

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

FACULTAD 5



**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS**

**TÍTULO: Proceso de Desarrollo de Requisitos de CMMI para los
proyectos SCADA del Centro de Informática Industrial.**

AUTOR: Annia Maria Santana Fuentes.

TUTOR: Ing. Liliam Celia Beyris Soulyary.

La Habana
Junio del 2011

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro ser autor 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 ____ días del mes de _____ del año _____.

Firma de la Autora

Annia Maria Santana Fuentes

Firma de la Tutora

Ing. Liliam Celia Beyris Souлары

DATOS DE CONTACTO

Nombre(s) y apellidos: Liliam Celia Beyris Soulary.

Institución: Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Título: Ingeniero en Ciencias Informáticas.

e-mail: lcbeyris@uci.cu

Ingeniero en Ciencias Informáticas, en la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) en el 2008, con 2 años de experiencia en su desempeño laboral.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Mami y papi, tengo tantas cosas que agradecerles que no sé por dónde empezar, gracias por enseñarme y guiarme por la vida, por toda la confianza que siempre me han dado, por respetar mis decisiones y dejar que aprenda de mis errores, por vivir mis logros como si fueran suyos, por secar mis lágrimas y celebrar mis alegrías, por ser las personas más especiales e importantes de mi vida, escribiría infinitos motivos para agradecerles y no terminaría, porque la verdad es que a ustedes les voy a estar eternamente agradecida, los quiero mucho.

A mi hermano:

Por dedicarme un pedacito de su corazón, por quererme y siempre preocuparse por mí.

A mi familia:

Por su constante preocupación y confianza, a mis tíos, primos y abuelas, pero en especial: a mi abuelita Delsa que aunque no esté presente físicamente en estos momentos, siempre estuvo pendiente de mi, brindándome su inmenso cariño y afecto, su atención y su amor.

A mis amigos:

Gracias por tantos momentos inolvidables, por escucharme y quererme con mis defectos y virtudes, por tantos recuerdos que nunca se borrarán de mi corazón. A todos mis amigos gracias y en especial a mis viejas y fieles amistades Yirina, Aleagna y Liena y a la menos vieja Daylen, a los que no menciono no se pongan celosos, igual los quiero mucho.

A mi tutora Liliam:

Por brindarme su ayuda incondicional, gracias por la confianza depositada y por todo el apoyo brindado.

A todos los que de una u otra forma contribuyeron a mi formación profesional y a la realización de este trabajo, muchas gracias.

Dedico este trabajo a todas las personas que siempre creyeron en mí, en especial a:

Mi madre fuente de inspiración y guía de todos mis actos y pensamientos.

Mi padre por todo el apoyo que me ha brindado siempre.

Mi hermano por su cariño, comprensión y ayuda.

A ustedes dedico este trabajo con todo el amor del mundo,

¡LOS QUIERO!

Resumen

La industria cubana del software es un sector donde el concepto de calidad ha tenido un gran impacto. Es por esto que día a día las organizaciones productoras de software se preocupan por implementar modelos o estándares que les permitan uniformar la filosofía de trabajo y garantizar la obtención de un producto con calidad. La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), como eslabón principal en el desarrollo de software en el país, decidió implementar un modelo de calidad que le permita uniformar los procesos que se desarrollan en sus proyectos.

En este trabajo se definen los procesos del área Desarrollo de Requisitos que está especificada en el modelo CMMI (Modelo Integrado de Capacidad y Madurez) adaptados a los proyectos de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) del Centro de Informática Industrial (CEDIN). Además se establece un conjunto de actividades para desarrollar el proceso de una forma organizada y uniforme. Todo esto contribuye a guiar el proceso, estandarizarlo y a proponer mejores prácticas para incrementar la calidad del proceso de producción de software. De manera general el producto final del presente trabajo se enfoca a desarrollar el proceso Desarrollo de Requisitos según el nivel III de CMMI para los proyectos SCADA del Centro de Informática Industrial.

Palabras Clave.

Calidad, CMMI, Desarrollo de Requisitos, Proceso, SCADA.

Índice

<i>Introducción</i>	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
Introducción	5
1.1. Modelos de calidad	5
1.1.1. CMMI como modelo de Calidad.	6
1.2. Características generales de CMMI	8
1.2.1. Áreas de procesos de CMMI	12
1.2.1.1. El Desarrollo de Requisitos según CMMI.	15
1.3. Definición de Requisitos.	15
1.3.1. Clasificación de los requisitos	16
1.3.2. Ingeniería de Requisitos	18
Conclusiones Parciales	22
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	23
Introducción	23
2.1. Desarrollo de Requisitos: un área de proceso	23
2.2. Libro de Proceso para el Desarrollo de Requisitos	32
2.2.1. Proceso Desarrollo de Requisitos	32
2.2.1.1. Subproceso “Obtención de Necesidades”.	42
2.2.1.2. Subproceso “Desarrollo de Requisitos del cliente”	43
2.2.1.3. Subproceso “Establecer requisitos de producto y producto-componente”	44
2.2.1.4. Subproceso “Asignar requisitos de componentes del producto”	46
2.2.1.5. Subproceso “Identificar requisitos de interfaz”	48
2.2.1.6. Subproceso “Establecer conceptos operacionales y escenarios”	49
2.2.1.7. Subproceso “Establecer una definición de la funcionalidad requerida”	51
2.2.1.8. Subproceso “Analizar requisitos”	52
2.2.1.9. Subproceso “Analizar requisitos para lograr balance”	54
2.2.1.10. Subproceso “Validar requisitos”	55
Conclusiones Parciales.	58
CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO	59
Introducción	59
3.1. SCADA AS.	59
3.1.1. Aplicación del subproceso Obtener Necesidades.	60
3.1.2. Aplicación del subproceso Desarrollar los requisitos del cliente	60
3.1.3. Aplicación del subproceso Establecer requisitos del producto y de componentes del producto.	61
3.1.4. Aplicación del subproceso Asignar requisitos de componentes del producto.	62

ÍNDICE

3.1.5 Aplicación del subproceso Identificar requisitos de interfaz. _____	62
3.1.6 Aplicación del subproceso Establecer Conceptos Operacionales y Escenarios. ____	63
3.1.7 Aplicación del subproceso Establecer una definición de la funcionalidad requerida.	64
3.1.8 Aplicación del subproceso Analizar requisitos. _____	65
3.1.9 Aplicación del subproceso Analizar requisitos para lograr balance. _____	66
3.1.10 Aplicación del subproceso Validar requisitos. _____	67
Conclusiones Parciales _____	67
Conclusiones Generales _____	69
Recomendaciones _____	70
Bibliografía _____	71

Introducción

La revolución científica ha desempeñado un papel importante en la sociedad y es en ella donde las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han permitido que el ser humano suplante técnicas antiguas por nuevas y más eficientes maneras de realizar los procesos, logrando que se desplieguen y mejoren los proyectos, además de aportar innumerables innovaciones que hacen que se desarrollen competencias y nuevos mercados. Es importante señalar que la producción de software es una actividad que presenta muchas complejidades, lo que hace que las estimaciones de tiempo y costo sean muchas veces impredecibles.

Para lograr la efectividad en esta rama de la industria se han trazado estrategias con el fin de mejorar el proceso de producción de este tipo de producto en las empresas y universidades del país. En aras de hacer cada vez productos con mejor calidad y eficiencia se ha enfocado todo el proceso hacia una mejora continua del desarrollo de los requisitos.

Entre los avances realizados mundialmente se tiene conocimiento de un conjunto de herramientas que conducen a la optimización de los procesos de software, sentando las bases para que los proyectos, independientemente de su complejidad o tamaño, se puedan entregar prácticamente sin defectos y respetando plazos y costes estimados. Dentro de estas herramientas se encuentran los “modelos de calidad”, los cuales están definidos por un conjunto de áreas claves de procesos que permiten el planeamiento, aseguramiento y mantenimiento de la calidad del software. Una de estas áreas claves de proceso es el Desarrollo de Requisitos, el cual es la pieza fundamental en un proyecto de desarrollo de software, ya que marcan el punto de partida para actividades como la planeación, básicamente en lo que se refiere a las estimaciones de tiempos y costos, así como la definición de recursos necesarios y la elaboración de cronogramas que será uno de los principales mecanismos de control con los que se contará durante la etapa de desarrollo.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) es una universidad innovadora de excelencia científica, académica y productiva que forma de manera continua profesionales integrales altamente comprometidos con la patria. Constituye un soporte de la informatización del país y la competitividad internacional de la industria cubana del software cuya misión es producir y fortalecer servicios informáticos a partir de la vinculación estudio-trabajo; esta, como líder del proceso de desarrollo de software en el país, desarrolla una gran cantidad de proyectos, en los cuales se plantea la necesidad de emplear estos modelos para obtener la calidad necesaria.

INTRODUCCIÓN

Algunos de estos proyectos que se encuentran actualmente en desarrollo en la universidad son los SCADA.

Una de las situaciones existentes en los diferentes proyectos productivos antes mencionados es que no existe una vía apropiada para capturar los requisitos, esto trae consigo desorganización, contradicción, falta de claridad y seguridad a la hora de realizar una correcta captura de los mismos. Otro problema presente es la deficiente captura de los requisitos que afecta en gran medida a su correcto desarrollo, trae incomprensión de los procesos de negocio involucrados por parte de los desarrolladores y, en consecuencia, el producto final es deficiente, todo esto afecta el proceso de desarrollo de software en los proyectos y la calidad requerida del mismo.

En algunos proyectos que se desarrollan en la universidad como por ejemplo: SCADA AS, SCADA ETECSA, no se realiza el desarrollo de requisitos, ya que los SCADA poseen unos requisitos técnicos los cuales son adaptados a cada uno de estos proyectos para su realización en dependencia de sus necesidades, esta línea base de requisitos se le presenta al cliente y se decide cuales se mantienen y los nuevos que el cliente desea agregar, estos requisitos del cliente obtenidos inicialmente y descritos como casos de uso no se tienen en cuenta ni se analizan como es debido para el desarrollo del producto, ya que en estos proyectos prácticamente solo se hace uso de estos requisitos técnicos ya definidos. Existen otros proyectos como Entrenadores Aduaneros, Planificación de Recursos Empresariales (ERP) y Paseos Virtuales, en los cuales tampoco se desarrollan los requisitos debidamente ya que al obtener y describir los requisitos del cliente, pasan a manos de los desarrolladores sin un correcto y profundo análisis; ocasionando errores a la hora de su implementación por un mal entendimiento y especificación de los mismos. Actualmente en ningún proyecto de la universidad se desarrolla el proceso Desarrollo de Requisitos; por lo que el desarrollo del producto siempre se ve afectado en gran medida, incluyendo así su costo, tiempo y recursos estimados inicialmente. Todo esto ocasiona que el producto final no cumpla con las expectativas y exigencias del usuario.

Para toda esta situación expuesta anteriormente se considera el siguiente **problema científico** ¿Cómo mejorar el desarrollo de los requisitos en los proyectos SCADA del Centro de Informática Industrial?, se obtiene como **objeto de estudio**, Proceso de Desarrollo de Requisitos del nivel 3 de CMMI en la producción de software y como **campo de acción** Proceso de Desarrollo de Requisitos del nivel 3 de CMMI.

INTRODUCCIÓN

Luego de este análisis se formula como **objetivo general**: Proponer un proceso para el Desarrollo de Requisitos en los proyectos SCADA del Centro de Informática Industrial.

De acuerdo con el problema científico **la idea a defender** es la siguiente: Con la realización de un proceso para el Desarrollo de los Requisitos en el Centro de Informática Industrial, se obtendrá un mejor desarrollo de los requisitos en los diferentes proyectos del centro.

Para dar cumplimiento al objetivo general se plantean las siguientes **tareas de investigación**.

- Estudio del tratamiento de los requisitos en el CEDIN para elaborar el marco Teórico de la investigación.
- Estudio del área Desarrollo de Requisitos del nivel 3 de CMMI para elaboración de propuesta.
- Realización del proceso Desarrollo de Requisitos para los proyectos SCADA del CEDIN.
- Aplicación del proceso Desarrollo de Requisitos para los proyectos SCADA del CEDIN.

El **posible resultado** de la investigación es: Proceso de Desarrollo de Requisitos para los proyectos SCADA del CEDIN.

Para el desarrollo de lo propuesto anteriormente se llevaran a cabo diferentes **métodos** y **técnicas** en la búsqueda y procesamiento de la información, entre los que se encuentran:

A nivel teórico

1. **Métodos de análisis-síntesis**: Para realizar un análisis del proceso de desarrollo de los Requisitos en el Centro de Informática Industrial, y de esta forma sintetizar la información más relevante para el desarrollo de este trabajo.

2. **Análisis histórico –lógico**: Para el estudio de la evolución del desarrollo de los requerimientos conociendo así el área desarrollo de requisitos del nivel 3 de CMMI.

A nivel empírico:

Entrevista: Para obtener información a partir de conversaciones planificadas con especialistas en el desarrollo de requisitos.

INTRODUCCIÓN

El contenido de este trabajo está estructurado en tres capítulos organizados de la siguiente forma:

Capítulo 1:“Fundamentación teórica” donde se expresan las definiciones y los conceptos fundamentales del tema, así como el estudio del modelo CMMI, el área de proceso Desarrollo de Requisitos (RD) y su situación actual en los diferentes proyectos de la universidad .

Capítulo 2 :“Propuesta de Solución” donde se presenta la descripción de la solución especificando la selección de los procesos que conformarán el área de desarrollo de requisitos, así como la descripción de dichos procesos, y la elaboración del proceso de Desarrollo de Requisitos para los proyectos SCADA del CEDIN.

Capítulo 3:“Aplicación del proceso” donde se aplica el proceso definido, aplicándolo al proyecto SCADA AS del CEDIN.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Introducción

El presente capítulo proyectará un análisis del desarrollo de los requisitos. Los epígrafes a continuación están enfocados a: realizar una exposición de los conceptos y teorías relacionadas con el desarrollo, clasificación e ingeniería de requisitos, definir área de proceso de CMMI, así como lo que plantea CMMI y sus características generales. Además de enfocarnos principalmente en una de las áreas de proceso de ingeniería del nivel 3 de CMMI “Desarrollo de Requisitos (RD)”, como un elemento fundamental para el éxito en el correcto desarrollo de los requisitos.

1.1. Modelos de calidad

En la actualidad ha existido un aumento de la complejidad con la que se desarrollan los sistemas de información para la industria, por lo que resulta difícil generar productos que cumplan en su totalidad con las expectativas del cliente.

Como solución a esta situación, han surgido una serie de herramientas, técnicas y modelos que facilitan a las organizaciones, encargadas de la producción de software, generar productos que cumplan las expectativas del cliente, herramientas que prometen ser la solución a los problemas de calidad, costo y tiempos de desarrollo; entre éstas podemos mencionar a los “modelos de calidad” .

Un modelo de calidad de software es un conjunto de buenas prácticas para el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos. Además un modelo de calidad (1):

- Jerarquiza el concepto de calidad.
- Facilita las operaciones.
- Estructura clásica para productos

Los beneficios de incorporar las prácticas de calidad en el desarrollo de software son numerosos. En cuanto al cliente, se consigue una mejora de su satisfacción, de la fiabilidad del software, se reducen los errores en explotación y se logra el cumplimiento de los requisitos.

Hoy día existe una inmensa necesidad de utilizar los modelos de calidad por parte de las empresas productoras de software del país, ya que la sociedad informática actual no concibe un software sin la calidad requerida .A la par del surgimiento de la necesidad de obtener una mayor calidad se fueron perfeccionando los modelos existentes creando así nuevos modelos

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

basados en los anteriores pero con nuevas y mejores funcionalidades que permitieron obtener la calidad que exigía y requería el cliente.

1.1.1. CMMI como modelo de Calidad.

Dentro de estos modelos se encuentra CMMI, este incluía gran información acerca de las mejoras de procesos e ingeniería, y un diseño de marco de trabajo bien definido en como incluir disciplinas adicionales para minimizar el desarrollo de modelos incompatibles en el futuro (2).

Este modelo de madurez consta de 5 niveles cada uno con un conjunto de procesos clave, que garantizan a su vez las mejores prácticas que se han de seguir en las empresas y que aseguran la calidad del desarrollo final. En la actualidad existen varias empresas que a nivel mundial han alcanzado el nivel 3 de CMMI como por ejemplo:

Novutek que obtiene la evaluación satisfactoria de CMMI en un nivel 3 de madurez. Esta es una fábrica de software líder en el mercado del noroeste de México cuya actividad principal es el desarrollo de productos de software que generan valor a las organizaciones, utilizando para ello las mejores prácticas de la industria, logrando así cumplir con los requerimientos de sus clientes.

