



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TESIS**

**MODELO DE EVALUACIÓN DE PROCESOS EN EL  
DESARROLLO DE SOFTWARE**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

**PRESENTAN**

**ALMAGUER MORÁN IVÁN ENRIQUE  
FLORES FLORES CRISTHIAN DAVID**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. DANIEL TREJO MEDINA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA OCTUBRE 2015**



-Hoja de examen



## *Agradecimientos*

*Al Dr. Daniel Trejo Medina, por su tiempo, comentarios, paciencia y apoyo al guiar este proceso, por ser un profesional ejemplar dispuesto a compartir sus conocimientos y experiencia, sin duda su ayuda fue determinante para el desarrollo de esta tesis.*

*A mis padres por todo el apoyo y cariño que me han brindado a lo largo de mis estudios, por no dejarme desistir en etapas difíciles de mi vida; además de impulsarme a tomar grandes retos y por nunca haber soltado mi mano durante este largo camino.*

*A mis hermanos por ser en mi vida grandes ejemplos de constancia y esfuerzo, por impulsarme durante todos mis años de estudiante, siempre brindándome su apoyo en cada reto.*

*A los colaboradores de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, que me apoyaron con sus comentarios y tiempo durante la elaboración de esta tesis.*

*Finalmente un eterno agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México por ser el alma mater de mis estudios, por darme la oportunidad de crecer y poner a mi alcance herramientas importantes para mi formación como ingeniero, y a la Facultad de Ingeniería por facilitar los conocimientos por medio de las aulas y profesionales que la conforman.*

*Iván Enrique Almaguer Morán*



*A las personas más importantes de mi vida, mis padres, les agradezco todo lo que me han dado, los buenos consejos, las buenas guías, los regaños, les doy gracias por exigirme e inculcarme valores que me han permitido desarrollarme como persona y de los cuales me siento profundamente orgulloso.*

*Especialmente le doy las gracias al Dr. Daniel Trejo Medina, por su tiempo y por enseñarnos a pensar como mejores ingenieros, gracias por su apoyo en la realización de esta tesis, ya que sin él no hubiera sido posible.*

*Les doy gracias a todas aquellas personas que confiaron en mí, a mi familia, a mis amigos, los cuales nunca dejaron que me diera por vencido incluso en las peores etapas de mi vida, a los que de forma directa e indirecta me ofrecieron su ayuda y consejos.*

*Y sobre todo, le doy gracias a mi alma mater, les doy las gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, y a la Facultad de Ingeniería, a los profesores, por darme las herramientas que me permitieron formar un sentido crítico, brindándome la oportunidad de cumplir el sueño de servir a mi país y a mi universidad.*

*Cristhian David Flores Flores*



## Contenido

|   |            |
|---|------------|
| <b>Contenido</b> .....  | <b>I</b>   |
| <b>Índice de Tablas</b> .....   | <b>II</b>  |
| <b>Índice de figuras</b> .....  | <b>V</b>   |
| <b>Capítulo 1 Conceptos principales</b> .....                         | <b>1</b>   |
| <b>Introducción</b> .....   | <b>1</b>   |
| <b>Antecedentes</b> .....   | <b>3</b>   |
| <b>Problema a resolver y tipo de estudio</b> .....                    | <b>4</b>   |
| <b>Objetivo General</b> .....   | <b>4</b>   |
| Objetivo particular.....  | 4          |
| <b>Justificación</b> .....  | <b>5</b>   |
| <b>Hipótesis</b> .....  | <b>6</b>   |
| <b>Capítulo 2 Marco de referencia</b> .....                           | <b>7</b>   |
| <b>Antecedentes</b> .....   | <b>7</b>   |
| Introducción al ISO/IEC 15504 (SPICE) .....                           | 7          |
| CMMI constelaciones, y DEV.....                                       | 13         |
| Modelos de evaluación de la calidad en los procesos de software ..... | 21         |
| Fundamentos de ITIL.....  | 23         |
| Fundamentos de COBIT 5 .....  | 35         |
| Fundamentos de MoProSoft .....  | 41         |
| Verificación y validación de software .....                           | 47         |
| Administración de proyectos de software .....                         | 51         |
| Calidad .....   | 57         |
| Administración de proyectos y sus beneficios.....                     | 60         |
| Órganos reguladores o referencia .....                                | 64         |
| <b>Metodología</b> .....  | <b>66</b>  |
| <b>Capítulo 3 Desarrollo de la tesis</b> .....                        | <b>67</b>  |
| <b>Desarrollo</b> .....   | <b>67</b>  |
| <b>Capítulo 4 Resultados y conclusiones</b> .....                     | <b>127</b> |
| <b>Resultados</b> .....   | <b>127</b> |
| <b>Caso práctico</b> .....  | <b>143</b> |
| <b>Conclusiones</b> .....   | <b>150</b> |
| <b>Referencias</b> .....  | <b>151</b> |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Niveles de capacidad y atributos del proceso ISO/IEC 15504. Fuente: Alarcón, González y Rodríguez (2011).....                                 | 10 |
| Tabla 2 Órganos reguladores. Fuente: American National Standards Institute (ANSI).<br>.....   | 65 |
| Tabla 3 Niveles de madurez de ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: adaptado de Alarcón, González y Rodríguez (2011) y Garzás, Irrazábal y Santa (2011). .... | 67 |
| Tabla 4 Lista de verificación del proceso suministro. Fuente: elaboración propia. ....  | 71 |
| Tabla 5 Lista de verificación del proceso definición de requerimientos del usuario. Fuente: elaboración propia.....                                   | 73 |
| Tabla 6 Lista de verificación del proceso análisis de los requerimientos del sistema. Fuente: elaboración propia.....                                 | 74 |
| Tabla 7 Áreas de proceso y procesos del nivel de madurez 2 ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: adaptado de Torres (2007).....                               | 75 |
| Tabla 8 Lista de verificación del proceso gestión del modelo del ciclo de vida. Fuente: elaboración propia.....                                       | 76 |
| Tabla 9 Lista de verificación del proceso planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia.....   | 77 |
| Tabla 10 Lista de verificación del proceso evaluación y control del proyecto. Fuente: elaboración propia.....   | 78 |
| Tabla 11 Lista de verificación del proceso gestión de la configuración de software. Fuente: elaboración propia.....                                   | 79 |
| Tabla 12 Lista de verificación del proceso gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia.....   | 80 |
| Tabla 13 Lista de verificación del proceso aseguramiento de la calidad de software. Fuente: elaboración propia.....                                   | 81 |
| Tabla 14 Lista de verificación del proceso gestión de requerimientos. Fuente: elaboración propia.....   | 83 |
| Tabla 15 Lista de verificación 1 del proceso planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia.....  | 85 |



