.2.4. **SubVersion 1.4.2 instalado y configurado:** componente configurado que garantiza el funcionamiento del controlador de versiones por el lado del servidor.
 - 2.2.5. **RapidSVN 0.9.6 instalado y configurado:** componente configurado que garantizan el funcionamiento del controlador de versiones por el lado del cliente.
 - 2.2.6. **ZenStudio 6.0 instalado y configurado:** componentes configurados que garantizan el funcionamiento del IDE ZenStudio para el trabajo con PHP.
 - 2.2.7. **Eclipse 2.6 instalado y configurado:** componentes configurados que garantizan el funcionamiento del IDE Eclipse para el trabajo con Python.

3. Estructural: productos entregables generados en la Fase Estructural del proyecto

- 3.1. **Documentación:** documentación generada en la fase

Descripción de la EDT
PATDSI
Sistema de Análisis de Datos

- 3.1.1. **Arquitectura de software:** documento que contiene toda la información relacionada con la arquitectura del software tales como: ambiente de desarrollo, representaciones arquitectónicas, estilos arquitectónicos, vista lógica, vista de procesos, entre otros elementos.
- 3.1.2. **Arquitectura de información:** documento que describe y planifica la distribución de la información en el producto.
- 3.1.3. **Modelo de diseño:** documento que contiene los detalles del diseño del sistema, tales como los diagramas de paquetes, diagrama de clases y descripción de las clases.

3.2. **Software:** artefactos pertenecientes al producto

- 3.2.1. **Modelo de datos generado:** aplicación en el gestor de base de datos del modelo de datos diseñado para el producto.

4. **Ejecutiva:** productos entregables generados en la Fase Ejecutiva del proyecto

4.1. **Documentación:** documentación generada en la fase

- 4.1.1. **Manual de usuario:** documento que contiene la información necesaria para el aprendizaje del trabajo con el producto desarrollado
- 4.1.2. **Plan de pruebas:** documento que contiene el plan general para la aplicación de las pruebas en el producto, e incluye entre otra información los escenarios de pruebas, los requerimientos a probar y las estrategias de pruebas de aceptación.
- 4.1.3. **Casos de prueba:** documento que contiene la descripción de los diferentes casos de prueba del producto.
- 4.1.4. **Registro de prueba unitaria o integración:** documento que contiene la descripción de las pruebas unitarias o de integración.

4.2. **Software:** artefactos pertenecientes al producto

4.2.1. **Aplicación Data Mining:** aplicación responsable del análisis de datos dentro del proyecto PATDSI

- 4.2.1.1. **Generador de Modelos:** módulo responsable de la construcción de modelos
- 4.2.1.1.1. **Construir modelo:** funcionalidad de creación del modelo
- 4.2.1.2. **Diseñador de Consultas:** módulo responsable del diseño de consultas a la BD
- 4.2.1.2.1. **Salvar consultas:** funcionalidad de archivar la consulta creada
- 4.2.1.2.2. **Cargar consultas:** funcionalidad de cargar consultas archivadas
- 4.2.1.3. **Manager:** módulo responsable de la gestión de categorías y flujos de trabajo
- 4.2.1.3.1. **Gestionar categorías:** funcionalidades relacionadas con la gestión de categorías (crear, modificar, guardar, eliminar)
- 4.2.1.3.2. **Gestionar Flujos de Trabajo:** funcionalidades relacionadas con la gestión de Flujos de Trabajo (crear, modificar, guardar, eliminar)
- 4.2.1.4. **Visor Flujo de Análisis:** módulo responsable de posibilitar el trabajo con los Flujos de Análisis
- 4.2.1.4.1. **Ejecutar Flujo de Análisis:** funcionalidad de ejecutar un Flujo de Análisis
- 4.2.1.4.2. **Exportar resultados a HTML:** funcionalidad de exportar el resultado del análisis a HTML
- 4.2.1.4.3. **Exportar resultados a PDF:** funcionalidad de exportar el resultado del análisis a PDF

Descripción de la EDT

PATDSI

Sistema de Análisis de Datos

- 4.2.1.4.4. **Exportar resultados a CSV:** funcionalidad de exportar el resultado del análisis a CSV
- 4.2.1.4.5. **Exportar resultados a JPEG:** funcionalidad de exportar el resultado del análisis a JPEG
- 4.2.1.4.6. **Exportar resultados a TIFF:** funcionalidad de exportar el resultado del análisis a TIFF
- 4.2.1.5. **Diseñador de Flujos de Análisis:** módulo responsable del diseño de Flujos de Análisis
- 4.2.1.5.1. **Gestionar Flujos de Análisis:** funcionalidades relacionadas con la gestión de Flujos de Análisis (crear, modificar, guardar, eliminar)
- 4.2.1.5.2. **Reglas de asociación:** Conjunto de algoritmos basado en Reglas de asociación
- 4.2.1.5.3. **Clusterización:** Conjunto de algoritmos basado en Clusterización
- 4.2.1.5.4. **Reglas de clasificación:** Conjunto de algoritmos basado en Reglas de clasificación
- 4.2.1.5.5. **Algoritmos de aprendizaje:** Conjunto de algoritmos basado en Aprendizaje
- 4.2.1.5.6. **Identificación de atributos relevantes:** Conjunto de algoritmos basado en Identificación de atributos relevantes
- 4.2.1.5.7. **Estadísticas básicas:** Conjunto de algoritmos basado en Estadísticas básicas
- 4.2.1.5.8. **Correlación entre variables:** Conjunto de algoritmos basado en Correlación entre variables

5. Cierre: productos entregables generados en la Fase de Cierre del proyecto

5.1. Documentación: documentación generada en la fase

- 5.1.1. **Modelo de despliegue:** documento que contiene el diseño del proceso de despliegue del sistema

6. Soporte y evaluación: productos entregables generados en la Fase de Soporte y evaluación del proyecto

6.1. Documentación: documentación generada en la fase

- 6.1.1. **Plan de aseguramiento de la calidad:** documento que contiene los detalles del plan para asegurar la calidad del proyecto, que entre otra información incluye los objetivos de calidad, las métricas, el plan de revisiones y auditorías y las pruebas.
- 6.1.2. **Glosario de términos:** documento que contiene un conjunto de términos y acrónimos relacionados pertenecientes al negocio del proyecto
- 6.1.3. **Plan de gestión de configuración:** documento que contiene los detalles del plan para la gestión de requisitos y los cambios en ellos.
- 6.1.4. **Solicitud de cambio:** documento que conforma una planilla para la solicitud de los cambios en el proyecto