La evaluación CMMI le permite a Novutek proporcionar a sus clientes la confianza de trabajar con una empresa que cuenta con un proceso de producción de software estable, permitiéndole cumplir sus compromisos en tiempo y con la calidad esperada, elementos difíciles de mantener en proyectos de desarrollo de software, que según estadísticas de la industria, el 60% de este tipo de proyectos presentan desviaciones importantes respecto a lo planeado. En el caso de Novutek el nivel tres de madurez implica que ha definido y puesto en práctica los procesos que le permiten operar independientemente de las personas o empleados. De esta manera, la empresa logra que todos los proyectos que se elaboren dispongan de una misma forma de desarrollo, facilitándose con esto la medición del desempeño de los proyectos asegurando el éxito de los mismos (20).

INFOSGROUP, empresa especializada en el desarrollo de soluciones informáticas y asesoría tecnológica, se convierte en la primera empresa panameña y una de las pocas en Latinoamérica en contar con la certificación internacional CMMI Nivel 3, otorgada por el Software Engineering Institute (SEI). La Certificación CMMI, que coloca a INFOSGROUP en

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

una posición de liderazgo dentro del sector tecnológico en Panamá y del mundo, es un modelo que define la madurez de procesos en el desarrollo de software mediante una escala de cinco niveles (21).

BrainUp Systems, empresa consultora especializada en el desarrollo de sistemas y servicios de TI, miembro de Prosoftware, la Red empresarial para la Innovación en Tecnologías de Información; anuncia que es la primera empresa mexicana que alcanza la acreditación en el nivel 3 del modelo CMMI (22).

De manera general al 22 de Julio de 2010 existían **3,060** certificaciones **activas** en CMMI. Muchas de estas son compartidas por varios países, debido a que alguna parte del proyecto, área o empresa certificados se lleva de manera descentralizada. Así entonces, existen **3,135** certificaciones otorgadas a 72 países del mundo.

Lo que me parece remarcable es que en México existan cinco certificaciones CMMI Nivel 5, lo que deja al país por encima de casi todas las demás naciones con este nivel de madurez, con la excepción de la India (63), los Estados Unidos (40) y China (20). Esto significa que aunque hay todavía pocas empresas con CMMI, las que existen tienen un nivel elevado.

Por otra parte, en Cuba opera el Comité Técnico CTN 18 “Tecnología de la Información”. Producto de su acción han ocurrido avances en la definición de las características de la calidad al nivel del producto. Sin embargo, para elevar los niveles de gestión de calidad al proceso, se necesita además definir, implantar y gestionar un sistema de trabajo que busque eficiencia y eficacia y no solo el objetivo de la certificación en sí. Un sistema de este tipo sería un verdadero Sistema de Calidad (3).

La Universidad de Ciencias Informáticas (UCI) es una de las principales guías del proceso de desarrollo de la industria de software cubana. En la UCI se están creando actualmente las bases para la utilización de los modelos de calidad aplicados a los procesos de desarrollo y gestión de software. Una de las acciones más importantes que se debe realizar es el Desarrollo de Requisitos que es un área de proceso del nivel 3 de CMMI, se encarga de identificar las necesidades de los clientes y traducirlas en requisitos. Actualmente en nuestra universidad se están llevando a cabo todos los procedimientos necesarios para implantar el nivel 2 de CMMI, además de haberse desarrollado el proceso Administración de Requisitos que da paso al proceso RD, el cual aun no se realiza en los proyectos de la UCI.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.2. Características generales de CMMI

CMMI es la evolución de CMM, que fue desarrollado desde 1987 hasta 1997. En 2002, se lanzó CMMI Versión 1.1, luego en agosto de 2006 siguió la versión 1.2. El objetivo del proyecto CMMI es mejorar la usabilidad de modelos de madurez integrando varios modelos diferentes en un solo marco (framework). Fue creado por miembros de la industria, el gobierno y el SEI. Entre los principales patrocinadores se incluyen la Oficina del Secretario de Defensa (OSD) y la National Defense Industrial Association pertenecientes a los Estados Unidos. (4)

El modelo describe un conjunto mínimo de actividades críticas para realizar ingeniería de sistemas o manejar tareas, tal como derivar y asignar requerimientos o manejar riesgos. Estas actividades son especificadas en cinco niveles secuenciales e incrementales (niveles de capacidad), los cuales proveen al usuario un método estructurado para lograr una mejora continua. Según el modelo se tienen dos formas para mejorar. Una forma es mejorar un proceso específico o un conjunto de ellos usando la Representación Continua y la otra es la mejora de la organización completa según los procesos definidos y ocupados usando la Representación Escalonada o por Etapas.

La representación continua se enfoca en la mejora de un proceso o un conjunto de ellos relacionado(s) estrechamente a un área de proceso en que una organización desea mejorar, por lo tanto una organización puede ser certificada para un área de proceso en cierto nivel de capacidad. Existen seis niveles de capacidad por donde transitan los procesos asociados a un área de proceso y cada nivel es construido sobre el nivel anterior. Los niveles de capacidad son:

Nivel 0 - Incompleto: Un proceso es denominado "proceso incompleto" cuando uno o más objetivos específicos del área de proceso no son satisfechos.

Nivel 1 – Realizado: Un proceso es denominado "proceso realizado" cuando satisface todos los objetivos específicos del área de proceso. Soporta y permite el trabajo necesario para producir artefactos.

Nivel 2 – Manejado: Un proceso es denominado como "proceso manejado" cuando tiene la infraestructura base para apoyar el proceso. El proceso es planeado y ejecutado en concordancia con la política, emplea gente calificada los cuales tienen recursos adecuados para producir salidas controladas; involucra partes interesadas; es monitoreado, controlado y revisado; y es evaluado según la descripción del proceso.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Nivel 3 – Definido: Un proceso denominado "proceso definido" es adaptado desde el conjunto de procesos estándares de la organización de acuerdo a las guías de adaptación de la organización, y aporta artefactos, medidas, y otra información de mejora a los activos organizacionales.

Nivel 4 – Manejado cuantitativamente: Un proceso denominado "proceso manejado cuantitativamente" es controlado usando técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas.

Nivel 5 – Optimización: Un proceso denominado "proceso optimización es mejorado basado en el entendimiento de causas comunes de variación del proceso. Un proceso en optimización se focaliza en la mejora continua del proceso realizado a través de mejoras incrementales y usando innovación tecnológica.

En la representación escalonada o por etapas se ofrece un método estructurado y sistemático de mejoramiento de procesos, que implica mejorar por etapas o niveles. Al alcanzar un nivel, la organización se asegura de contar con una infraestructura robusta en términos de procesos para optar a alcanzar el nivel siguiente. Por lo tanto es una organización la que puede ser certificada bajo un nivel, en este caso llamado nivel de madurez. Según esta representación un nivel de madurez está compuesto por áreas de procesos en donde los objetivos asociados a ese nivel deben ser cumplidos para que la organización pueda certificarse en aquel nivel de madurez. Hay cinco niveles de madurez, los que son descritos a continuación:

Nivel 1: Iniciado

En el nivel de madurez 1, la mayoría de los procesos son caóticos. La organización usualmente no provee un ambiente estable para soportar los procesos. A pesar de esto, algunas organizaciones pertenecientes al nivel de madurez 1 con frecuencia producen productos y servicios que funcionan; sin embargo, ellos frecuentemente exceden sus presupuestos y no cumplen sus planes. Estas organizaciones son caracterizadas por la tendencia a no cumplir sus compromisos, al abandono de procesos durante tiempos de crisis, y a la incapacidad para repetir sus éxitos. El Nivel 1 es uno donde ninguna organización quiere estar y donde por lo general la mayoría que no tiene sus procesos definidos se encuentra.

Nivel 2: Manejado

En el nivel de madurez 2 se ordena el caos. En el nivel 2 las organizaciones se enfocan en tareas cotidianas referentes a la administración. Cada proyecto de la organización cuenta con una serie de procesos para llevarlo a cabo, los cuales son planeados y ejecutados de acuerdo

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

con políticas establecidas; los proyectos utilizan gente capacitada quienes disponen de recursos para producir salidas controladas; se involucran a las partes interesadas; son monitoreados, controlados y revisados; y son evaluados según la descripción del proceso. En el nivel de madurez 2 el estado de los artefactos y la entrega de los servicios siguen planes definidos. Acuerdos son establecidos entre partes interesadas y son revisados cuando sea necesario. Los artefactos y servicios son apropiadamente controlados.

Nivel 3: Definido

En el nivel de madurez 3, procesos son caracterizados y entendidos de buena forma, y son descritos en estándares, procedimientos, herramientas, y métodos. El conjunto de procesos estándares de la organización, los cuales son la base para el nivel de madurez 3, es establecido y mejorado continuamente. Estos procesos estándares son usados para establecer consistencia a través de la organización. Los proyectos establecen sus procesos adaptando el conjunto de procesos estándares de la organización de acuerdo a guías de adaptación. Una diferencia importante entre el nivel 2 y 3 es el alcance de los estándares: la descripción de procesos y los procedimientos. Otra distinción crítica es que el nivel de madurez 3, los procesos son típicamente descritos más rigurosamente que en el nivel 2. Un proceso definido claramente plantea el propósito, entradas, criterios de entrada, actividades, roles, medidas, pasos de verificación, salidas y criterios de salida. En el nivel de madurez 3, procesos son manejados más proactivamente entendiendo las interrelaciones de las actividades y medidas detalladas del proceso, sus artefactos y sus servicios.

Nivel 4: Manejado cuantitativamente

En el nivel de madurez 4, la organización y proyectos establecen objetivos cuantitativos para medir la calidad y realización de los procesos y los usa como criterios en el manejo de ellos. Los objetivos cuantitativos son definidos en base a las necesidades de clientes, usuarios finales, organización, y actores de los procesos. Para subprocesos seleccionados, se recolectan y analizan estadísticamente medidas sobre la realización de procesos. Una diferencia importante entre los niveles 3 y 4 es la capacidad de predicción de la realización del proceso. En el nivel de madurez 4, la realización de procesos es controlada usando técnicas estadísticas y cuantitativas, y el proceso es cuantitativamente predecible, en cambio en el nivel de madurez 3 la realización del proceso es sólo predecible cualitativamente.

Nivel 5: Optimizado

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En el nivel de madurez 5, una organización mejora continuamente sus procesos basándose en el conocimiento de las causas comunes de variación inherente en los procesos. El nivel de madurez 5 se focaliza sobre la mejora continua de los procesos a través de mejoras continuas, incrementales y tecnológicas. Una diferencia importante entre el nivel de madurez 4 y 5 es el enfoque de la variación de los procesos. En el nivel de madurez 4, la organización está orientada a encontrar causas especiales de variación y proveer una predicción estadística de los resultados. Sin embargo, los resultados pueden ser insuficientes para alcanzar los objetivos establecidos. En el nivel de madurez 5 la organización está enfocada en las causas comunes de variación de procesos y modificar los procesos afectados para mejorar la realización de ellos y alcanzar los objetivos cuantitativos de mejora de procesos (5).

CMMI es un modelo de madurez de mejora de los procesos para el desarrollo de productos y de servicios. Consiste en las mejores prácticas que tratan las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto, desde la concepción a la entrega y el mantenimiento; es un marco de trabajo de elementos principales del proceso para el desarrollo de sistemas. Una vista integradora de mejora de procesos a través de múltiples disciplinas (6):

- establece objetivos y prioridades al proceso de mejora.
- provee orientación para la calidad de procesos.
- provee una norma para evaluar las prácticas actuales.

Debido al creciente desarrollo y el aumento de la competitividad en mercado del software, las empresas buscan perfección en sus productos y procesos. Por lo que tratan de implementar un modelo de mejora más capaz e integral. CMMI constituye un ejemplo a seguir, este modelo de mejora de procesos de desarrollo provee orientación para diseñar procesos efectivos (tiempo y costo, en distintos dominios (desarrollo de productos y servicios, adquisiciones y mantenimiento), dentro del ámbito de una organización, cuya principal premisa es: "La calidad de un producto es determinada en gran medida por la calidad del proceso utilizado para desarrollarlo y mantenerlo".

Las mejores prácticas de CMMI facilitan que las organizaciones puedan realizar:

- Vincular de forma más explícita las actividades de gerenciamiento e ingeniería a los objetivos del negocio.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- Expandir el alcance y visibilidad dentro del ciclo de vida del producto y las actividades de ingeniería para asegurar que el producto o servicio cumpla con las expectativas del cliente.
- Incorporar lecciones de las mejores prácticas, aprendidas en diversas otras áreas adicionales (métricas, administración de riesgos, y administración de proveedores).
- Implementar prácticas muy maduras y más robustas.
- Identificar funciones organizacionales adicionales críticas para los productos y servicios.
- Cumplir más extensamente con estándares relevantes.

1.2.1. Áreas de procesos de CMMI

Cada área de procesos tiene objetivos que describen el resultado de la correcta gestión de requisitos de los procesos y práctica que pueden ayudar a lograr estos objetivos.

Un área de proceso es un conjunto de prácticas relacionadas que cuando son implementadas colectivamente, satisfacen un conjunto de objetivos considerados importantes para mejorar esa área de proceso (7). Las áreas de proceso del modelo son 22, en la Tabla 1 se indican los nombres de las áreas de proceso junto con su abreviación. Cada una de ellas es implementada para alcanzar el nivel de madurez correspondiente y se agrupan de acuerdo a cuatro categorías: Administración de Procesos, Administración de Proyectos, Ingeniería y Soporte. Este agrupamiento es realizado para mostrar cómo se relaciona cada área de proceso dentro de una categoría. A continuación se describen estas cuatro categorías.

Administración de procesos: Contiene áreas de proceso relacionadas con definir, planear, desplegar, implementar, monitorear, controlar, evaluar, medir y mejorar procesos (OPD, OPF, OT, OPP, OID).

Administración de proyectos: Contiene áreas de proceso relacionadas con planeación, monitoreo y control de proyectos (PP, PMC, SAM, IPM, ISM, IT, RSKM, QPM).

Soporte: Contiene áreas de proceso relacionadas con actividades que apoyan el desarrollo y mantenimiento del producto, y que están dirigidas a los procesos que son usados en el contexto del desarrollo de procesos pertenecientes a otras áreas (CM, MA, PPQA, DAR, OEI, CAR).

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Ingeniería: Cubre actividades relacionadas al desarrollo y mantenimiento que son compartidas por toda la organización. Cualquier disciplina técnica involucrada en desarrollo de productos o servicios puede ocupar esta categoría para enfocar el proceso de mejora (REQM, PI, RD, YS, VAL, VER).

A continuación se mostrara en la tabla 1 la forma en cómo están organizadas las áreas de proceso dentro de cada una de estas categorías:

Tabla 1: Organización de las Áreas de procesos		
Categoría	Acrónimo	Área de Proceso
Administración de proyectos	PMC	Monitoreo y Control del Proyecto.
	PP	Planeación del Proyecto.
	SAM	Administración de Acuerdos de Proveedores.
	IPM	Administración del Proyecto Integrado.
	ISM	Administración de Proveedores Integrados.
	IT	Equipos de Trabajo Integrados.
	RSKM	Administración de Riesgos.
	QPM	Administración Cuantitativa del Proyecto.
Administración de procesos	OPD	Definición de Procesos Organizacionales.
	OPF	Enfoque de Procesos Organizacionales.
	OT	Capacitación Organizacional.
	OPP	Desempeño de Procesos Organizacionales.
	OID	Innovación Organizacional y Aplicación.
Ingeniería	REQM	Administración de Requisitos.
	PI	Integración del Producto.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

	RD	Desarrollo de Requisitos.
	VER	Verificación.
	TS	Soluciones Técnicas.
	VAL	Validación
Soporte	CM	Configuración Administrativa.
	MA	Medición y Análisis.
	PPQA	Garantía de Calidad del Producto y Proceso.
	DAR	Análisis de Decisión y Resolución.
	OEI	Ambiente Organizacional para la Integración.
	CAR	Análisis Causal y Resolución.

Además de lo que se puede apreciar en la Tabla 1, un área de proceso tiene un conjunto de objetivos específicos y uno o varios objetivos genéricos asociados, dependiendo del nivel de madurez al cual pertenece el área de proceso; los objetivos específicos y genéricos cuentan con un conjunto de prácticas específicas y genéricas respectivamente.

Objetivo Específico (SG): Describe la única característica que deber estar presente para satisfacer el área de proceso a la cual pertenece. Las SG son parte de un área de proceso.

Objetivo Genérico (GG): Describe una característica que debe ser satisfecha por un conjunto de áreas de proceso según sea el caso. Las GG tienen el objetivo de institucionalizar los procesos que implementan un área de proceso y son comunes a un conjunto de áreas de proceso. Los Componentes Esperados pueden ser utilizados para alcanzar un componente requerido, es decir se podrían implementar estas componentes o modificaciones válidas de ellos con el objetivo de alcanzar los objetivos genéricos o específicos. Los componentes esperados pueden ser utilizados como guías de mejora y de evaluación de procesos. Existen dos tipos de componentes esperados:

Prácticas Específicas (SP): Una práctica específica describe una actividad que es importante o esperada para alcanzar un objetivo específico de cierta área de proceso.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Prácticas Genéricas (GP): Una práctica genérica describe una actividad que es importante o esperada para alcanzar un objetivo genérico.