|   |     |
|---|-----|
| Tabla 16 Lista de verificación 2 del proceso planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia.....                          | 86  |
| Tabla 17 Lista de verificación 3 del proceso planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia.....                          | 87  |
| Tabla 18 Lista de verificación 1 del proceso seguimiento y control de proyectos. Fuente: elaboración propia.....                  | 89  |
| Tabla 19 Lista de verificación 2 del proceso seguimiento y control de proyectos. Fuente: elaboración propia.....                  | 90  |
| Tabla 20 Prácticas específicas del proceso gestión de acuerdo con proveedores. Fuente: Alarcón, González y Rodríguez (2011). .... | 91  |
| Tabla 21 Lista de verificación 1 del proceso aseguramiento de la calidad de procesos y producto. Fuente: elaboración propia. .... | 93  |
| Tabla 22 Lista de verificación 2 del proceso aseguramiento de la calidad de procesos y producto. Fuente: elaboración propia. .... | 93  |
| Tabla 23 Lista de verificación 1 del proceso gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia.....                         | 95  |
| Tabla 24 Lista de verificación 2 del proceso gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia.....                         | 96  |
| Tabla 25 Lista de verificación 3 del proceso gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia.....                         | 96  |
| Tabla 26 Lista de verificación 1 del proceso medición y análisis. Fuente: elaboración propia. ....                                | 98  |
| Tabla 27 Lista de verificación 2 del proceso medición y análisis. Fuente: elaboración propia. ....                                | 98  |
| Tabla 28 Áreas y procesos de nivel madurez 3 de ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.....                             | 100 |
| Tabla 29 Procesos del nivel de madurez 1 al combinar ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.....                        | 127 |
| Tabla 30 Similitud de áreas y procesos de nivel de madurez 2 ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia. ....               | 128 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 31 Resultados esperados del proceso planificación del proyecto y objetivos específicos del área de planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia. ....   | 128 |
| Tabla 32 Resultados esperados del proceso de evaluación y control del proyecto y objetivos específicos del área de proceso de seguimiento y control. Fuente: elaboración propia.....  | 129 |
| Tabla 33 Resultados esperados de los procesos gestión de la configuración y gestión de la configuración del software y objetivos específicos del área de proceso de gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia. .... | 130 |
| Tabla 34 Resultados esperados del proceso aseguramiento de la calidad de software y objetivos específicos del área de proceso aseguramiento de la calidad del producto y proceso. Fuente: elaboración propia. ....                | 131 |
| Tabla 35 Resultados esperados del proceso de medición y objetivos específicos del área de proceso medición y análisis. Fuente: elaboración propia. ....   | 132 |
| Tabla 36 Procesos del nivel de madurez 2 de la combinación ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia. ....   | 133 |
| Tabla 37 Similitud de procesos del nivel de madurez 3 de ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.....  | 133 |
| Tabla 38 Resultados esperados de los procesos de integración de software e integración del sistema y objetivos específicos del área de integración del producto. ....   | 134 |
| Tabla 39 Resultados esperados del proceso de verificación y objetivos específicos del área de proceso de verificación. Fuente: elaboración propia. ....   | 135 |
| Tabla 40 Resultados esperados del proceso de validación y objetivos específicos del área de proceso de validación. Fuente: elaboración propia. ....   | 136 |
| Tabla 41 Resultados esperados del proceso de gestión de riesgos y objetivos específicos del área de proceso de gestión de riesgos. Fuente: elaboración propia. ....   | 137 |
| Tabla 42 Resultados esperados del proceso de gestión de recursos humanos y objetivos específicos del área de proceso de formación organizativa. Fuente: elaboración propia.....   | 138 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 43 Resultados esperados del proceso de gestión de la decisión y objetivos específicos del área de proceso de análisis de decisiones y resolución. Fuente: elaboración propia..... | 139 |
| Tabla 44 Procesos del Nivel de madurez 3 al combinar ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.....  | 140 |
| Tabla 45 Procedimiento de pruebas de software de la DCV. Fuente: elaboración propia. ....   | 144 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Componentes del modelo CMMI. Fuente: adaptado de CMMI-DEV (2010).                    | 16 |
| Figura 2 Las siete categorías de habilitadores. Fuente: adaptado de CobIT 5 ISACA (2012)..... | 36 |
| Figura 3 Ciclo de la información. Fuente: adaptado de CobIT 5 ISACA (2012). ....              | 39 |
| Figura 4 Diagrama de categorías de procesos. Fuente: adaptado de MoProSoft (2005).....        | 44 |
| Figura 5 Ciclo de vida del proyecto. Fuente: adaptado de la Guía del PMBOK (2008).<br>.....   | 53 |
| Figura 6 Procesos de Gestión de Proyectos. Fuente: adaptado de la Guía del PMBOK (2008).....  | 54 |
| Figura 7 Proceso de Ejecución. Fuente: adaptado de la Guía del PMBOK (2008). ..               | 55 |
| Figura 8 Proceso de Control. Fuente: adaptado de la Guía del PMBOK (2008). ....               | 55 |