1.2.1.1. El Desarrollo de Requisitos según CMMI.

El propósito del Desarrollo de Requisitos (RD) es producir y analizar las restricciones de cliente, de producto y de componente del producto.

Los requisitos son la base para el diseño. El Desarrollo de Requisitos incluye las siguientes actividades:

- Educación, análisis, validación y comunicación de las necesidades, las expectativas y las restricciones del cliente para obtener los requisitos de cliente que constituyen una comprensión de lo que satisfará a las partes interesadas.
- Recogida y coordinación de las necesidades de las partes interesadas.
- Desarrollo de los requisitos del ciclo de vida del producto.
- Establecimiento de los requisitos del cliente.
- Establecimiento de los requisitos iniciales del producto y de componente del producto consistente con las restricciones del cliente.

Todos los proyectos de desarrollo tienen requisitos. En el caso de que un proyecto se enfoque en actividades de mantenimiento, los cambios al producto o a los componentes del producto se basan en los cambios a los requisitos, al diseño o a la implementación existente.

Los cambios a los requisitos, si existen, podrían documentarse en peticiones de cambio del cliente o de los usuarios, o podrían tomar la forma de nuevos requisitos recibidos desde el proceso de desarrollo de requisitos. Sin importar su fuente o forma, las actividades de mantenimiento, que son conducidas por los cambios a los requisitos, se gestionan consecuentemente.

Esta área de proceso trata todos los requisitos de cliente, más que sólo los requisitos a nivel de producto, ya que el cliente puede también proporcionar requisitos específicos de diseño. Los requisitos se identifican y se refinan durante todas las fases del ciclo de vida del producto.

1.3. Definición de Requisitos.

Los requisitos han sido definidos por varias personalidades expertas en el tema, aquí se exponen varios conceptos de los mismos:

Son una condición o capacidad necesitada (requerida) por el usuario para resolver un problema o alcanzar un objetivo. Una condición o capacidad que debe ser cumplida o poseída por un producto o por un componente de producto para satisfacer un contrato, estándar,

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

especificación, u otro documento impuesto formalmente (8). Necesidad del usuario o característica, función, estado o atributo de un sistema que puede ser percibida externamente (9).

Enunciado que identifica un atributo necesario, una capacidad, una característica o cualidad de un sistema para que éste tenga valor y utilidad para el usuario (10). Objetivos y metas señaladas para un producto sistema durante las reuniones con el cliente (11).

Existen muchos conceptos y percepciones de lo que es requisito, sin embargo, para este trabajo se toma un resumen de los conceptos plasmados con el cual se trabajará. Definiéndose así requisito como: una condición, capacidad requerida, función, característica de un sistema que debe ser cumplida para satisfacer los objetivos del usuario. Estos se clasifican en funcionales y no funcionales.

1.3.1. Clasificación de los requisitos

Los requisitos según sus características, la funcionalidad o propiedades que tengan se van a clasificar de la siguiente manera (12):

✓ Requisitos funcionales

Son declaraciones de los servicios que proveerá el sistema, de la manera en que este reaccionará a entradas particulares. En algunos casos, los requisitos funcionales de los sistemas también declaran explícitamente lo que el sistema no debe hacer.

Los requisitos funcionales de un sistema describen la funcionalidad o los servicios que se espera que este provea. Estos dependen del tipo de software y del sistema que se desarrolle y de los posibles usuarios del software. Cuando se expresan como requerimientos del usuario, habitualmente se describen de forma general mientras que los requisitos funcionales del sistema describen con detalle la función de este, sus entradas y salidas, excepciones, etc.

✓ Requisitos no funcionales

Son restricciones de los servicios o funciones ofrecidos por el sistema. Incluyen restricciones de tiempo, sobre el proceso de desarrollo, estándares, etc.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Son aquellos requisitos que no se refieren directamente a las funciones específicas que entrega el sistema, sino a las propiedades emergentes de éste como la fiabilidad, la respuesta en el tiempo y la capacidad de almacenamiento. De forma alternativa, definen las restricciones del sistema como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida y la representación de datos que se utiliza en la interface del sistema. Los requisitos no funcionales surgen de la necesidad del usuario, debido a las restricciones en el presupuesto, a las políticas de la organización, a la necesidad de interoperabilidad con otros sistemas de software o hardware o a factores externos como los reglamentos de seguridad, las políticas de privacidad, etcétera.

Estos diferentes tipos de requisitos se clasifican de acuerdo con sus implicaciones.

- **Requisitos del producto.** Especifican el comportamiento del producto; como los requisitos de desempeño en la rapidez de ejecución del sistema y cuánta memoria se requiere; los de fiabilidad que fijan la tasa de fallas para que el sistema sea aceptable; los de portabilidad y los de usabilidad.
- **Requisitos organizacionales.** Se derivan de las políticas y procedimientos existentes en la organización del cliente y en la del desarrollador: estándares en los procesos que deben utilizarse; requisitos de implementación como los lenguajes de programación o el método de diseño a utilizar, y los requisitos de entrega que especifican cuándo se entregará el producto y su documentación.
- **Requisitos externos.** Se derivan de los factores externos al sistema y de su proceso de desarrollo. Incluyen los requisitos de interoperabilidad que definen la manera en que el sistema interactúa con los otros sistemas de la organización; los requerimientos legales que deben seguirse para asegurar que el sistema opere dentro de la ley, y los requisitos éticos. Estos últimos son impuestos al sistema para asegurar que será aceptado por el usuario y por el público en general.

Para poder desarrollar una especificación de software se necesita realizar el proceso de ingeniería de requisitos, este facilita el mecanismo apropiado para comprender lo que quiere el cliente, analizando necesidades, confirmando su viabilidad, negociando una solución razonable, especificando la solución sin ambigüedad, validando la especificación y gestionando los requisitos para que se transformen en un sistema operacional.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.3.2. Ingeniería de Requisitos

Según estudios realizados con relación a este tema se tienen los siguientes conceptos de la Ingeniería de Requisitos:

Es la ciencia y disciplina concerniente al análisis y documentación de los requisitos de software, a través de un proceso iterativo de definición, análisis, estudios de balance, elaboración de prototipos y simulación (13). La ingeniería de requisitos es el proceso de desarrollar una especificación de software. Las especificaciones son pretender comunicar las necesidades del sistema del cliente a los desarrolladores del sistema (14).

La Ingeniería de Requisitos ayuda a los ingenieros de software a entender mejor el problema en cuya solución trabajarán. Incluye el conjunto de tareas que conducen a comprender cuál será el impacto del software sobre el negocio, qué es lo que el cliente quiere y cómo interactuarán los usuarios finales con el software (15).

Existen muchas percepciones de lo que es la Ingeniería de Requisitos, para este trabajo se toma un resumen de los conceptos plasmados con el cual se trabajará. Definiéndose así Ingeniería de Requisitos como: un proceso para realizar la especificación de software, se encarga de comunicar los requisitos del cliente a los desarrolladores del sistema, ayudando a los ingenieros de software a entender mejor el problema en cuya solución trabajarán.

La Ingeniería de Requisitos contiene algunos de los procesos de CMMI pertenecientes a la categoría de ingeniería estos son:

➤ Administración de Requisitos (REQM)

El propósito de la Administración de Requisitos (REQM) es gestionar los requisitos de productos y de los componentes del producto del proyecto, e identificar inconsistencias entre esos requisitos y los planes y productos de trabajo del proyecto. Los procesos de Administración de Requisitos gestionan todos los requisitos recibidos o generados por el proyecto, incluyendo tanto requisitos técnicos como no técnicos, así como aquellos requisitos impuestos al proyecto por la organización. Parte de la Administración de Requisitos es documentar los cambios a los requisitos, y mantener trazabilidad bidireccional entre los requisitos fuente y todos los requisitos de producto y de componentes del producto.

➤ Desarrollo de Requisitos (RD)

Esta área de proceso describe tres tipos de requisitos: de cliente, de producto y de componente de producto. Tomados en conjunto, estos requisitos tratan las necesidades de las partes interesadas relevantes, incluyendo aquellas pertinentes a las distintas fases del ciclo de vida

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

del producto (p. ej., criterios de pruebas de aceptación) y a los atributos del producto (p. ej., seguridad, fiabilidad y facilidad de mantenimiento).

En particular, si se implementa el área de proceso de Desarrollo de Requisitos, sus procesos generarán requisitos de producto y de componentes del producto que también serán gestionados por los procesos de Administración de Requisitos.

Según investigaciones y prácticas realizadas se tiene que la Ingeniería de Requisitos está compuesta por 5 fases.

Fases de la Ingeniería de Requisitos:

El proceso de ingeniería de requisitos puede ser descrito en 5 pasos distintos:

✓ *Obtención de requisitos.*

Uso de técnicas sistemáticas, como prototipos y entrevistas estructuradas, para proactivamente identificar y documentar las necesidades de los clientes y de los usuarios finales.

Para lograr un correcto entendimiento del problema pueden utilizarse las técnicas siguientes:

- Entrevistas
- Cuestionarios
- Observación
- Escenarios
- Prototipos
- Descripción Operacional

– Concepto de Operaciones

– Casos de Uso

Entrevistas

- Objetivo
 - Enterarse de opiniones y sentimientos acerca del sistema, la organización y las metas personales.
- Ventajas
 - Permite conocer a los posibles usuarios en un ambiente controlado.
- Desventajas

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las personas no siempre están dispuestas a ser entrevistadas:

- Temen hacer un mal papel o perder poder si revelan lo que saben
- No se sienten en confianza con el analista (especialmente si es de otro departamento o ajeno a la empresa)
- Se saltan pasos “básicos” al describir los procesos

Cuestionarios

- Objetivo:
 - Obtener detalles sobre la implementación de las actividades.
 - Ventajas:
 - Cuando la gente se encuentra dispersa.
 - Para conocer y sensibilizar a los interesados antes de proceder con las entrevistas.
 - Técnica más “tradicional”.
 - Desventajas:
 - El lenguaje utilizado debe ser muy preciso, por lo que debe hacerse un análisis previo del dominio del problema (círculo vicioso).
 - Se necesita bastante práctica en la elaboración de un buen Cuestionario.

Observación

- Objetivo:
 - Utilizado para profundizar en lo que realmente se está haciendo, viendo de primera mano la relación del usuario con la organización y su medio ambiente físico.
 - Ventajas:
 - Revela detalles que difícilmente se habrían descubierto con otros métodos.
 - Desventajas:
 - A algunos usuarios no les gusta ser observados.
 - El tiempo necesario para lograr una buena observación es largo.
 - Es difícil permanecer en calidad de observador.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

✓ **Análisis de requisitos.**

La determinación de las características funcionales y de desempeño específicas del producto. El análisis puede estar basado en:

- El análisis de las necesidades del cliente, expectativas y limitaciones.
- Concepto de Operaciones.
- Ambientes proyectados de utilización (personas, productos, y procesos).
- Medidas de efectividad.

Análisis de Factibilidad

- La posibilidad de construir el software con el hardware y software existentes.
- La estimación del costo contra los beneficios que el software brindará a la organización.
- Permite tomar la decisión de si es factible realizar el sistema propuesto o no.
- Se realiza después de que se establecieron las necesidades del sistema.

✓ **Especificación de requisitos.**

- Es un documento que, clara y precisamente, describe cada uno de los requisitos esenciales del software (funciones, desempeño, restricciones de diseño y atributos de calidad) y de sus interfaces externas.
- Cada requisito debe ser definido de tal manera que pueda ser objetivamente verificado. Ejemplo más común: SRS.

✓ **Validación de requisitos.**

Para asegurar que los requisitos:

- Fueron entendidos correctamente.
- Definen el producto de software correcto.
- Cumplen con los estándares.

Técnicas:

- Revisión de requisitos.
- Prototipos.
- Validación de Modelos.
- Pruebas de aceptación.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

✓ Administración de requisitos.

- Es la administración de todos los requisitos recibidos o generados por el proyecto, incluyendo tanto requisitos técnicos como no técnicos así como aquellos requisitos impuestos en el proyecto por la organización.

La Ingeniería de Requisitos es de gran importancia ya que ayuda a comprender mejor las necesidades del cliente, facilitando el desarrollo del producto y garantizando que este tenga una mayor calidad y aceptación.

Importancia de la Ingeniería de Requisitos:

La Ingeniería de Requisitos es de gran importancia para lograr un producto con la calidad requerida por el cliente, ya que esta:

- Permite gestionar las necesidades del proyecto en forma estructurada.
- Mejora la capacidad de predecir cronogramas de proyectos, así como sus resultados.
- Disminuye los costos y retrasos del proyecto.
- Mejora la calidad del software.
- Mejora la comunicación entre equipos.
- Evita rechazos de usuarios finales.

Conclusiones Parciales

El modelo CMMI constituye un marco de referencia de la capacidad de las organizaciones de desarrollo de software en el desempeño de sus diferentes procesos, proporcionando una base para la evaluación de la madurez de las mismas y una guía para implementar una estrategia para la mejora continua de sus procesos y con ello mejorar la calidad del producto. En el presente capítulo se han detallado los principales conceptos relacionados con el modelo de calidad CMMI, la estructuración del mismo y su área de proceso Desarrollo de Requisitos. Se muestra el propósito de dicha área de proceso, la cual es la fuente principal para el desarrollo del presente trabajo; esta área se basa en realizar una correcta identificación de las necesidades de los clientes y traducirlas en requerimientos, para de esta forma lograr un correcto desarrollo de los mismos y obtener un producto con la calidad requerida por el cliente.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Introducción

Este capítulo muestra la propuesta del proceso para el área de Desarrollo de Requisitos que se encuentra en el nivel 3 de CMMI, especificando cada proceso, subproceso, prácticas y subprácticas contenidas en dicho proceso. Los epígrafes a continuación están enfocados a explicar y modelar detalladamente cada práctica de este proceso, así como cada artefacto que se genera en dicha área de proceso.

2.1. Desarrollo de Requisitos: un área de proceso

El área de proceso de Desarrollo de Requisitos incluye tres metas específicas (SG):

- ✓ La meta específica Desarrollar los Requisitos de cliente: trata la definición de un conjunto de requisitos de cliente para usar en el desarrollo de los requisitos de producto.
- ✓ La meta específica Desarrollar los Requisitos de producto: trata la definición de un conjunto de requisitos de producto o de componentes del producto para usar en el diseño de productos y de componentes del producto.
- ✓ La meta específica Analizar y validar los requisitos: trata el análisis necesario de los requisitos de cliente, de producto y de componentes del producto para definir, derivar y comprender los requisitos.

Las prácticas específicas (SP) de la tercera meta específica están pensadas para ayudar a las prácticas específicas de las dos primeras metas específicas. Los procesos asociados al área de proceso de Desarrollo de Requisitos y aquellos asociados al área de proceso de Solución técnica pueden interactuar recursivamente unos con otros (16).

El conjunto de requisitos de un proyecto es analizado para producir una solución conceptual de alto nivel. Estos requisitos se destinan a ciertos componentes del producto final y son los que describen su rendimiento, características de diseño, su verificación, etc. para comprensión y utilización futura por parte de desarrolladores (17).

SG 1: Desarrollar requisitos del cliente

Objetivo: "**Necesidades de las partes interesadas, expectativas, restricciones, e interfaces son recogidas y traducidas en requerimientos del cliente**".

Las necesidades de las partes interesadas (clientes, usuarios finales, proveedores, desarrolladores y encargados de prueba) son la base para determinar los requisitos del cliente. Estas necesidades, expectativas, restricciones, interfaces, conceptos operacionales y

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

conceptos de productos son analizados, matizados, refinados y elaborados para traducirlos en un conjunto de requisitos del cliente. Frecuentemente estas son mal identificadas o contradictorias. Ya que las necesidades de actores, expectativas, restricciones y limitaciones deben ser claramente identificadas y entendidas, un proceso iterativo es usado durante todo el proyecto para conseguir este objetivo. Para facilitar la interacción requerida, un sustituto del usuario final o cliente es frecuentemente involucrado para representar las necesidades de éste y ayudar a resolver conflictos.

- **SP 1: Obtener necesidades**

Práctica: *"Identificar y recoger las necesidades, expectativas, restricciones e interfaces de las partes interesadas para todas las fases del ciclo de vida del producto"*.

Subprácticas:

- Comprometer a las partes interesadas relevantes usando métodos para obtener las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas.

- **SP 2: Desarrollar los requisitos del cliente**

Práctica: *"Transformar las necesidades de las partes interesadas, expectativas, restricciones e interfaces en requisitos del cliente"*.

Subprácticas:

- Traducir las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces de las partes interesadas en requisitos de cliente documentados.
- Definir las restricciones para la verificación y la validación.