# Capítulo 1

## Conceptos principales

### Introducción

En el actual mercado globalizado las organizaciones de desarrollo de software son presionadas a reinventar sus estrategias y procesos para poder lograr un uso eficiente de sus recursos y así poder aumentar la producción, de tal forma que puedan ser competitivas.

El concepto antiguo de software ha cambiado a lo largo de los años, hoy con todo el desarrollo tecnológico existente, el software ha dejado de ser solamente comprar y usar, actualmente es obligado a mantenerse en constante cambio, lo que da origen al ciclo de vida del software y a su auditoría constante. Desde la concepción de una idea a desarrollar, la toma de requerimientos, el seleccionar adecuadamente los activos que se deben utilizar en su desarrollo, la infraestructura que va a soportar tanto el desarrollo como la sustentabilidad de su uso, y al final, la continua mejora de los servicios.

Lo cual conlleva enormes responsabilidades para los desarrolladores, ya que el terminar un proyecto no es significado de desvincularse del software creado, sino todo lo contrario, es mantener una infraestructura, que sea exigente con el funcionamiento del software, ya que se exige calidad en vez de cantidad, dando como resultado la mejora continua, lo que exige al estar constantemente auditando cada uno de los procesos que se llevan a cabo dentro del proyecto, ya que al auditar un software permite tomar parte del desarrollo y conocerlo a profundidad en cada etapa de creación del mismo.

Las organizaciones deben tener presente que la calidad de un producto es directamente proporcional a la del proceso con que es generado. La madurez de un proceso es el nivel al cual está explícitamente documentado, gestionado, medido, controlado y continuamente mejorado, se asume que un proceso maduro tendrá alta capacidad; lo que permite predecir el desempeño de futuras ejecuciones.

En este marco, un modelo de procesos es un conjunto estructurado de elementos que describen las características de procesos efectivos y de calidad, indicando “qué hacer” y no “cómo hacer”.

Actualmente para cualquier empresa de software nacional es importante contar con un modelo de procesos enfocado a fomentar la estandarización de sus procedimientos a través de la incorporación de eficientes prácticas en gestión e ingeniería de software. Las empresas mexicanas necesitan adoptar un modelo que permita elevar la capacidad de su organización para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad.

Aun con la existencia de modelos internacionales, no es fácil adaptarlos al contexto de las empresas mexicanas, por tal motivo y por iniciativa de la Secretaría de Economía y gracias al trabajo de académicos y empresarios mexicanos agrupados en torno a la Asociación Mexicana para la Calidad de la Industria del Software (AMCIS), surgió MoProSoft (Modelo de Procesos para la Industria del Software), como propuesta de un modelo de procesos que tomó en cuenta las particularidades de la industria de software nacional.

A pesar de lo anterior, hay indicios de que las empresas mexicanas tienen un conocimiento reducido de los modelos de calidad de software, desconocen los métodos específicos para evaluar la calidad de su producto y, finalmente, expresan la necesidad de contar con modelos integrales que valoren la calidad del proceso y del producto.

Las empresas mexicanas necesitan adoptar un modelo que permita elevar la capacidad de su organización para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad. Con el ánimo de proponer un modelo que tome en cuenta la realidad del país, se consideró el realizar un análisis de los modelos CMMI (Capability Maturity Model Integrated) e ISO/IEC (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission) 15504, los cuales son modelos internacionales para la evaluación de procesos en el desarrollo de software.

El propósito de esta tesis consiste en analizar los procesos y áreas de proceso que componen los niveles de madurez de CMMI e ISO/IEC 15504, para establecer la idea de un nuevo modelo a partir de la unión de los ya mencionados.

En esta tesis se analizó un proyecto generado por la Dirección de Colaboración y Vinculación de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DCV-DGTIC), la cual cuenta con procesos ya establecidos para el desarrollo de software, presentando los beneficios que se generarían al utilizar un modelo que implemente las mejores prácticas de ISO/IEC 15504 y CMMI. Como caso de referencia se utiliza la comprobación de la propuesta en la DCV, poniendo la información que es públicamente permitida difundir a los postulantes de ésta tesis.

## Antecedentes

Debido al aumento en la complejidad con la que se desarrollan actualmente los sistemas informáticos, resulta difícil para las organizaciones encargadas de las tecnologías de la información generar productos o servicios que cumplan con las expectativas del cliente, ya que el interés por la calidad crece de forma continua, los clientes se vuelven más selectivos y comienzan a rechazar productos poco fiables o que realmente no dan respuesta a sus necesidades, por ello empresas de software nacionales buscan adoptar modelos como lo son CMMI e ISO/IEC 15504 que permiten elevar la calidad en los servicios y así poder alcanzar niveles internacionales de competitividad.

CMMI es un modelo que describe las prácticas esenciales a introducir para alcanzar un desarrollo de software efectivo; fue creado en el Software Engineering Institute (SEI) de la Universidad Carnegie Mellow y es actualmente una referencia internacional para la determinación de la capacidad de los procesos de desarrollo de software. El ISO/IEC 15504 se trata de un estándar internacional que permite evaluar la capacidad y madurez de los procesos software de una organización.

La idea de una armonización entre estos modelos nace a partir de la similitud existente entre ambos motivo de estudio, dicha similitud proviene del hecho que el CMMI tiene como base el estándar ISO/IEC 15504, haciendo que CMMI sea un estándar completo, ya que contempla evaluaciones continuas y escalonadas de la calidad de los procesos de software.

La paridad en los diferentes niveles de madurez que manejan ambos modelos, hace real una armonización, a la cual se le añade algunos otros estándares y/o normas, como el modelo ITIL (Information Technology Infrastructure Library) y COBIT (Control Objectives for Information and related Technology), los cuales son parte de una mejora continua, y que participan de manera activa en los procesos de desarrollo.

El presente trabajo es una propuesta para una correcta elección y aplicación del ISO/IEC 15504 y CMMI en una empresa de software nacional, que actualmente no cuenta con precedentes; haciendo de este trabajo una referencia documentada en las investigaciones dentro de la universidad, mostrando que los beneficios para la comunidad académica podrían ser numerosos, si se llegara a implementar, ya que en desarrollos robustos, brindaría agilidad a los procesos, obteniendo una alta calidad de software en menor tiempo, lo que a la larga traería un mayor número de proyectos en menor tiempo.

## Problema a resolver y tipo de estudio

En la actualidad, existen empresas y organizaciones de desarrollo de software que manejan diferentes procesos de modelos de madurez y calidad en el desarrollo de software, utilizando constelaciones para desarrollo dentro de CMMI o el ISO/IEC 15504 que es utilizado para la determinación de la capacidad de mejora del proceso de software.

Ambos modelos pueden ser ocupados dentro de organizaciones que se dediquen al desarrollo de software, sin embargo en algunas empresas de desarrollo, particularmente en México están planeando en utilizar un proceso y modelo híbrido de CMMI y ISO/IEC 15504, sin embargo no se tiene referencia académica local que permita mediante un caso de estudio evaluar el beneficio o no de esta combinación de procesos.

El alcance inmediato de esta tesis sería para empresas que trabajan con procesos validados con CMMI (organizaciones certificadas por el CMMI Institute) y que quieren integrar procesos del ISO /IEC 15504, por demanda de desarrollo en países europeos; de manera adicional sirve como una referencia base para otras empresas que no cuentan con procesos de desarrollo y que deseen tener un marco de referencia, siendo relevante por ejemplo: para empresas nuevas o que no tiene un proceso maduro o metodología formal de trabajo, que de acuerdo con la Asociación Mexicana de Tecnologías de Información (2013) más del 95% de las empresas de México no cuentan con un proceso formal establecido para el desarrollo de software. Con el desarrollo de esta tesis los alumnos podrán validar y verificar los conocimientos adquiridos durante su etapa como estudiantes de ingeniería en computación y aplicarlos a un caso real y hacer una propuesta en la optimización de un proceso en beneficio de la comunidad de organizaciones de desarrollo de software, a nivel nacional e internacional.

## Objetivo General

Elaborar un análisis y desarrollar una propuesta o referencia de proceso para la armonización de mejores prácticas y procesos de CMMI-DEV e ISO/IEC 15504, con el objetivo de mejorar la auditoría de los procesos de desarrollo de software.

## Objetivo particular

Obtener un documento de referencia con la conjunción o el resultado de la investigación aplicada en esta tesis.