Productos de trabajo típicos:

- Requisitos del cliente.
- Restricciones de cliente para llevar a cabo la verificación.
- Restricciones de cliente para llevar a cabo la validación.

SG 2: Desarrollar requisitos de productos

Objetivo: **"Requisitos del cliente son refinadas y elaboradas para desarrollar requisitos del producto y componentes del producto"**.

Los requisitos del cliente son analizados en conjunto con el desarrollo del concepto operacional para obtener un conjunto de requisitos más detallado y preciso y se le llama requisitos del

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

producto y de componentes del producto. Los requisitos del producto y de componentes del producto abordan las necesidades asociadas con cada fase del ciclo de vida del producto. De los requisitos obtenidos surgen de las restricciones, consideraciones de temas no explícitamente indicados en la línea base de requisitos del cliente y factores introducidos por la arquitectura seleccionada, el diseño y las consideraciones específicas de negocio del desarrollador. Los requisitos son revisados con nivel anterior de conjunto de requisitos y arquitectura funcional, y el concepto preferido del producto es refinado.

Los requisitos son asociados a funciones y componentes del producto incluyendo objetos, personas y procesos. La trazabilidad de los requisitos a funciones, objetos, pruebas, problemas u otras entidades es documentada. Los requisitos asociados y las funciones son la base de la síntesis de la solución técnica. A medida que los componentes internos son desarrollados se definen interfaces adicionales y establecen los requisitos de interfaz.

- **SP 1: Establecer requisitos del producto y de componentes del producto**

Práctica: *"Establecer y mantener requisitos del producto y componentes del producto, los cuales son basados en los requisitos del cliente"*.

Subprácticas:

- Desarrollar los requisitos en los términos técnicos necesarios para el diseño del producto y de componentes del producto.

Desarrollar los requisitos de la arquitectura que tratan las calidades y el rendimiento del producto críticos necesarios para el diseño de la arquitectura del producto.

- Derivar los requisitos resultantes de las decisiones de diseño.
- Establecer y mantener las relaciones entre los requisitos para su consideración durante la gestión del cambio y la asignación de los requisitos.

Productos de trabajo típicos:

- Requisitos derivados.
- Requisitos del producto.
- Requisitos de componentes del producto.

- **SP 2: Asignar requisitos de componentes del producto**

Práctica: *"Destinar los requisitos por cada componente del producto"*.

Subprácticas:

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- Asignar los requisitos a las funciones.
- Asignar los requisitos a los componentes del producto.
- Asignar las restricciones de diseño a los componentes del producto.
- Documentar las relaciones entre requisitos asignados.

Las relaciones incluyen las dependencias en las cuales un cambio en un requisito puede afectar a otros requisitos.

Productos de trabajo típicos:

- Hojas de asignación de requisitos.
- Asignaciones provisionales de requisitos.
- Restricciones de diseño.
- Requisitos derivados.
- Relaciones entre requisitos derivados.
- **SP 3: Identificar requisitos de interfaz**

Práctica: "*Identificar requisitos de interfaz*".

Subprácticas:

- Identificar las interfaces tanto externas como internas al producto (es decir, entre las particiones funcionales u objetos).

A medida que progresa el diseño, la arquitectura del producto será cambiada por los procesos de la solución técnica, creando nuevas interfaces entre los componentes del producto y los componentes externos al producto.

- Desarrollar los requisitos para las interfaces identificadas.

Los requisitos para las interfaces se definen en términos tales como el origen, el destino, el estímulo, las características de los datos para el software, y las características eléctricas y mecánicas para el hardware.

Productos de trabajo típicos:

- Requisitos de la interfaz.

SG 3: Analizar y validar requisitos

Objetivo: "**Los requisitos son analizados y validados, y una definición de la funcionalidad requerida es desarrollada**".

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Las prácticas específicas de este objetivo específico apoyan el desarrollo de los requisitos en los objetivos específicos 1 y 2. Las prácticas específicas asociadas con este objetivo cubren el análisis y validación de requisitos con respecto al ambiente previsto por el usuario.

Los análisis son desarrollados para determinar qué impacto tendrá el ambiente operacional previsto en la habilidad para satisfacer las necesidades de las partes interesadas, sus expectativas, restricciones e interfaces. Aspectos como viabilidad, necesidades de misión corporativa, restricciones de costos, tamaño de potencial de mercado y estrategia de adquisición deben ser tomados en consideración dependiendo del contexto del producto.

Los objetivos de los análisis son determinar requisitos candidatos para conceptos de productos que van a satisfacer las necesidades, expectativas y restricciones de las partes interesadas y luego traducir estos conceptos a requisitos. En paralelo con esta actividad, los parámetros que serán usados para evaluar la eficacia del producto son determinados basados en la información del cliente y el concepto preliminar del producto.

Los requisitos son validados para aumentar la probabilidad de que el producto resultante funcionará como se espera en el ambiente de producción.

- **SP 1: Establecer conceptos operacionales y escenarios**

Práctica: "*Establecer y mantener conceptos operacionales y escenarios asociados*".

Subprácticas:

- Desarrollar los conceptos operativos y los escenarios que incluyan funcionalidad, rendimiento, mantenimiento, soporte y retirada según sea apropiado.
Identificar y desarrollar los escenarios, consistentes con el nivel de detalle en las necesidades, las expectativas y las restricciones de las partes interesadas en las cuales se espera funcione el producto o los componentes del producto propuestos.
- Definir el entorno en el cual funcionarán el producto o los componentes del producto, incluyendo los límites y las restricciones.
- Revisar los conceptos operativos y los escenarios para refinar y descubrir los requisitos. El concepto operativo y el desarrollo del escenario es un proceso iterativo. Las revisiones deberían mantenerse periódicamente para asegurar que están de acuerdo con los requisitos. La revisión puede ser en la forma de una inspección informal (walkthrough).
- Desarrollar un concepto operativo detallado, a medida que se seleccionan los productos y los componentes del producto, que defina la interacción del producto, del usuario final

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

y del entorno, y que satisfaga las necesidades operativas, de mantenimiento, de soporte y de retirada.

Productos de trabajo típicos:

- Instalación, operación, mantenimiento y conceptos de soporte del producto o componentes del producto.
- Casos de uso.
- Nuevos requisitos.
- **SP 2: Establecer una definición de la funcionalidad requerida**

Práctica: "*Establecer y mantener una definición de la funcionalidad requerida*".

Subprácticas:

- Analizar y cuantificar la funcionalidad requerida por los usuarios finales.
- Analizar los requisitos para identificar las particiones lógicas o funcionales (p. ej., subfunciones).
- Dividir los requisitos en grupos, en base a los criterios establecidos (p. ej., funcionalidad similar, rendimiento o acoplamiento), para facilitar y para enfocar el análisis de requisitos.
- Considerar la secuenciación de las funciones críticas en el tiempo tanto inicialmente como posteriormente durante el desarrollo de componentes del producto.
- Asignar los requisitos de cliente a las particiones funcionales, objetos, personal o elementos de soporte para dar soporte a la síntesis de las soluciones.
- Asignar los requisitos funcionales y de rendimiento a las funciones y a las subfunciones.

Productos de trabajo típicos:

- Arquitectura funcional.
- Diagramas de casos de uso.
- Análisis orientado a objetos con los servicios o métodos identificados.
- **SP 3: Analizar requisitos**

Práctica: "*Analizar requisitos para asegurar que ellos son necesarios y suficientes*".

Subprácticas:

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- Analizar las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas de las partes interesadas para eliminar conflictos y para organizarlos en temas relacionados.
- Analizar los requisitos para determinar si satisfacen los objetivos de los requisitos de nivel más alto.
- Analizar los requisitos para asegurarse de que son completos, factibles, realizables y verificables.

Mientras que el diseño determina la viabilidad de una solución particular, esta subpráctica trata el conocimiento de qué requisitos afectan a la viabilidad.

- Identificar los requisitos claves que tienen una fuerte influencia en el coste, calendario, funcionalidad, riesgos o rendimiento.
- Identificar las medidas de rendimiento técnico que serán seguidas durante el esfuerzo de desarrollo.
- Analizar los conceptos operativos y los escenarios para refinar las necesidades, las restricciones y las interfaces del cliente, y para descubrir nuevos requisitos.
- Este análisis puede dar lugar a conceptos operativos y a escenarios más detallados, así como el soporte de la derivación de nuevos requisitos.

Productos de trabajo típicos:

- Informes de defectos de los requisitos.
- Cambios propuestos a los requisitos para resolver defectos.
- Requisitos claves.
- Medidas técnicas de rendimiento.
- **SP 4: Analizar requisitos para lograr balance**

Práctica: "*Analizar requisitos para balancear necesidades y restricciones de los Stakeholders*".

Subprácticas

- Usar modelos, simulaciones y prototipos probados para analizar el equilibrio entre las necesidades y las restricciones de las partes interesadas.

Los resultados de los análisis pueden usarse para reducir el coste del producto y el riesgo del desarrollo del producto.

- Ejecutar una evaluación de riesgos sobre los requisitos y la arquitectura funcional.
- Examinar los conceptos del ciclo de vida del producto en cuanto a los impactos de los requisitos en los riesgos.

Productos de trabajo típicos:

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- Gestión de riesgos sobre los requisitos.
 - **SP 5: Validar requisitos**

Práctica: "Los requisitos se validan para asegurar que el producto resultante operará como está previsto en el ambiente del usuario"

Subprácticas:

- Analizar los requisitos para determinar el riesgo de que el producto resultante no se ejecutará apropiadamente en su entorno de uso previsto.
- Explorar la adecuación y la completitud de los requisitos desarrollando las representaciones del producto (p. ej., prototipos, simulaciones, modelos, escenarios y guías gráficas) y obteniendo realimentación sobre ellos de las partes interesadas relevantes.
- Evaluar el diseño a medida que madura en el contexto del entorno de validación de los requisitos para identificar los problemas de validación y para exponer necesidades y requisitos de cliente sin especificar.

Productos de trabajo típicos:

- Registro de los métodos y de los resultados del análisis.

El proceso Desarrollo de Requisitos identifica las necesidades de un cliente y las transforma en "requisitos del producto". Luego, estos son analizados para producir "requisitos de los componentes del producto", "requisitos de interfaz de las componentes" y un modelo conceptual de alto nivel de la solución.

Esta área de proceso se relaciona con otros procesos pertenecientes a la categoría de Ingeniería como son:

- ✓ Administración de Requisitos (REQM).
- ✓ Solución Técnica (TS).
- ✓ Integración de Productos (PI).
- ✓ Verificación (VER).
- ✓ Validación (VAL).

La Figura 1 muestra las relaciones existentes entre las distintas áreas de proceso de la categoría señalada.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

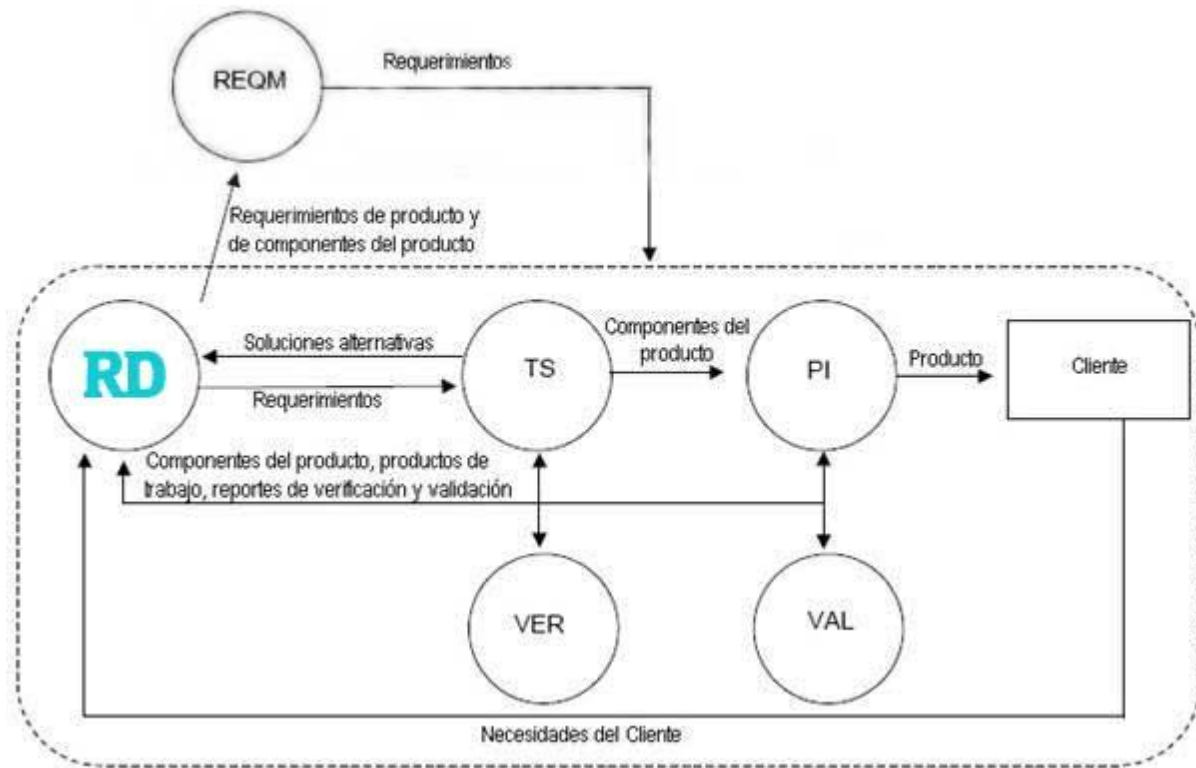


Figura 1: Relación entre Áreas de Proceso de Ingeniería

Los distintos requisitos son suministrados a TS que produce una arquitectura del producto, un diseño del producto en componentes y diseño de las propias componentes. Además, TS desarrolla cada componente las cuales son suministradas a PI donde las componentes son integradas verificando el cumplimiento de las interfaces que fueron definidas. TS utiliza a VER para realizar la verificación del diseño.

REQM mantiene los requisitos describiendo actividades para obtener y controlar los cambios y la trazabilidad de las necesidades del cliente al producto. Como REQM controla los cambios a los requisitos que pueden tener como fuente todas las otras áreas de proceso de Ingeniería, esta área de proceso es recursiva, dinámica y transversal a la categoría.

El área de proceso VER asegura que los artefactos satisfacen los requisitos especificados. VER es un área incremental, pues comienza con la verificación de las componentes del producto para terminar con la verificación del producto completo.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

VAL es un área de proceso incremental que valida el producto, las componentes del producto, los artefactos intermedios y los procesos con respecto a las necesidades de los clientes. Los conflictos que son descubiertos son usualmente resueltos en RD y TS.

PI es el responsable de generar la mejor secuencia de integración de componentes posible, integrarlas y dar la aprobación para la entrega del producto al cliente. PI usa prácticas específicas de VER y VAL para implementar el proceso de integración del producto.

2.2. Libro de Proceso para el Desarrollo de Requisitos

Este libro de proceso se confeccionó con el objetivo de definir el proceso de Desarrollo de Requisitos para los proyectos SCADA del CEDIN. En este artefacto se detalla cómo va a estar estructurado el proceso, teniendo en cuenta las metas y prácticas específicas de esta área. Además en este se definen las políticas, la lista de subprocesos principales que lo conforman, el diagrama de interacción entre los subprocesos, la relación de este proceso con el ciclo de vida que está definido en el centro, la relación con otras áreas de proceso, y por último se describe gráfica y textualmente cada uno de los subprocesos pertenecientes a esta área de proceso.