## Justificación

México cuenta con un gran número de empresas dedicadas al desarrollo de software, y aunque el Sistema de Información Empresarial Mexicano, no las define, son englobadas en actividades de servicios profesionales, científicos y técnicos, que cuentan alrededor de 23,792 empresas subscritas. Y aunque en México el desarrollo de software es menor que en países como los son India, Irlanda e Israel, existe una industria creciente, la cual tuvo un mayor auge a partir de 1991 con la creación de la, hoy ya extinta, Asociación Mexicana para la Calidad en la Ingeniería del Software (AMCIS) la cual pretendía introducir calidad a las empresas nacies de desarrollo de software, lo que propició el desarrollo de la ingeniería de software en el país, así como promover la investigación y la búsqueda de soluciones a los principales problemas del área, estrechar los vínculos de la ingeniería de software en el país, estableciendo relaciones en actividades conjuntas entre la industria, el gobierno y la comunidad académica, la difusión de ideas y conceptos relacionados con el área, entre otras.

En la actualidad la industria mexicana está compuesta en su mayoría por micros y pequeñas empresas las cuales conforman más del 95%, del total de la industria; para fortalecer este tipo de organizaciones se necesitan prácticas eficientes de ingeniería de software adaptadas a su tamaño y tipo de negocio. El sector vinculado a esta disciplina ha expresado especial interés en la mejora de procesos software con el fin de aumentar la calidad y productividad del software, por lo que es necesaria la implementación de modelos de calidad que se ajusten a la inversión de dinero, tiempo y recursos que la empresa tenga disponible.

Debido a esta problemática, se ha vuelto indispensable replantear el modelo de desarrollo de software, adecuándolo a un creciente mercado laboral mexicano que exige mayores metas y que necesita ganar mayor reputación en el mercado internacional, dejando de ser un mercado de autoconsumo o de importación, convirtiéndolo en un mercado con la capacidad de exportar, lo que nos hace replantear dichos modelos.

La calidad es una cuestión de competitividad, pues es esencial para la mercadotecnia internacional, ya que hace al producto rentable y sobre todo retiene a los clientes e incrementa las utilidades. El aseguramiento de la calidad es un proceso largo, en el cual están involucrados diversos métodos, herramientas de análisis, diseño, codificación y prueba; revisiones técnicas y gestión en su documentación, esto implica el uso de metodologías o estándares para su análisis.

Entre los modelos de calidad más representativos se encuentran el de la Organización Internacional para Normalización (ISO por sus siglas en inglés) 9000, el MoProSoft y el Modelo de Madurez y Capacidad Integrado (CMMI por sus siglas en inglés) propuestos para implementación de los procesos de calidad. Lo anterior es debido a que el modelo CMMI y MoProSoft están orientados a la calidad de los

procesos de empresas que se dedican al desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software. Mientras que el modelo de ISO 9000 está enfocado en designar un conjunto de normas sobre calidad y gestión continúa de calidad, en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios.

La idea de combinar los modelos CMMI e ISO/IEC 15504, viene dada de la oportunidad para mejorar la calidad del desarrollo de software en empresas nacionales, mejorando la gestión de sus niveles de madurez en proyectos, así como brindar una mejor etapa de auditoría en cada proceso, es por ello que al realizar esta propuesta de modelo que nos permitirá en un futuro cercano procesos de desarrollo de mayor calidad y a menor costo.

### **Hipótesis**

H1: si se combinan mejores prácticas y procesos de CMMI e ISO/IEC 15504 en una empresa de desarrollo de software, se obtendrán mejores resultados de calidad en el proceso de desarrollo y mejora los niveles de servicio en la entrega de proyectos.

## Capítulo 2

### Marco de referencia

#### Antecedentes

Dentro de la carrera de ingeniería en computación, obtuvimos diversos conocimientos base que nos permitieron desarrollar la presente tesis, entre las asignaturas que nos apoyaron se lista a continuación, resaltando que las materias que lo conforman son las materias más representativas y que tienen una relación estrecha con el proyecto.

- Computación para ingenieros
- Programación avanzada y métodos numéricos
- Probabilidad y estadística
- Ingeniería de software
- Bases de datos
- Administración de proyectos de software

Una vez identificado el marco de referencia que el plan de estudios aporta al proyecto a continuación desarrollamos los conceptos adicionales que sirven también de sustento a la tesis

#### Introducción al ISO/IEC 15504 (SPICE)

Debido a la inmadurez que presenta la industria del software en cuanto a la calidad en su desarrollo, teniendo en cuenta que la calidad es fundamental en la competitividad de las organizaciones se creó el proyecto SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination) promovido por la ISO que desde su primer borrador en 1995 se invitó a las empresas a aplicarlo, en 1998 después de las primeras evaluaciones, paso a la fase de informe técnico con la denominación ISO/IEC TR 15504, para su aparición final en 2003 (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

Con base en diversos modelos y principalmente en la norma ISO/IEC 12207/1995 surge la versión 2003 de lo que hoy se conoce como SPICE, que “inicialmente se orientó únicamente evaluación de procesos de software” (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

SPICE no pretende hacer una comparación con otras normas y/o estándares, sino dar a conocer otras opciones de certificación a las diferentes empresas. Dicha norma es propuesta en conjunto por las organizaciones desarrolladoras de estándares con mayor conocimiento a nivel mundial, la ISO (Internacional Organization for Standardization) y la IEC (International Electrotechnical Commission), esta norma proporciona un marco de trabajo de evaluación de procesos y adicionalmente

establece los requisitos mínimos necesarios para un desarrollo de software con pautas de calidad (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

SPICE es un esfuerzo internacional que se materializó en un nuevo estándar para la evaluación del proceso de software. Se creó con el objetivo de hacerle frente a la alta competencia del mercado de desarrollo de software; dicha norma involucra la planeación, gestión, supervisión, control y mejora de la adquisición; suministro, desarrollo, operación, evolución y soporte del proceso de software (Pressman, 2013).