A continuación se expone el proceso Desarrollo de Requisitos y los subprocesos principales que se desarrollaron:

2.2.1. Proceso Desarrollo de Requisitos

Descripción textual del proceso:

Desarrollo de Requisitos		
Criterios de Entrada	Petición del cliente para la realización del producto.	
Criterios de Salida	Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Registro de los métodos y de los resultados del análisis).	
N.	Descripción	Salida
1	1.1. Actualizar el acta de reuniones y entrevistas. (analista)	- Actas de reuniones y entrevistas.(actualizado)

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

2	2.1. Definir requisitos del cliente.(analista)	<ul style="list-style-type: none">- Especificación de requisitos de software (Requisitos del Cliente).- Especificación de requisitos de software(Restricciones del Cliente sobre la verificación)- Especificación de requisitos de software (Restricciones del Cliente sobre la validación)
3	3.1. Obtener descripción de requisitos. (analista)	<ul style="list-style-type: none">- Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados)-Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del producto).- Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del componente del producto).
4	4.1. Asignar requisitos a componentes de productos (analista)	<ul style="list-style-type: none">-Hoja de asignación de requisitos.- Hoja de asignación de requisitos (Asignación de requisitos provisionales).-Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados).- Especificación de requisitos de software (Restricciones de Diseño)- Relaciones entre requisitos.
5	5.1. Definir requisitos de interfaz. (analista)	<ul style="list-style-type: none">- Especificación de requisitos de software (Requisitos de la interfaz)

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

6	6.1. Documentar y actualizar los casos de uso. (analista)	<ul style="list-style-type: none"> - Especificación de requisitos de software (Requisitos de Instalación, operación, mantenimiento y soporte) -Especificación de Casos de Uso.
7	7.1. Obtener Diagrama de Casos de Uso, Documentos de Análisis y actualizar la Especificación de requisitos de software. (analista)	<ul style="list-style-type: none"> - Especificación de Casos de Uso (Diagrama de Casos de Uso) - Arquitectura Funcional. - Especificación de requisitos de software (actualizado). - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Documentos de Análisis).
8	8.1. Obtener las Medidas técnicas de rendimiento, Reportes de Defectos y Cambios propuestos a los requisitos.	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Medidas técnicas de rendimiento) - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Reportes de Defectos). - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Cambios propuestos a los requisitos para resolver defectos.) - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Requisitos claves).
9	9.1. Actualizar Gestión de riesgos sobre los requisitos. (analista, jefe de proyecto)	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de riesgos sobre los requisitos (actualizado).
10	10.1. Obtener el registro de los métodos y de los resultados del análisis. (analista)	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Registro de los métodos

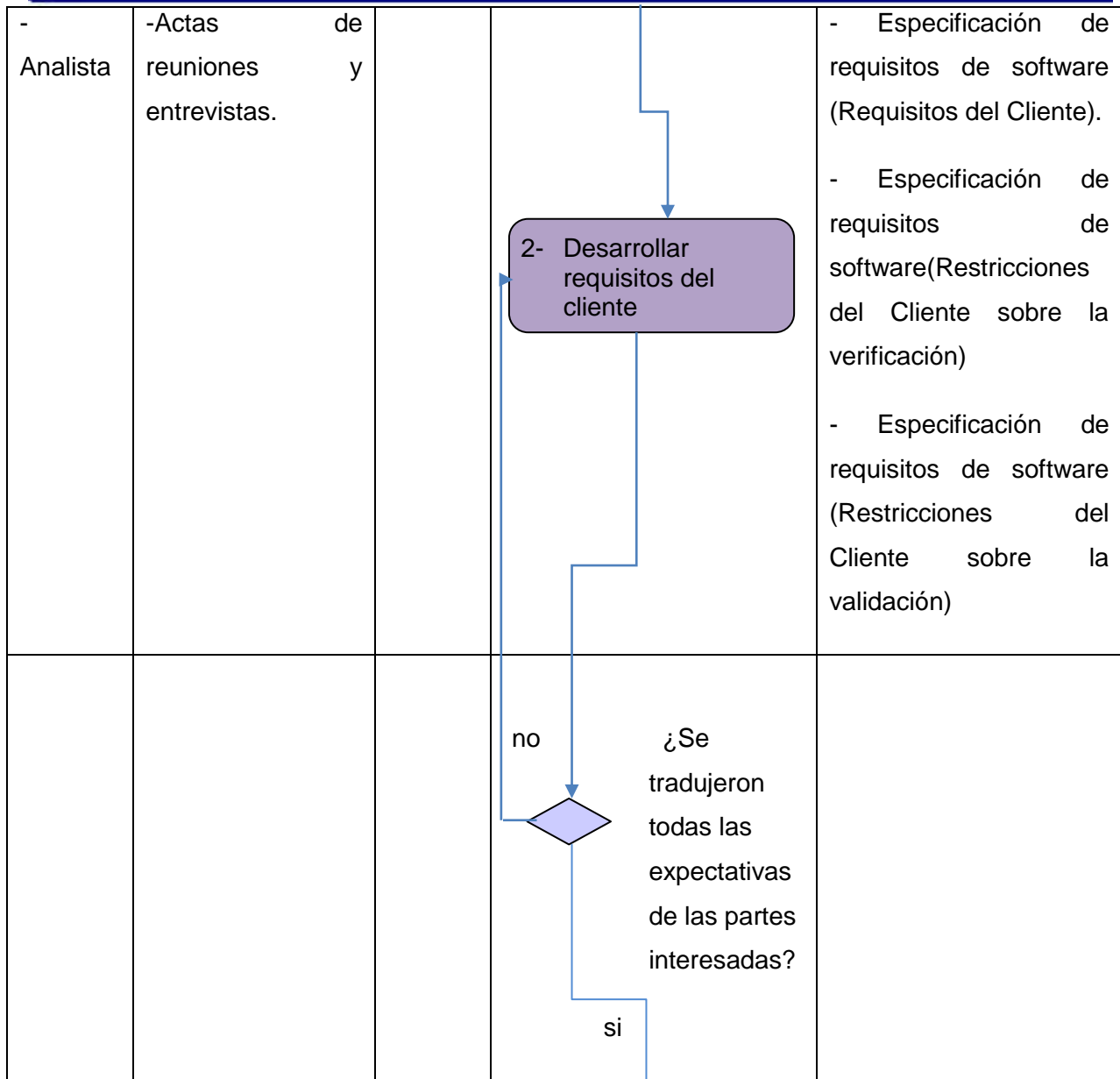
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

		y de los resultados del análisis).
--	--	------------------------------------

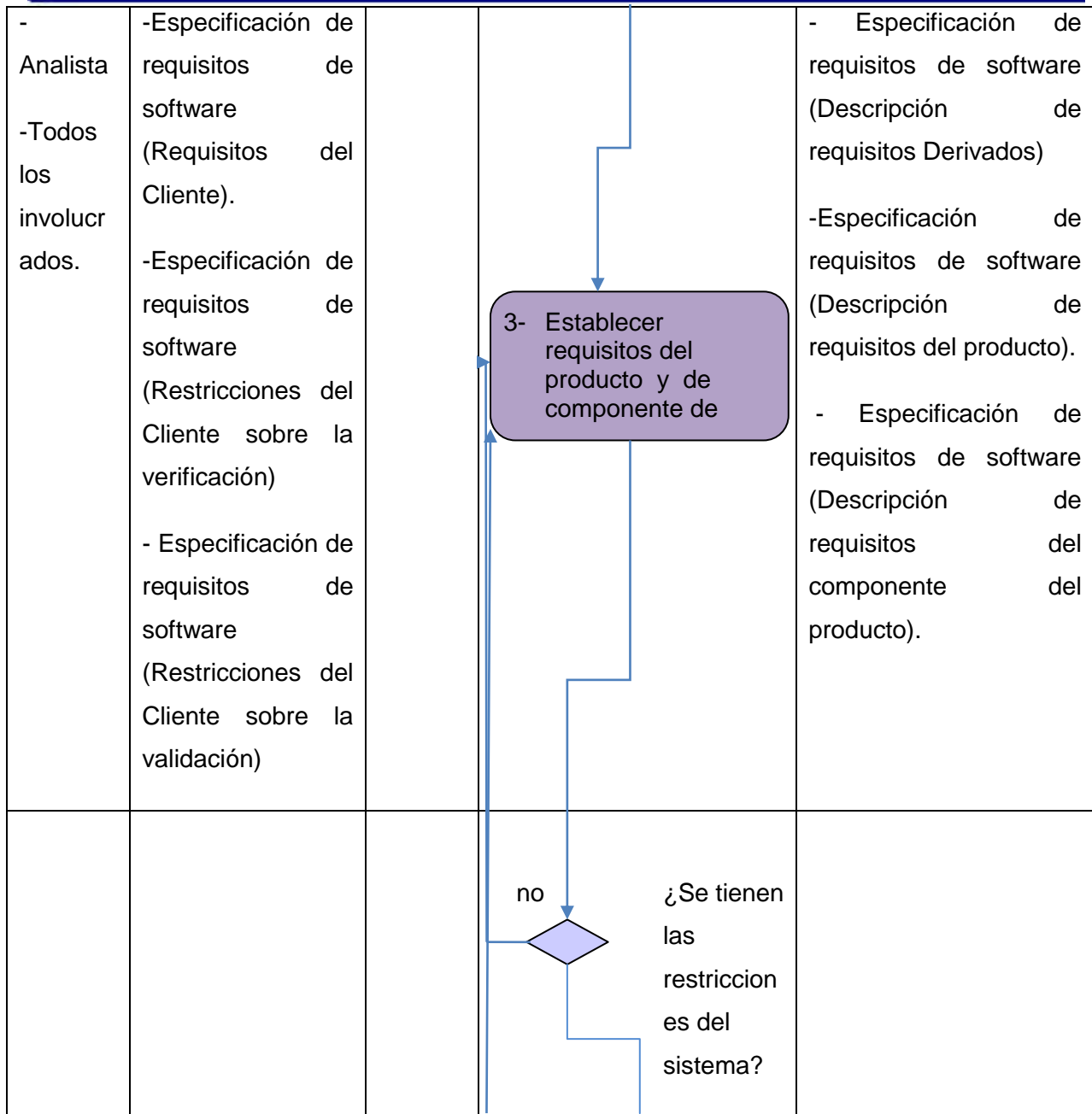
Descripción gráfica del proceso:

Desarrollo de Requisitos				
Criterios de Entrada		Petición del cliente para la realización del producto.		
Criterios de Salida		Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Registro de los métodos y de los resultados del análisis).		
Roles	Entrada	Control	Actividades	Salida
- Jefe de Proyecto - Analista - Proveedor de requisitos	- Petición del cliente para la realización del producto.		<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Actividad[1- Obtener necesidades] Actividad --> Decisión{¿Se identificaron todas las necesidades del cliente?} Decisión -- no --> Actividad Decisión -- si --> Salida[] </pre>	- Acta de reuniones y entrevistas.(actualizado)

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN



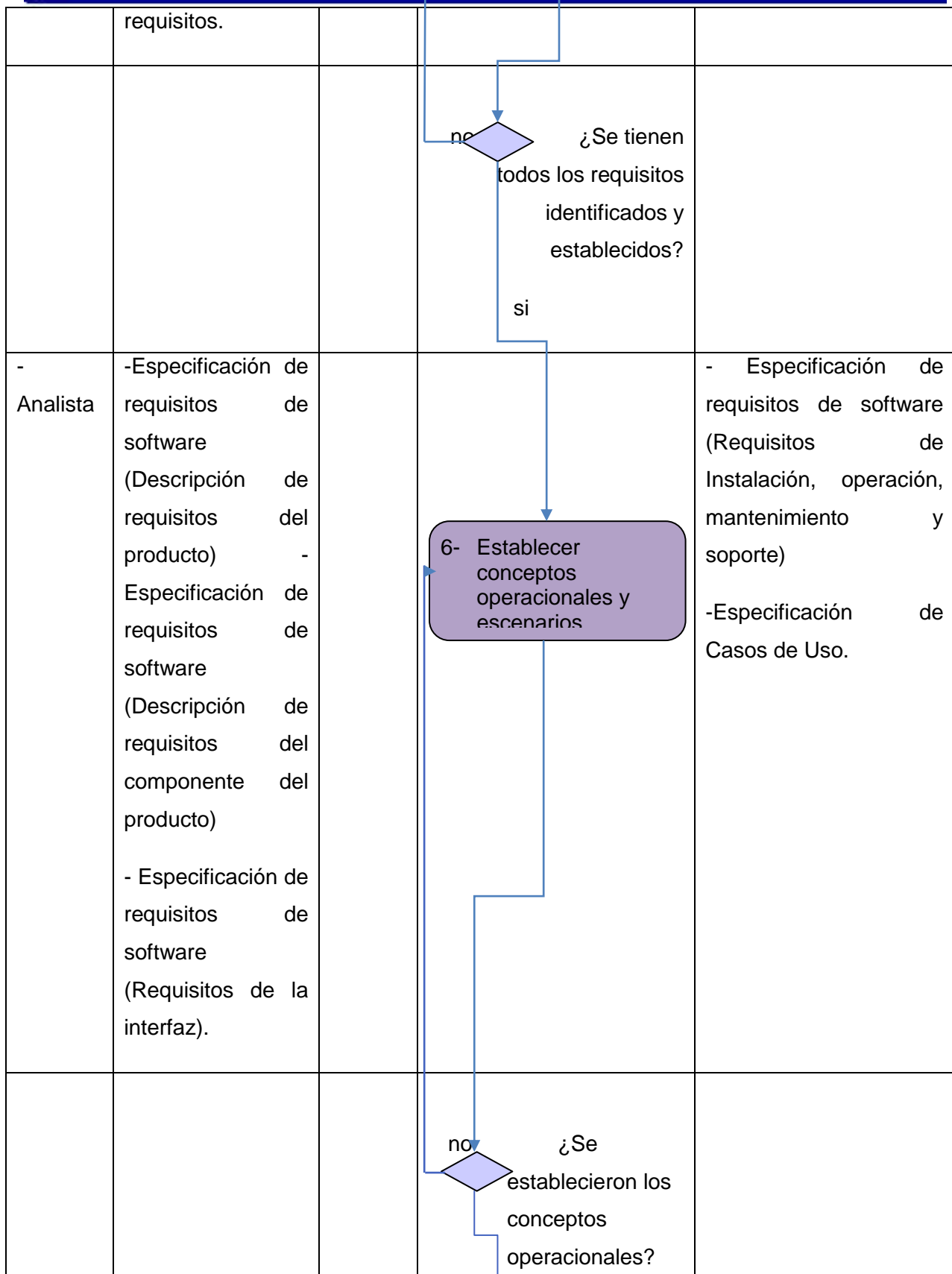
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN



CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

<p>- Analista</p>	<p>-Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados)</p> <p>-Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del producto).</p> <p>-Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del componente del producto).</p>		<p style="text-align: center;">si</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; background-color: #d8bfd8; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p style="text-align: center;">4- Asignar requisitos de componente de producto</p> </div>	<p>-Hoja de asignación de requisitos.</p> <p>-Hoja de asignación de requisitos (Asignación de requisitos provisionales.)</p> <p>-Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados) (actualizado).</p> <p>- Especificación de requisitos de software (Restricciones de Diseño)</p> <p>- Relaciones entre requisitos.</p>
<p>- Analista</p>	<p>-Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados)</p> <p>- Especificación de requisitos de software (Restricciones de Diseño)</p> <p>-Relaciones entre</p>		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; background-color: #d8bfd8; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p style="text-align: center;">5- Identificar requisitos de interfaz</p> </div>	<p>- Especificación de requisitos de software (Requisitos de la interfaz)</p>

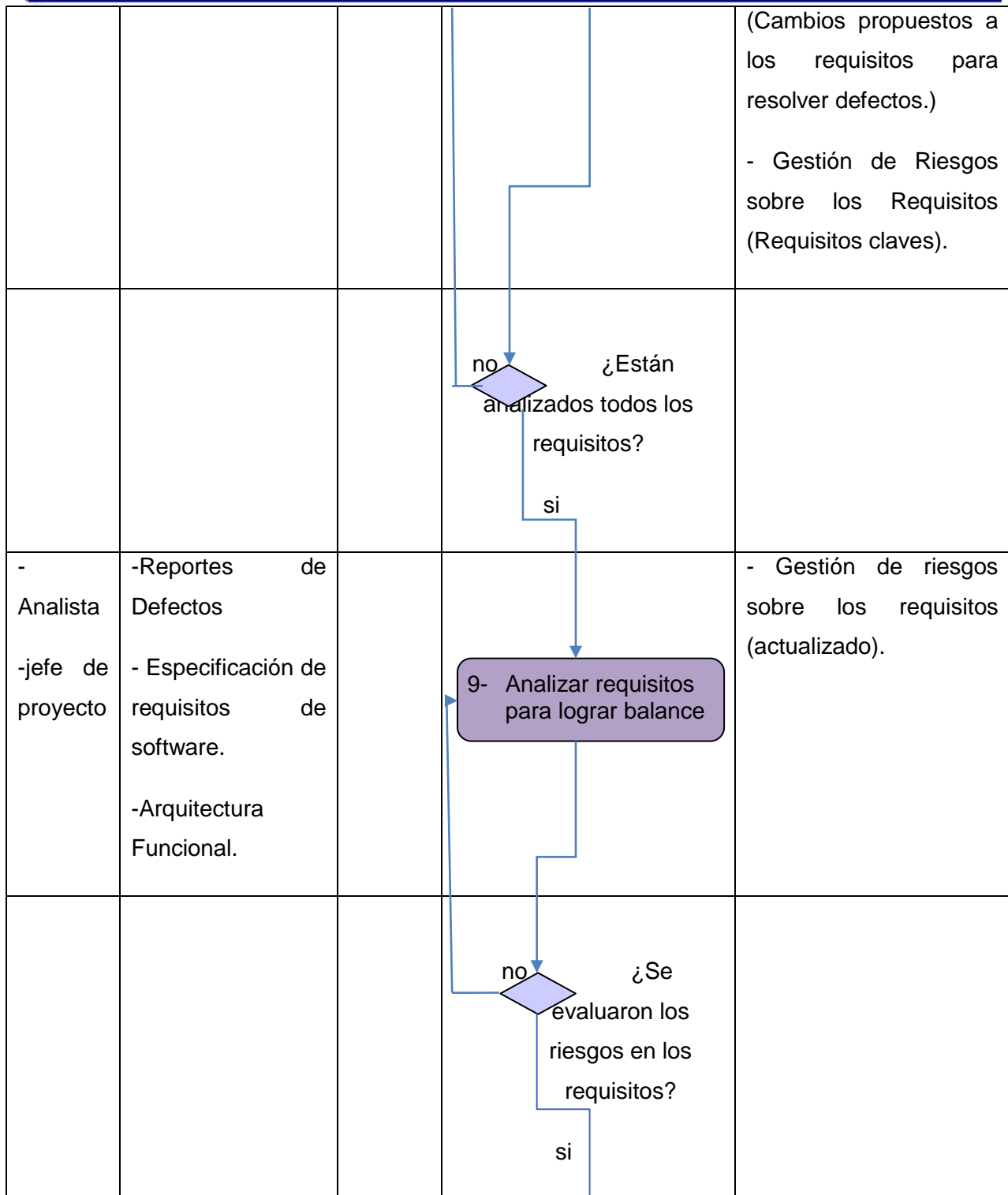
CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN



CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

			si	
- Analista	-Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del producto) - Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del componente del producto) -Especificación de Casos de Uso.			- Especificación de Casos de Uso (Diagrama de Casos de Uso) - Arquitectura Funcional. - Especificación de requisitos de software (actualizado). - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Documentos de análisis).
- Analista	-Especificación de requisitos de software. - Especificación de Casos de Uso. -Arquitectura Funcional.			- Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Medidas técnicas de rendimiento). - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Reportes de Defectos). - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN



CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- Analista	-Gestión de riesgos sobre los requisitos. - Especificación de requisitos de software.	<pre> graph TD A[] --> B[10- Validar requisitos] B --> C[Fin] </pre>	- Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Registro de los métodos y de los resultados del análisis).
------------	--	---	---

2.2.1.1. Subproceso “Obtención de Necesidades”.

Para su elaboración se empleo la práctica específica: Identificar y recoger las necesidades, expectativas, restricciones e interfaces de las partes interesadas para todas las fases del ciclo de vida del producto, por lo que se genero el siguiente artefacto:

- 1) Actas de reuniones y entrevistas.