Cabe mencionar que actualmente la norma ISO/IEC 15504 está estructurada en siete partes, donde contempla las partes normativas (García y Garzás, 2008):

1. Conceptos y Vocabulario.
2. Realización de la evaluación.
7. Evaluación de la madurez de una organización.

En estas partes se definen los requisitos mínimos para realizar una mejora de procesos de desarrollo y para medir el nivel de madurez de la organización en cuanto al desarrollo de software, y por otro lado, las no normativas:

3. Guía para la Realización de la Evolución.
4. Guía sobre el uso para la mejora y determinación calidad del proceso.
5. Un ejemplo de modelo de evaluación de procesos.
6. Conceptos y Vocabulario.

En donde se dan las guías de interpretación de los requisitos mínimos y en sí sobre la norma.

El rol de la norma es proveer un marco de referencia que determine las fortalezas y debilidades de los procesos, así como también mejorar los procesos de software y medir sus mejoras, además de ser un marco de referencia para aquellos que pretenden adquirir un sistema, puesto que permite evaluar la capacidad de los proveedores de sistemas y determinar los riesgos de negocio para una empresa que considera desarrollar un nuevo producto o servicio de software.

### **Los niveles de madurez de la norma ISO/IEC 15504**

El proceso de evaluación permite identificar la capacidad del proceso, y en base a la evaluación de resultado se puede esperar una mejora del proceso mediante la identificación de sus fortalezas, debilidades del proceso y los riesgos y prevenirlos, por ello la norma ISO/IEC 15504-7 establece 6 niveles de madurez para clasificar a las organizaciones los cuales son:

Nivel 0: Inmadura

No se implementan procesos para el desarrollo de software, por consiguiente no se alcanzan los propósitos de la organización, ni se identifican productos o salidas de

proceso. Es el fracaso general en el desarrollo del software para alcanzar un proceso de calidad.

#### Nivel 1: Básica

La organización simplemente implementa y alcanza de manera básica los resultados del proceso, y al alcanzar los resultados propuestos es posible identificar satisfactoriamente las salidas del proceso evaluado.

#### Nivel 2: Gestionada

Este nivel adopta los mismos procesos del nivel de madurez 1, con la diferencia que la organización además de implementar los objetivos de los procesos, demuestra una planificación, seguimiento y control tanto de los procesos como de sus productos de trabajo asociados.

#### Nivel 3: Establecida

Los procesos se estandarizan para toda la organización, en este nivel se compone de 11 procesos, todos ellos pertenecientes al modelo de procesos de referencia para la industria del software ISO 12207:2008.

#### Nivel 4: Predecible

La organización gestiona cuantitativamente los procesos, es decir, se mide y se analiza el tiempo de su realización. Los procesos se llevan a término de manera consistente dentro de unos límites predefinidos.

#### Nivel 5: Optimizada

Se lleva a cabo una monitorización continua de los procesos y se analizan los datos obtenidos. Esto permite que los procesos definidos dentro de la organización cambien dinámicamente, para adaptarse de forma efectiva a los actuales y futuros objetivos de la empresa.

Para que una organización pueda alcanzar un nivel de madurez debe evaluarse frente a la norma ISO/IEC 15504. Existen 3 clases de evaluaciones, clase 1, clase 2 y clase 3. Estas dos últimas se corresponden con evaluaciones internas y no ofrecen una certificación oficial, a diferencia de la clase 1 que es una evaluación más exhaustiva y rigurosa que permite alcanzar una puntuación oficial (García y Garzás, 2008).

### **El modelo de evaluación**

Para realizar la evaluación se determina el nivel de capacidad de cada uno de los procesos, y una vez obtenidos derivarán en el nivel de madurez, de acuerdo a unas reglas de derivación establecidas en la norma (García y Garzás, 2008).

Los procesos pertenecientes a cada nivel son evaluados según los atributos del proceso, y los resultados del proceso conocidos como salidas.

Los atributos que apoyan el desarrollo de cada nivel capacidad se pueden observar en la tabla 1:

**Tabla 1 Niveles de capacidad y atributos del proceso ISO/IEC 15504. Fuente: Alarcón, González y Rodríguez (2011).**

| <b>Nivel de capacidad</b>    | <b>Atributo de proceso</b>                                   |
|------------------------------|--|
| Nivel 1: Proceso realizado   | Realización del proceso                                      |
| Nivel 2: Proceso gestionado  | Gestión de la realización<br>Gestión del producto de trabajo |
| Nivel 3: Proceso Establecido | Definición del proceso<br>Despliegue del proceso             |
| Nivel 4: Proceso predecible  | Medición del proceso<br>Control de proceso                   |
| Nivel 5: Proceso optimizado  | Innovación de proceso<br>Mejora continua                     |

Las partes comunes de los procesos pertenecientes a los niveles de capacidad son los atributos de proceso y las prácticas atributo, sin embargo, cada proceso tiene unas partes específicas que son las conocidas como los resultados del proceso, los cuales representan la evidencia del alcance de un proceso o un atributo de proceso.