A continuación se muestra parte de la descripción textual y gráfica de este subproceso, cuya información aparece más detallada en el libro de proceso antes mencionado:

Descripción textual:

Obtención de Necesidades.		
Criterios de Entrada	Petición del cliente para la realización del producto.	
Criterios de Salida	Acta de reuniones y entrevistas.	
N.	Descripción	Salida
1	1.1. Realizar una reunión con el proveedor de requisitos y adquirir los objetivos que persigue el cliente (Jefe de Proyecto, Analista, Proveedor de requisitos). 1.2. Aplicar métodos de obtención de información (Entrevistas, Cuestionarios, Observación, etc.) para identificar las necesidades del cliente (analista).	-Acta de reuniones y entrevistas.
2	2.1. Actualizar el acta de reuniones y entrevistas con la información que provee el cliente (Jefe de Proyecto, analista).	-Acta de reuniones y entrevistas (actualizada).

Descripción gráfica:



2.2.1.2. Subproceso “Desarrollo de Requisitos del cliente”

En la elaboración de este subproceso se emplea la práctica específica: Transformar las necesidades de las partes interesadas, expectativas, restricciones e interfaces en requisitos del cliente. A continuación se muestran los artefactos que se generan:

- 1) Especificación de requisitos de software (Requisitos del Cliente).
- 2) Especificación de requisitos de software (Restricciones del Cliente sobre la verificación).
- 3) Especificación de requisitos de software (Restricciones del Cliente sobre la validación).

Este artefacto Especificación de Requisitos de Software, solo fue modificado para emplearlo en el proceso.

A continuación se muestra parte de la descripción textual y gráfica de este subproceso, cuya información aparece más detallada en el libro de proceso antes mencionado:

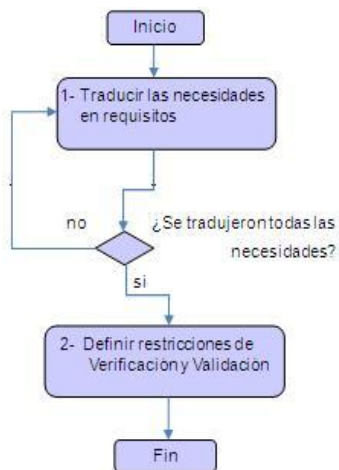
Descripción textual:

Desarrollo de Requisitos del cliente.		
Criterios de Entrada	Actas de reuniones y entrevistas.	
Criterios de Salida	Especificación de requisitos de software (Requisitos del Cliente)./Especificación de requisitos de software(Restricciones del Cliente sobre la verificación) / Especificación de requisitos de software (Restricciones del Cliente sobre la validación)	
N.	Descripción	Salida

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

1	1.1. Detectar los errores comunicativos obtenidos de la entrevista con el cliente (analista). 1.2. Analizar y traducir las expectativas de las partes interesadas en requisitos del cliente (analista).	- Especificación de requisitos de software (Requisitos del Cliente).
2	2.1. Definir las restricciones para la verificación y la validación.(analista)	- Especificación de requisitos de software(Restricciones del Cliente sobre la verificación) - Especificación de requisitos de software (Restricciones del Cliente sobre la validación)

Descripción gráfica:



2.2.1.3. Subproceso “Establecer requisitos de producto y producto-componente”

En la elaboración de este subproceso se empleó la práctica específica: Establecer y mantener requisitos del producto y componentes del producto, los cuales son basados en los requisitos del cliente. A continuación se muestran los artefactos que se generan:

- 1) Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del producto).
- 2) Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados)
- 3) Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del componente del producto).

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Este artefacto Especificación de Requisitos de Software, solo fue modificado para emplearlo en el proceso.

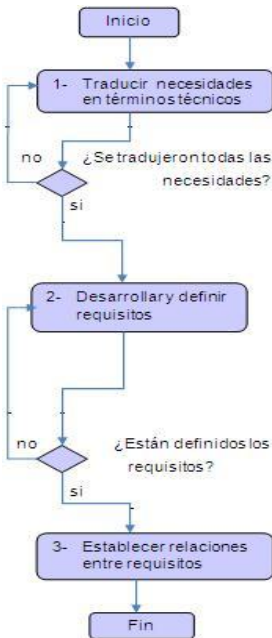
Descripción textual del subproceso:

Establecer Requisitos de Producto y Producto-Componente.		
Criterios de Entrada	Especificación de requisitos de software (Requisitos del Cliente)./Especificación de requisitos de software (Restricciones del Cliente sobre la verificación) / Especificación de requisitos de software (Restricciones del Cliente sobre la validación)	
Criterios de Salida	Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados)/Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del producto). /Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del componente del producto).	
N.	Descripción	Salida
1	1.1. Establecer con detalle los servicios y restricciones del sistema, traduciendo las necesidades en términos técnicos (analista).	- Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del producto).
2	2.1. Desarrollar los requisitos de la arquitectura que tratan las calidades y el rendimiento del producto críticos necesarios para el diseño de la arquitectura del producto (analista). 2.2. Definir requisitos resultantes que se derivan de las decisiones de diseño. (analista)	- Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados)
3	3.1. Los miembros del proyecto actualizan la Descripción de requisitos del producto de la que son responsables. (Todos los involucrados). 3.2. Establecer y mantener las relaciones entre los	- Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del producto). - Especificación de requisitos de software (Descripción de

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

	requisitos para su consideración durante la gestión del cambio y la asignación de los requisitos (analista).	requisitos del componente del producto)
--	--	---

Descripción gráfica del subproceso:



2.2.1.4. Subproceso “Asignar requisitos de componentes del producto”

En la elaboración de este subproceso se emplea la práctica específica: Destinar los requisitos por cada componente del producto. A continuación se muestran los artefactos que se generan:

- 1) Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados (actualizado))
- 2) Especificación de requisitos de software (Restricciones de Diseño).

Este artefacto Especificación de Requisitos de Software, solo fue modificado para emplearlo en el proceso.

Descripción textual del subproceso:

Asignar requisitos de componentes del producto.	
Criterios de Entrada	Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados) /Especificación de requisitos de software (Descripción de

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

	requisitos del producto). /Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del componente del producto).	
Criterios de Salida	Hoja de asignación de requisitos. / Hoja de asignación de requisitos (Asignación de requisitos provisionales) / Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados) / Especificación de requisitos de software (Restricciones de Diseño) / Relaciones entre requisitos.	
N.	Descripción	Salida
1	1.1. Asignar los requisitos a las funciones.(analista) 1.2. Asignar los requisitos a los componentes del producto. (analista) 1.3. Asignar las restricciones de diseño a los componentes del producto. (analista)	- Hoja de asignación de requisitos. - Hoja de asignación de requisitos (Asignación de requisitos provisionales). - Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados (actualizado)) - Especificación de requisitos de software (Restricciones de Diseño).
2	2.1. Documentar las dependencias entre requisitos asignados.(analista)	- Relaciones entre requisitos.

Descripción gráfica del subproceso:



CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

2.2.1.5. Subproceso “Identificar requisitos de interfaz”

Para el desarrollo de este subproceso se empleo la práctica específica: Identificar requerimientos de interfaz. A continuación se muestra el artefacto que se genera:

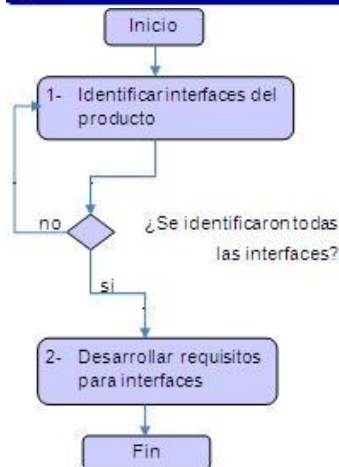
- 1) Especificación de requisitos de software (Requisitos de la interfaz).

Este artefacto Especificación de Requisitos de Software, solo fue modificado para emplearlo en el proceso.

Descripción textual del subproceso:

Identificar requisitos de interfaz.		
Criterios de Entrada	Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos Derivados) / Especificación de requisitos de software (Restricciones de Diseño) / Relaciones entre requisitos.	
Criterios de Salida	Especificación de requisitos de software (Requisitos de la interfaz).	
N.	Descripción	Salida
1	1.1. Identificar las interfaces tanto externas como internas al producto.(analista)	- Especificación de requisitos de software (Requisitos de la interfaz).
2	2.1. Definir los requisitos para las interfaces en términos tales como el origen, el destino, el estímulo, las características de los datos para el software, y las características eléctricas y mecánicas para el hardware.(analista) 2.2. Desarrollar los requisitos para las interfaces identificadas.(analista)	- Especificación de requisitos de software (Requisitos de la interfaz).

Descripción gráfica del subproceso:



2.2.1.6. Subproceso “Establecer conceptos operacionales y escenarios”

Para el desarrollo de este subproceso se empleó la práctica específica: Establecer y mantener conceptos operacionales y escenarios asociados. A continuación se muestran los artefactos que se generan:

- 1) Especificación de requisitos de software (Requisitos de Instalación, operación, mantenimiento y soporte).
- 2) Especificación de Casos de Uso.

Los artefactos Especificación de Requisitos de Software y Especificación de Casos de Uso solo fueron modificados para emplearlos en el proceso.

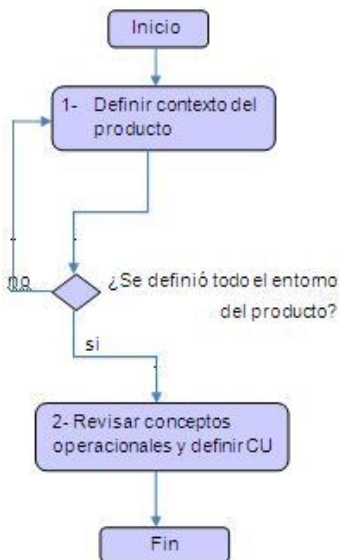
Descripción textual del subproceso:

Establecer Conceptos Operacionales y Escenarios.		
Criterios de Entrada	Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del producto) / Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del componente del producto) / Especificación de requisitos de software (Requisitos de la interfaz).	
Criterios de Salida	Especificación de requisitos de software (Requisitos de Instalación, operación, mantenimiento y soporte. / Especificación de Casos de Uso.	
N.	Descripción	Salida

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

1	<p>1.1. Desarrollar los conceptos operativos y los escenarios que incluyan funcionalidad, rendimiento, mantenimiento, soporte y retirada según sea apropiado.(analista)</p> <p>1.2. Definir el entorno en el cual funcionarán el producto o los componentes del producto, incluyendo los límites y las restricciones. (analista)</p>	- Especificación de requisitos de software (Requisitos de Instalación, operación, mantenimiento y soporte.
2	<p>2.1. Revisar los conceptos operativos y los escenarios para refinar y descubrir los requisitos. (analista)</p> <p>2.2. Definir Casos de Uso detallados, a medida que se seleccionan los productos y los componentes del producto, que defina la interacción del producto, del usuario final y del entorno, y que satisfaga las necesidades operativas, de mantenimiento, de soporte y de retirada. (analista)</p>	- Especificación de Casos de Uso.

Descripción gráfica del subproceso:



CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

2.2.1.7. Subproceso “Establecer una definición de la funcionalidad requerida”

En la elaboración de este subproceso se empleo la práctica específica: Establecer y mantener una definición de la funcionalidad requerida. A continuación se muestran los artefactos que se generan:

- 1) Arquitectura Funcional.
- 2) Especificación de Casos de Uso (Diagrama de Casos de Uso)
- 3) Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Documentos de Análisis).

Los artefactos Arquitectura Funcional y Especificación de Casos de Uso, solo fueron modificados para emplearlos en el proceso.

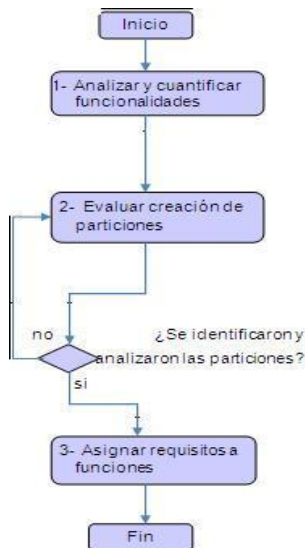
Descripción textual del subproceso:

Establecer una definición de la funcionalidad requerida.		
Criterios de Entrada	Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del producto) / Especificación de requisitos de software (Descripción de requisitos del componente del producto) /Especificación de Casos de Uso.	
Criterios de Salida	Especificación de Casos de Uso (Diagrama de Casos de Uso) / Arquitectura Funcional. / Especificación de requisitos de software. / Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Documentos de Análisis).	
N.	Descripción	Salida
1	1.1. Analizar y considerar la funcionalidad requerida por los usuarios finales.(analista)	- Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Documentos de Análisis).
2	1.2. Analizar los requisitos para identificar las particiones lógicas o funcionales (p. ej., subfunciones).(analista) 1.3. Dividir los requisitos en grupos, en base a los criterios establecidos (p. ej., funcionalidad similar, rendimiento o acoplamiento), para facilitar y para enfocar el análisis de requisitos.	- Arquitectura Funcional. - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Documentos de Análisis).

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

	1.4. Considerar la secuenciación de las funciones críticas en el tiempo tanto inicialmente como posteriormente durante el desarrollo de componentes del producto.(analista)	
3	<p>3.1. Asignar los requisitos de cliente a las particiones funcionales, objetos, personal o elementos de soporte para dar soporte a la síntesis de las soluciones.(analista)</p> <p>3.2. Asignar los requisitos funcionales y de rendimiento a las funciones y a las subfunciones.(analista)</p>	<p>- Especificación de Casos de Uso (Diagrama de Casos de Uso)</p> <p>- Especificación de requisitos de software (actualizado).</p>

Descripción gráfica del subproceso:



2.2.1.8. Subproceso “Analizar requisitos”

En la elaboración de este subproceso se empleó la práctica específica: Analizar requisitos para asegurar que ellos son necesarios y suficientes. A continuación se muestran los artefactos que se generan:

- 1) Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Medidas técnicas de rendimiento).
- 2) Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Reportes de Defectos).

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- 3) Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Cambios propuestos a los requisitos para resolver defectos).