Las actividades y salidas de cada proceso están definidos en el modelo de procesos en el cual está basada la norma, es decir, en la norma ISO/IEC 12207, mientras que los atributos de proceso y las prácticas atributo se describen propiamente en la norma ISO/IEC 15504 (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

### **Fases de certificación**

La etapa de certificación consta de 5 fases básicas, las cuales apoyan y guían el proceso de la empresa interesada, adaptándose al tamaño y tipo (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

#### **1. Fase de lanzamiento del proyecto**

Esta fase incluye la toma de decisión por parte de la empresa para comenzar su proceso de certificación, la documentación total de la norma ISO/IEC 15504 es suministrada directamente por la ISO, ésta se encuentra disponible en inglés y tiene un valor estimado de 44 US\$ (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

#### **2. Fase diagnóstico previo y definición de los planes de mejora**

En esta fase se realiza una auditoría inicial en la empresa, aproximadamente tiene una duración de 4 días, con el fin de conocer cómo son manejados los procesos de desarrollo de software en la empresa y estipular un plan de cambios y mejoras para que los procesos cumplan con los estándares definidos en la norma, para esto la organización puede apoyarse en guías, cursos y asesorías de formación que tendrán una duración aproximada de 2 días (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

### 3. Fase de definición de la solución

En esta fase se comienza con la aplicación e implantación del plan de mejora creado en la fase anterior (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

### 4. Fase de implantación de los procesos de calidad internos

Se realiza un seguimiento al plan de mejora, de mínimo 16 días, para revisar que se esté cumpliendo a cabalidad, en caso de no ser así se deben realizar algunos ajustes por medio de la realización de auditorías que evalúen los procesos internos de desarrollo (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

### 5. Fase de proceso de certificación

Incluye la realización de la auditoría final, que se lleva a cabo en 6 días y que otorga la certificación a la empresa, teniendo en cuenta los resultados obtenidos. Dichos resultados son registrados por el organismo certificador que haya elegido la empresa para el proceso de certificación (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

## **El proceso de auditoría para certificación en ISO/IEC 15504**

Para realizar tanto las auditorías internas como la auditoría final, debe haber evidencia objetiva extraída de la salida de los procesos que se tienen en cuenta para el desarrollo del software. Si es la auditoría final, se deben tener en cuenta salidas para cada uno de los resultados del proceso y de las prácticas atributo, que son los resultados arrojados por los atributos de proceso.

Los componentes definidos para una evidencia objetiva son: un documento de descripción del proceso; un artefacto directo, en el cual debe mostrarse una evidencia de los resultados de la aplicación realizada; un artefacto indirecto que puede ser desde un acta de una reunión en la que se trató el proceso, hasta una afirmación oral por parte de las personas que conforman el equipo de trabajo (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

La organización para poder realizar la auditoría debe tener en cuenta las evidencias generadas como salida en cada uno de los procesos, identificar con anterioridad “proyectos muestra” y formar un equipo auditor propio de la empresa. Los “proyectos muestra” hacen referencia a la selección de cuatro proyectos, por parte de la empresa que se desea certificar, los cuales deben proporcionar evidencia de los procesos del nivel de madurez al cual se está aspirando (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

Por su parte, el equipo de auditores debe estar compuesto como mínimo por 4 personas: 1 auditor jefe, un auditor y 2 auditores internos, los dos auditores internos serán escogidos libremente por la propia organización, el resto del equipo auditor será enviado por el organismo certificador al que se haya acogido la compañía.

El equipo de auditores por su parte se apoya en una guía de evaluación TR29110-3, esta guía se encargará de informar a los auditores el “proceso que han de seguir para realizar una evaluación que determine las capacidades de proceso y madurez organizativa” (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

#### **Criterios de evaluación estipulados por la ISO 15504**

En el desarrollo de la auditoría descrita anteriormente, los auditores que emiten su concepto sobre la certificación, soportan el proceso según la calificación de los atributos de proceso, la cual depende del resultado obtenido en las prácticas atributo asociadas y salidas (Garzás, Fernández y Piattini, 2009).

Los criterios de evaluación que tienen en cuenta los auditores son los siguientes (Alarcón, González y Rodríguez, 2011):

Completamente Implementado (CI)

“Entre 86% y 100 %. Hay evidencias de una completa y sistemática aproximación, y logro total, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado”.

Ampliamente Implementado (AI)

“Entre 51% y 85%. Hay evidencias de una aproximación sistemática, y logro significativo, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado”.

Parcialmente Implementado (PI)

“Entre 16% y 50%. Hay evidencia de alguna aproximación, y algún logro, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado, pero algunos aspectos del proceso aún no se han implementado completamente”.