- 4) Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Requisitos claves)

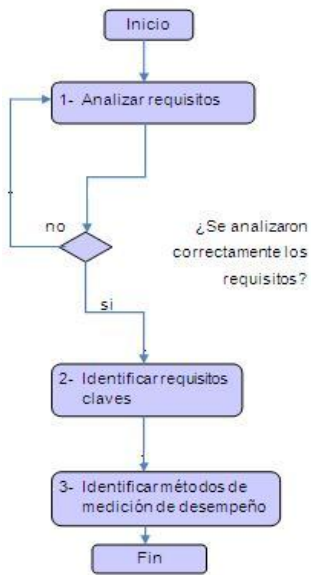
Descripción textual del subproceso:

Analizar Requisitos.		
Criterios de Entrada	Especificación de requisitos de software. / Especificación de Casos de Uso (Diagrama de Casos de Uso)/ Arquitectura Funcional.	
Criterios de Salida	Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Medidas técnicas de rendimiento). / Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Reportes de Defectos). / Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Cambios propuestos a los requisitos para resolver defectos). / Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Requisitos claves)	
N.	Descripción	Salida
1	1.1. Analizar las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas de las partes interesadas para eliminar conflictos y para organizarlos en temas relacionados.(analista) 1.2. Analizar los requisitos para determinar si satisfacen los objetivos de los requisitos de nivel más alto.(analista) 1.3. Analizar los requisitos para asegurarse de que son completos, factibles, realizables y verificables.(analista)	- Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Reportes de Defectos). - Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Cambios propuestos a los requisitos para resolver defectos.)
2	2.1. Identificar los requisitos claves que tienen una fuerte influencia en el coste, calendario, funcionalidad, riesgos o rendimiento.(analista)	- Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Requisitos claves).
3	3.1. Identificar las medidas de rendimiento técnico que serán seguidas durante el esfuerzo de	- Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Medidas

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

	desarrollo.(analista) 3.2. Analizar los conceptos operativos y los escenarios para refinar las necesidades, las restricciones y las interfaces del cliente, y para descubrir nuevos requisitos.(analista)	técnicas de rendimiento).
--	--	---------------------------

Descripción gráfica del subproceso:



2.2.1.9. Subproceso “Analizar requisitos para lograr balance”

En la elaboración de este subproceso se empleó la práctica específica: Analizar requisitos para balancear necesidades y restricciones de los Stakeholders. A continuación se muestra el artefacto que se genera:

- 1) Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (actualizado).

Descripción textual del subproceso:

Analizar requisitos para lograr balance.	
Criterios de Entrada	Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Reportes de Defectos)./ Especificación de requisitos de software. / Arquitectura Funcional.
Criterios de Salida	Gestión de riesgos sobre los requisitos.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

N.	Descripción	Salida
1	1.1. Usar modelos, simulaciones y prototipos probados para analizar el equilibrio entre las necesidades y las restricciones de las partes interesadas.(analista)	- Gestión de riesgos sobre los requisitos.(actualizado)
2	2.1. Ejecutar una evaluación de riesgos sobre los requisitos y la arquitectura funcional.(analista) 2.2. Evaluar impacto de riesgos en requisitos.(analista)	-Gestión de riesgos sobre los requisitos.(actualizado)

Descripción gráfica del subproceso:



2.2.1.10. Subproceso “Validar requisitos”

En el desarrollo de este subproceso se empleó la práctica específica: Los requisitos se validan para asegurar que el producto resultante operará como está previsto en el ambiente del usuario. A continuación se muestra el artefacto que se genera:

- 1) Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Registro de los métodos y de los resultados del análisis).

Descripción textual del subproceso:

Validar requisitos.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Criterios de Entrada	Gestión de riesgos sobre los requisitos. / Especificación de requisitos de software.	
Criterios de Salida	Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Registro de los métodos y de los resultados del análisis).	
N.	Descripción	Salida
1	1.1. Analizar los requisitos para determinar el riesgo de que el producto resultante no se ejecutará apropiadamente en su entorno de uso previsto.(analista)	- Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Registro de los métodos y de los resultados del análisis).
2	2.1. Explorar el ajuste de los requisitos desarrollando las representaciones del producto (p. ej., prototipos, simulaciones, modelos, escenarios y guías gráficas) y obteniendo realimentación sobre ellos de las partes interesadas relevantes.(analista) 2.2. Evaluar el diseño a medida que madura en el contexto del entorno de validación de los requisitos para identificar los problemas de validación y para exponer necesidades y requisitos de cliente sin especificar.(analista)	- Gestión de Riesgos sobre los Requisitos (Registro de los métodos y de los resultados del análisis).

Descripción gráfica del subproceso:



CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

A continuación se muestra brevemente cómo está conformado cada artefacto generado:

Actas de reuniones y entrevistas.

Este artefacto consta de dos epígrafes donde el primero es para el control del documento y para introducir que contendrá el documento y que pueda ser utilizado como guía por el encargado de completar el mismo. En el otro epígrafe se recoge una breve descripción de la reunión realizada con el cliente, así como el método aplicado para la recogida de información, y los resultados obtenidos con el mismo (Ver anexo 1).

Especificación de Requisitos de Software

Este artefacto se confecciona con el objetivo de recoger y describir todos los requisitos del sistema una vez recogidas las necesidades del cliente. Consta de tres epígrafes, el primero está relacionado con el control del documento y los cambios asociados al mismo. También figura la descripción del artefacto, incluyendo su objetivo y alcance. El segundo epígrafe recoge una breve descripción del sistema y el último es el encargado de describir los actores involucrados y todos los requisitos funcionales y no funcionales del sistema (Ver anexo 2).

Hoja de Asignación de Requisitos

Este artefacto consta de dos epígrafes, el primero está relacionado con el control del documento y los cambios asociados al mismo. También figura la descripción del artefacto, incluyendo su objetivo y alcance. El segundo epígrafe se encarga de asignar todos los requisitos del producto a cada función y a cada componente del sistema (Ver anexo 3).

Especificación de Casos de Uso

El artefacto antes mencionado tiene como objetivo representar y describir todos los requisitos del producto. Este consta de tres epígrafes, el primero relacionado con el control del documento y los cambios asociados al mismo. También figura la descripción del artefacto, incluyendo su objetivo y alcance. En el segundo epígrafe se realiza una descripción gráfica y textual de los módulos del sistema. El tercer epígrafe es el encargado de dejar plasmado el diagrama de casos de usos, así como una breve descripción de los módulos del sistema y el último recoge la descripción detallada de cada caso de uso involucrado (Ver anexo 4).

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Gestión de Riesgos sobre los Requisitos

Este artefacto consta de cuatro epígrafes el primero relacionado con el control del documento y los cambios asociados al mismo. También figura la descripción del artefacto, incluyendo su objetivo y alcance. En los otros tres epígrafes se analizan los requisitos y se recogen los encontrados con defectos y los cambios propuestos a los mismos, se definen los requisitos que tienen una fuerte influencia en el producto y las medidas a tomar para perfeccionar los requisitos obtenidos. Además se definen los métodos usados para el análisis del equilibrio entre las necesidades y las restricciones, así como los riesgos que pueden afectar a los requisitos especificados y a la arquitectura funcional del producto. Por último se realiza una evaluación del impacto que pueden tener los riesgos en los requisitos (Ver anexo 5).

Arquitectura Funcional de Software

El artefacto Arquitectura Funcional de Software consta de cinco epígrafes, se confecciona con el objetivo de describir brevemente la arquitectura de software para el sistema, los requisitos y objetivos del software que tienen un fuerte impacto en la misma. Además se representa el diagrama de casos de uso arquitectónicamente significantes y la descripción de estos casos de uso (Ver anexo 6).

Conclusiones Parciales.

Un software de calidad debe ser eficiente, es decir, satisfacer al máximo con las expectativas del cliente de tal forma que las organizaciones involucradas en su desarrollo y uso obtengan el máximo beneficio o por lo menos un beneficio aceptable en un período de tiempo establecido. El capítulo que concluye tiene una gran importancia porque allí quedaron definidos los procedimientos para desarrollar el proceso de Desarrollo de Requisitos en un proyecto, así como la misión de cada uno de los artefactos generados en el mismo. Utilizando como guía los procesos que define CMMI. Se establecieron una serie de pasos a realizar para construir un software como se requiere, ya que uno de los elementos fundamentales para alcanzar la calidad del software es la correcta obtención y desarrollo de requisitos.

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO

Introducción

En el presente capítulo se aplicará el proceso descrito en el Capítulo 2. Este se empleará en un proyecto real con el objetivo de mejorar el desarrollo de los requisitos del sistema, así como garantizar una mayor calidad del mismo. Los epígrafes que siguen a continuación están enfocados a describir este proceso de Desarrollo de Requisitos, llevando cada uno de los artefactos generados en el mismo al proyecto SCADA AS (Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos para el Acueducto de Santiago de Cuba).

3.1. SCADA AS.

El Acueducto de Santiago de Cuba está compuesto por tres sistemas de acueducto: Sistema Quintero, Sistema San Juan y Sistema Parada. Esta institución perteneciente al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRA) está inmersa en una tarea en vista a la automatización de estas instalaciones, por lo que se requiere un Sistema de Adquisición, Supervisión y Control del equipamiento del acueducto y sus instalaciones.

Los sistemas conocidos como SCADA permiten controlar y dar seguimiento a los procesos de una entidad determinada, son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos. En la Facultad 5 de la universidad de las Ciencias Informáticas en colaboración con la hermana república de Venezuela para la empresa PDVSA, se ha desarrollado el proyecto SCADA Guardián del ALBA; proyecto que ha sido base para todos los productos SCADA que se están desarrollando en el CEDIN, cuyo centro los está desarrollando para empresas cubanas, incluyendo el que se realizará para AS.

En el proyecto SCADA AS se requiere contar con un sistema automatizado que permita el funcionamiento óptimo de los sistemas de acueducto y su operación mediante el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Este fue el centro de acción de la puesta en práctica del proceso Desarrollo de Requisitos, con la aplicación de este proceso se establece una vía organizada para el desarrollo de los requisitos en dicho proyecto, capturando, analizando y desarrollando los mismos de una forma uniforme. Además se establecen un conjunto de artefactos necesarios para la recogida de toda la información necesaria del proyecto.

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO

A continuación se mostrará la descripción de la aplicación del proceso y los artefactos que se generaron en el mismo, puesto en práctica en el proyecto SCADA AS.

3.1.1. Aplicación del subproceso Obtener Necesidades.

Se desarrolla la práctica específica (SP 1) Obtención de Necesidades perteneciente a la meta específica (SG1) del área de proceso Desarrollo de Requisitos: Desarrollar requisitos del cliente, aquí se realizan las reuniones pertinentes con el cliente obteniendo a través de métodos aplicados (entrevista), los objetivos, restricciones y necesidades del mismo. Esta práctica específica está compuesta por una subpráctica:

- 1) Comprometer a las partes interesadas relevantes usando métodos para obtener las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas.

La cual fue reconocida para la confección del artefacto “Acta de reuniones y entrevistas” generado en dicho subproceso. Este artefacto (Ver Anexo 1) consta con dos epígrafes. Al aplicarlo al proyecto propuesto se procedió al llenado de la siguiente forma:

Aclarar que: el primer epígrafe de esta planilla es común para todos los artefactos.

El primer epígrafe es Control del Documento, aquí se deja plasmado por cuantas versiones ha pasado el documento. Una primera versión en la cual el objetivo principal fue la creación del mismo y otras dos con el objetivo de refinar el documento mediante revisiones.

En este epígrafe también se debe especificar quienes fueron los encargados del llenado de la planilla y su cargo en el proyecto y el que debe aprobar el documento final. El encargado de la confección fue el analista, mientras que el Jefe de Proyecto firmó la aprobación final del artefacto. Se acordó con las autoridades pertinentes que la clasificación de las Reglas de Confidencialidad para todos los artefactos generados fuera de tipo **Uso Interno**.

Para dar cumplimiento a la subpráctica contenida en este producto típico, el epígrafe dos de esta planilla muestra una tabla donde se describe la reunión realizada (fecha, persona entrevistada, método aplicado y breve descripción del mismo), así como los resultados obtenidos al aplicarse el método seleccionado para la recopilación de información.

3.1.2 Aplicación del subproceso Desarrollar los requisitos del cliente

Se desarrolla la práctica específica (SP 2) Desarrollo de requisitos del cliente perteneciente a la meta específica (SG1) del área de proceso Desarrollo de Requisitos: Desarrollar requisitos del cliente, aquí se detectan los errores comunicativos obtenidos del encuentro con el cliente y se

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO

traducen las expectativas de las partes interesadas en requisitos del cliente .Esta práctica específica está compuesta por dos subprácticas:

- 1) Traducir las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces de las partes interesadas en requisitos de cliente documentados.
- 2) Definir las restricciones para la verificación y la validación.

Estas fueron reconocidas para la modificación del artefacto “Especificación de requisitos de software” en dicho subproceso. El cual (Ver Anexo 2) consta de tres epígrafes. Al aplicarlo al proyecto se procedió al llenado de la siguiente forma:

El epígrafe dos de esta planilla describe brevemente el sistema, es decir, describe los aspectos conceptuales que dan origen al sistema actual, así como una lista de objetivos concretos del mismo.

En el tercer epígrafe se recogen los requisitos del cliente, así como los requisitos para la verificación y la validación.

3.1.3 Aplicación del subproceso Establecer requisitos del producto y de componentes del producto.

Se desarrolla la práctica específica (SP 1) Establecer Requisitos del Producto y componentes del producto perteneciente a la meta específica (SG2): Desarrollar requisitos de productos, aquí se traducen los requisitos del cliente capturados anteriormente en términos técnicos .Esta práctica específica está compuesta por tres subprácticas:

- 1) Desarrollar los requisitos en los términos técnicos necesarios para el diseño del producto y de componentes del producto.
- 2) Derivar los requisitos resultantes de las decisiones de diseño.
- 3) Establecer y mantener las relaciones entre los requisitos para su consideración durante la gestión del cambio y la asignación de los requisitos.

Estas fueron reconocidas para continuar con la modificación del artefacto “Especificación de requisitos de software”. El cual (Ver Anexo 2) como se decía anteriormente consta de tres epígrafes. En la aplicación de este subproceso solo se modifica el tercer epígrafe de esta planilla, la cual se llena de la siguiente forma:

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO

En el tercer epígrafe de esta planilla aparte de lo plasmado en el subproceso anterior se recogen los requisitos del producto, derivados y de componentes del producto.

3.1.4 Aplicación del subproceso Asignar requisitos de componentes del producto.

A continuación se desarrolla la práctica específica (SP 2) Asignar requisitos de componentes del producto perteneciente a la meta específica (SG2): Desarrollar requisitos de productos, aquí se asignan todos los requisitos por cada componente de producto. Esta práctica específica está compuesta por cuatro subprácticas:

- 1) Asignar los requisitos a las funciones.
- 2) Asignar los requisitos a los componentes del producto.
- 3) Asignar las restricciones de diseño a los componentes del producto.
- 4) Documentar las relaciones entre requisitos asignados.

De estas la segunda y tercera fueron reconocidas para continuar con la confección del artefacto “Especificación de requisitos de software”. El cual (Ver Anexo 2) como se decía anteriormente consta de tres epígrafes. En la aplicación de este subproceso solo se modifica el tercer epígrafe de esta planilla, la cual se llena de la siguiente forma:

En el tercer epígrafe de esta planilla aparte de lo plasmado en los subprocesos anteriores se recogen las restricciones de diseño, y se actualizan los requisitos derivados.

Estas subprácticas se utilizan además para la confección del artefacto “Hoja de asignación de requisitos” generado en este subproceso. Este (Ver Anexo 3) consta de dos epígrafes. Al aplicarlo al proyecto se procedió al llenado de la siguiente forma:

El epígrafe dos de esta planilla consta de dos sub epígrafes, el primero contiene una tabla en la que se destina cada requisito del producto por cada función del sistema y en el segundo se muestra una tabla donde se recoge cada requisito del sistema asignado por cada componente del producto.

3.1.5 Aplicación del subproceso Identificar requisitos de interfaz.

Se desarrolla la práctica específica (SP 3) Identificar requisitos de interfaz perteneciente a la meta específica (SG2): Desarrollar requisitos de productos, aquí se identifican, definen y desarrollan los requisitos para las interfaces. Esta práctica específica está compuesta por dos subprácticas:

- 1) Identificar las interfaces tanto externas como internas al producto (es decir, entre las particiones funcionales u objetos).
- 2) Desarrollar los requisitos para las interfaces identificadas.

Estas fueron reconocidas para la modificación del artefacto “Especificación de requisitos de software”. Este (Ver Anexo 2) como se ha dicho anteriormente consta de tres epígrafes. En la aplicación de este subproceso solo se modifica el tercer epígrafe de esta planilla, la cual se llena de la siguiente forma:

En el tercer epígrafe de esta planilla aparte de lo plasmado en los subprocesos anteriores se recogen los requisitos de interfaz.

3.1.6 Aplicación del subproceso Establecer Conceptos Operacionales y Escenarios.

A continuación se desarrolla la práctica específica (SP 1) Establecer Conceptos Operacionales y Escenarios perteneciente a la meta específica (SG3): Analizar y Validar requisitos, aquí se establecen y mantienen los conceptos operacionales y escenarios asociados. Esta práctica específica está compuesta por cuatro subprácticas:

- 1) Desarrollar los conceptos operativos y los escenarios que incluyan funcionalidad, rendimiento, mantenimiento, soporte y retirada según sea apropiado.
- 2) Definir el entorno en el cual funcionará el producto o los componentes del producto, incluyendo los límites y las restricciones.
- 3) Revisar los conceptos operativos y los escenarios para refinar y descubrir los requisitos.
- 4) Desarrollar un concepto operativo detallado, a medida que se seleccionan los productos y los componentes del producto, que defina la interacción del producto, del usuario final y del entorno, y que satisfaga las necesidades operativas, de mantenimiento, de soporte y de retirada.

De estas la primera y segunda fueron reconocidas para continuar con la confección del artefacto “Especificación de requisitos de software”. El cual (Ver Anexo 2) como se decía anteriormente en la aplicación de este subproceso solo se modifica el tercer epígrafe de esta planilla, la cual se llena de la siguiente forma:

Aparte de lo plasmado en los subprocesos anteriores, en el tercer epígrafe se recogen los Requisitos de Instalación, operación, mantenimiento y soporte.

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO

Se utilizan además la tercera y cuarta subpráctica para la modificación del artefacto “Especificación de Casos de Uso”. Este (Ver Anexo 4) consta de tres epígrafes. Al aplicarlo al proyecto se procedió al llenado de la siguiente forma:

El segundo epígrafe de esta planilla describe brevemente los módulos del sistema, así como muestra un diagrama de la representación de la interacción entre ellos.

El tercer epígrafe consta de la descripción detallada de cada caso de uso del sistema.

3.1.7 Aplicación del subproceso Establecer una definición de la funcionalidad requerida.

A continuación se desarrolla la práctica específica (SP 2) Establecer una definición de la funcionalidad requerida perteneciente a la meta específica (SG3): Analizar y Validar requisitos, aquí se analizan los requisitos para identificar las particiones funcionales y se asignan a las mismas. Esta práctica específica está compuesta por seis subprácticas:

- 1) Analizar y cuantificar la funcionalidad requerida por los usuarios finales.
- 2) Analizar los requisitos para identificar las particiones lógicas o funcionales (p. ej. sub funciones).
- 3) Dividir los requisitos en grupos, en base a los criterios establecidos (p. ej., funcionalidad similar, rendimiento o acoplamiento), para facilitar y para enfocar el análisis de requisitos.
- 4) Considerar la secuenciación de las funciones críticas en el tiempo tanto inicialmente como posteriormente durante el desarrollo de componentes del producto.
- 5) Asignar los requisitos de cliente a las particiones funcionales, objetos, personal o elementos de soporte para dar soporte a la síntesis de las soluciones.
- 6) Asignar los requisitos funcionales y de rendimiento a las funciones y a las subfunciones.

De estas la primera y segunda fueron reconocidas para la confección del artefacto “Gestión de Riesgos sobre los Requisitos” generado en dicho subproceso. Este (Ver Anexo 5) consta de cuatro epígrafes. Al aplicarlo al proyecto se procedió al llenado de la siguiente forma:

En el segundo epígrafe de esta planilla se realiza un análisis de los requisitos y se muestra una tabla con los requisitos y las subfunciones pertenecientes a los mismos.

El tercer y cuarto epígrafe se llena con la aplicación del subproceso posterior.

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO

Se utilizan además la tercera y cuarta subpráctica para la modificación del artefacto “Arquitectura Funcional de Software”. Este (Ver **Anexo 6**) consta de cinco epígrafes. Al aplicarlo al proyecto se procedió al llenado de la siguiente forma:

El segundo epígrafe de esta planilla describe brevemente de que trata la arquitectura de software para el sistema y como esta es representada.

El tercer epígrafe consta de la descripción de los requisitos y objetivos del software que tienen un impacto significativo en la arquitectura.

En el cuarto epígrafe se muestra la descripción de las características de dimensiones importantes del software que afectan la arquitectura.

El quinto epígrafe refleja el modelo de casos de uso, así como el diagrama de casos de uso arquitectónicamente significantes y una breve descripción de estos casos de uso.

Además se reconocen la quinta y sexta subpráctica para continuar con la confección del artefacto “Especificación de Casos de Uso”. El cual (Ver **Anexo 4**) en la aplicación de este subproceso se modifican el segundo y tercer epígrafe de esta planilla, la cual se llena de la siguiente forma:

En el segundo epígrafe se añade el diagrama de casos de uso del sistema.

En el tercer epígrafe se modifican las descripciones de los casos de uso.

3.1.8 Aplicación del subproceso Analizar requisitos.

Se desarrolla la práctica específica (SP 3) Analizar requisito perteneciente a la meta específica (SG3): Analizar y Validar requisitos, aquí se analizan los requisitos para determinar si son necesarios y arreglar cualquier conflicto que pueda presentarse en los mismos. Esta práctica específica está compuesta por siete subprácticas:

- 1) Analizar las necesidades, las expectativas, las restricciones y las interfaces externas de las partes interesadas para eliminar conflictos y para organizarlos en temas relacionados.
- 2) Analizar los requisitos para determinar si satisfacen los objetivos de los requisitos de nivel más alto.
- 3) Analizar los requisitos para asegurarse de que son completos, factibles, realizables y verificables.

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO

- 4) Identificar los requisitos claves que tienen una fuerte influencia en el coste, calendario, funcionalidad, riesgos o rendimiento.
- 5) Identificar las medidas de rendimiento técnico que serán seguidas durante el esfuerzo de desarrollo.
- 6) Analizar los conceptos operativos y los escenarios para refinar las necesidades, las restricciones y las interfaces del cliente, y para descubrir nuevos requisitos.
- 7) Este análisis puede dar lugar a conceptos operativos y a escenarios más detallados, así como el soporte de la derivación de nuevos requisitos.

Estas fueron reconocidas para continuar con la confección del artefacto “Gestión de Riesgos sobre los Requisitos” generado en el subproceso anterior. Este (Ver Anexo 5) consta de cuatro epígrafes. Al aplicarlo al proyecto propuesto se procedió al llenado de la siguiente forma:

En el segundo epígrafe de esta planilla se añade una tabla con los requisitos encontrados con defectos y los cambios propuestos a los mismos para solucionar dichas fallas, además se definen los requisitos que tienen una fuerte influencia para el desarrollo del producto.

El tercer epígrafe consta de un listado con las medidas a tomar para corregir los requisitos obtenidos.

El cuarto epígrafe se llena con la aplicación del subproceso posterior.

3.1.9 Aplicación del subproceso Analizar requisitos para lograr balance.

Se desarrolla la práctica específica (SP 4) Analizar requisitos para lograr balance perteneciente a la meta específica (SG3): Analizar y Validar requisitos, aquí se analiza que cada necesidad del cliente se corresponda con las restricciones que tiene el sistema. Esta práctica específica está compuesta por tres subprácticas:

- 1) Usar modelos, simulaciones y prototipos probados para analizar el equilibrio entre las necesidades y las restricciones de las partes interesadas.
- 2) Ejecutar una evaluación de riesgos sobre los requisitos y la arquitectura funcional.
- 3) Examinar los conceptos del ciclo de vida del producto en cuanto a los impactos de los requisitos en los riesgos.

Estas fueron reconocidas para continuar con la confección del artefacto “Gestión de Riesgos sobre los Requisitos” generado en el subproceso anterior. El cual (Ver Anexo 5) como se decía anteriormente consta de cuatro epígrafes. En la aplicación de este subproceso solo varía el cuarto epígrafe de esta planilla, la cual se llena de la siguiente forma:

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO

El cuarto epígrafe de esta planilla describe los métodos usados para el análisis del equilibrio entre las necesidades y las restricciones, define todos los riesgos que pueden afectar a los requisitos y a la arquitectura funcional, así como el impacto que tienen los mismos en los requisitos.

3.1.10 Aplicación del subproceso Validar requisitos.

Se desarrolla por último la práctica específica (SP 5) Validar requisito perteneciente a la meta específica (SG3): Analizar y Validar requisitos, aquí se validan los requisitos para así ver que el producto final se aplicará como está previsto. Esta práctica específica está compuesta por tres subprácticas:

- 1) Analizar los requisitos para determinar el riesgo de que el producto resultante no se ejecutará apropiadamente en su entorno de uso previsto.
- 2) Explorar la adecuación y la completitud de los requisitos desarrollando las representaciones del producto (p. ej., prototipos, simulaciones, modelos, escenarios y guías gráficas) y obteniendo realimentación sobre ellos de las partes interesadas relevantes.
- 3) Evaluar el diseño a medida que madura en el contexto del entorno de validación de los requisitos para identificar los problemas de validación y para exponer necesidades y requisitos de cliente sin especificar.

Estas fueron reconocidas para continuar con la confección del artefacto “Gestión de Riesgos sobre los Requisitos” generado anteriormente. Este (Ver Anexo 5) como se decía anteriormente consta de cuatro epígrafes. En la aplicación de este subproceso se actualiza el cuarto epígrafe de esta planilla, la cual se llena de la siguiente forma:

El cuarto epígrafe de esta planilla muestra los métodos usados para el análisis de los requisitos, así como los riesgos presentes en los mismos.

Conclusiones Parciales

En este capítulo se ha descrito de manera detallada la aplicación del proceso propuesto al proyecto SCADA AS del CEDIN, explicando la misión de cada uno de sus subprocesos, así como el llenado de cada uno de los artefactos generados en dicho proceso que fueron aplicados al proyecto antes mencionado.

Después de realizar la aplicación de este proceso, llevando a cabo la puesta en práctica de los artefactos generados se han obtenido resultados favorables que avalan la utilización del mismo

CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DEL PROCESO

en el desarrollo de software. De un 100%(8) artefactos aplicados, un 88%(7) de estos fue puesto en práctica en su totalidad, brindando una mayor claridad, organización y especificación de los requisitos, detallando y describiendo cada uno de ellos, así como la asignación de los mismos, cumpliendo además con las políticas y responsabilidades asignadas en el proceso. Solo un 12%(1) de estos artefactos no se aplicó en su totalidad debido a que una información que recoge no estaba presente ni era necesaria para el proyecto seleccionado; por otra parte este artefacto brindó un mejor control, seguimiento y evaluación de los posibles riesgos presentes en los requisitos identificados en dicho proyecto.

Conclusiones Generales

El análisis de los conceptos relacionados con el proceso de Desarrollo de Requisitos perteneciente al nivel 3 de CMMI, permiten resumir la importancia del uso de este y de los pasos a seguir para alcanzar el aseguramiento de la calidad, los cuales son puntos vitales a tener en cuenta durante el proceso de desarrollo de software.

En esta investigación se le dio cumplimiento al objetivo fundamental de la misma: Proponer un proceso para el Desarrollo de Requisitos en los proyectos SCADA del Centro de Informática Industrial, ya que se definen las prácticas a establecer para el proceso de Desarrollo de Requisitos, tomando como referencia el modelo de calidad CMMI v1.2.

Con el presente trabajo de diploma se construyeron los pasos necesarios para realizar el Desarrollo de Requisitos en los proyectos. Luego de elaborada y evaluada la propuesta con respecto este tema, se puede afirmar que todas las tareas propuestas en la investigación se cumplieron satisfactoriamente, debido a que:

Se diseñó un conjunto de actividades a seguir para el desarrollo del proceso, así como un conjunto de artefactos para el Área de Proceso Desarrollo de Requisitos de CMMI, brindando cómo llevar a cabo las metas y prácticas específicas de dicha área.

Se aplicó la propuesta elaborada, en el proyecto SCADA AS del CEDIN, demostrando una mejor especificación, control, análisis y desarrollo de los requisitos en dicho proyecto.

La propuesta obtenida será un avance para mejorar la calidad del desarrollo de software, garantizando de esta forma la conformidad y satisfacción del usuario final.

Recomendaciones

- Aplicar esta propuesta a los proyectos SCADA del Centro de Informática Industrial.
- Estudiar esta propuesta y tomarla de base para realizar una propuesta similar en otros proyectos de la universidad en dependencia de sus necesidades.
- Extender la aplicación del área de proceso a todos los proyectos del CEDIN.
- No poner en práctica este proyecto sin antes entender bien todas las indicaciones de esta área de proceso de CMMI, y la necesidad del mismo en el proyecto productivo que se desea aplicar.
- Llevar a cabo todas las prácticas específicas y genéricas del área de proceso de Desarrollo de Requisitos (RD), para obtener un buen desarrollo de los mismos en los proyectos.
- Mejorar el proceso a partir de la retroalimentación obtenida por las experiencias de trabajo.

Bibliografía***Referenciada***

1. MARTÍNEZ, E.M. Calidad del software. Departamento de Informática. s.l. : Universidad de Valladolid, 2005.: 102
2. [Online] [Cited: 11, 6, 2010.]
http://www.eici.ucm.cl/Academicos/R_Villarroel/descargas/calidad.produccion/PresentacionCMMI.pdf.
3. [Online] [Cited: 11 25, 2010.] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Ensayo-Cmmi/825468.html>.
4. [Online] [Cited: 12 16, 2010.] <http://www.monografias.com/trabajos57/modelo-calidad-cmmi/modelo-calidad-cmmi2.shtml>.
5. [Online] [Cited: 1 12, 2011.]
<http://www.globales.es/imagen/internet/Informaci%C3%B3n%20General%20CMMI.pdf>.
6. Grupo de Consultoría. 2010.
7. CMMI-DEV, v1.2. CMU/SEI-2006-TR-008. IEEE 610.12.:33
8. Davis. 1993.: 125
9. Young. 2001.: 144
10. Pressman. 1997.: 123
11. [Online] [Cited: 2 18, 2011.]
<http://www.mitecnologico.com/Main/EspecificacionesDeRequerimientos>.
12. Thayer. 1995.:112
13. Sommerville. 2005:82.
14. Pressman. 2006: 155.
15. Mary Beth Chrissis, Mike Konrad,Sandy Shrum. CMMI® Guía para la integración de procesos y la mejora de productos, Segunda edición. 2009.: 9
16. [Online] [Cited: 3 10, 2011.]
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/ulibbarri_p_jm/capitulo3.pdf.
17. Palacio, Juan. Compendio de Ingeniería del Software. 2006.: 64
18. Pressman, Roger. Ingeniería de software. Un enfoque práctico. 2002.: 78
19. [Online] [Cited: 5 28, 2011.] <http://antiguo.itson.mx/novutek/novutekcmmi/itera.html>.

20. [Online] [Cited: 5 28, 2011.]
http://www.centralamericadata.com/es/article/home/INFOSGROUP_certificada_CMMI_Nivel_3.
21. [Online] [Cited: 5 29, 2011.] <http://www.sg.com.mx/content/view/1104/99999999/>.
22. ALARCÓN, A. S. Modelos de calidad. 2004.: 46

Consultada

- MARTÍNEZ, E.M. Calidad del software. Departamento de Informática. s.l. : Universidad de Valladolid, 2005.
- [En línea] [Citado el: 6 de 11, de 2010.]
http://www.eici.ucm.cl/Academicos/R_Villarroel/descargas/calidad.produccion/Presentacion_CMMI.pdf.
- [En línea] [Citado el: 16 de 12 de 2010.] <http://www.monografias.com/trabajos57/modelo-calidad-cmmi/modelo-calidad-cmmi2.shtml>.
- CMMI-DEV, v1.2. CMU/SEI-2006-TR-008. IEEE 610.12.
- [En línea] [Citado el: 18 de 2 de 2011.]
<http://www.mitecnologico.com/Main/EspecificacionesDeRequerimientos>.
- Mary Beth Chrissis, Mike Konrad, Sandy Shrum. CMMI® Guía para la integración de procesos y la mejora de productos, Segunda edición. 2009.
- Pressman, Roger. Ingeniería de software. Un enfoque práctico. 2002.
- [Online] [Cited: 5 28, 2011.]
http://www.centralamericadata.com/es/article/home/INFOSGROUP_certificada_CMMI_Nivel_3.
- [Online] [Cited: 5 29, 2011.] <http://www.sg.com.mx/content/view/1104/99999999/>.
- [En línea] [Citado el: 28 de 5 de 2011.]
http://www.centralamericadata.com/es/article/home/INFOSGROUP_certificada_CMMI_Nivel_3.
- Fineans. [En línea] [Citado el: 27 de 3 de 2011.]
<http://fineans.usac.edu.gt:8001/rid=1J5JJM9XV-1GGRV5G-ND1/CMMI-DEV.cmap>.
- [En línea] [Citado el: 5 de 4 de 2011.] <http://asprotech.blogspot.com/2010/11/resumen-de-desarrollo-de-requerimientos.html>.
- Sinopsis de los modelos CMM y CMMI. [En línea] 2006. [Citado el: 13 de 4 de 2011.]
<http://www.navegapolis.net/content/view/330/60/>.
- Libro de Proceso para la Administración de Requisitos. 2009. IPP-3510.