No implementado (NI)

“Entre 0% y 15%. Hay muy poco o incluso ninguna evidencia de cumplimiento del atributo definido en el proceso evaluado”. Cuando el equipo de auditores ha calificado los atributos de proceso, pueden determinar el nivel de capacidad de cada proceso. Para alcanzar un nivel de capacidad, los atributos de proceso inferiores deben ser calificados CI, y los atributos de proceso del nivel de capacidad deben ser calificados AI o CI (Garzás, Fernández y Piattini, 2009).

Vale la pena aclarar que la norma ISO/IEC 15504 evalúa empezando desde el Nivel 1 y, en caso de que sean alcanzados ampliamente (AI) o Completamente (CI) los atributos de los procesos asociados a un cierto nivel, permite evaluar un nivel superior. Al realizar dichos procesos de medición, la organización podrá comprender los puntos fuertes y débiles que ocurren durante el desarrollo y el mantenimiento del software, generando un mayor control a lo largo del ciclo de vida de desarrollo, y dando alternativas para que los errores encontrados puedan ser corregidos y por consiguiente haya una mejora en los procesos y productos de la organización (Alarcón, González y Rodríguez, 2011).

### **CMMI constelaciones, y DEV**

CMMI es un conjunto de buenas prácticas para apoyar la mejora de las organizaciones de desarrollo, servicios y adquisiciones, define prácticas que los negocios han implementado en su camino hacia el éxito. Estas prácticas cubren temas que incluyen la gestión de requerimientos, la toma de decisiones, medición de desempeño, planeación del trabajo, manejo de riesgos y más (CMMI Institute, 2011).

Las buenas prácticas de CMMI son para apoyar la mejora de la organización y hacerla más competitiva, en la actualidad hay tres modelos de CMMI (Gutiérrez, Piñon y Sapién, 2011):

- CMMI para el Desarrollo (CMMI-DEV) apoya las mejoras en las organizaciones que desarrollan software, sistemas y hardware, en sectores como salud, organizaciones de logística o de consultoría.
- CMMI para la Adquisición (CMMI-ACQ) apoya las mejoras en las organizaciones que adquieren software, sistemas o hardware de otros fabricantes.
- CMMI para Servicios (CMMI-SVC) apoya las mejoras en las organizaciones que prestan servicios, por ejemplo, sectores de salud, organizaciones de logística o de consultoría.

Los modelos CMMI se estructuran en una serie de áreas de procesos que cubren las prácticas correspondientes a las organizaciones de desarrollo, adquisición o servicio. El nivel de capacidad se puede lograr para cada área de proceso y describe el grado en que ha sido desarrollado el trabajo en el área de proceso establecida dentro de una organización.

Los modelos CMMI también tienen niveles de madurez los cuales prescriben una secuencia lógica para la mejora de procesos, que representan un punto de referencia contra el cual puede ser evaluada una organización de desarrollo, y son un premio reconocido en la industria en sí mismos. La versión actual de CMMI es la versión 1.3, liberada el 1 de noviembre de 2010 (CMMI Institute, 2011).

El marco CMMI proporciona la estructura necesaria para crear los modelos, la formación y los componentes de evaluación de CMMI. Para permitir el uso de múltiples modelos dentro del marco CMMI, los componentes de los modelos se clasifican como comunes a todos los modelos CMMI o aplicables a un modelo específico, el material común se denomina “CMMI Model Foundation” (CMF).

Los componentes del CMF son parte de todos los modelos generados a partir del marco CMMI, esos componentes se combinan con el material aplicable a un área de interés para crear un modelo.

### **CMMI para desarrollo**

CMMI para Desarrollo es un modelo de referencia que cubre las actividades para desarrollar tanto productos como servicios, por lo que las organizaciones de numerosos sectores, incluyendo aeroespacial, banca, hardware, software, defensa, automoción y telecomunicaciones, lo utilizan.

CMMI para Desarrollo contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, la gestión de procesos, la ingeniería de sistemas, la ingeniería de hardware, la ingeniería de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento. Se debe utilizar un juicio profesional y el sentido común para interpretar el modelo a una organización en específico, es decir, aunque las áreas de proceso descritas en el modelo representan comportamientos considerados buenas prácticas para la mayoría de los usuarios, las áreas de proceso y las prácticas se deberían interpretar usando un conocimiento profundo de CMMI-DEV, las restricciones de la organización y el entorno de negocio (CMMI-DEV, 2010).

### **Áreas de proceso base y los modelos CMMI**

Todos los modelos CMMI se generan a partir del Marco CMMI. Este marco contiene todas las metas y prácticas que se utilizan para producir los modelos CMMI que pertenecen a las constelaciones CMMI. Una “constelación” se define como una colección de componentes CMMI que se usan para construir modelos, materiales de formación y documentos relativos a la evaluación para un área de interés, el modelo de la constelación de desarrollo se denomina “CMMI para Desarrollo” o “CMMI-DEV” (CMMI-DEV, 2010).

Todos los modelos CMMI contienen las 16 áreas de proceso base. Estas áreas de proceso cubren los conceptos básicos que son fundamentales para la mejora de procesos en cualquier área de interés. Una parte del material de las áreas de

proceso base es el mismo en todas las constelaciones. Otra parte del material puede ajustarse para orientar un área específica de interés. Por consiguiente, el material en las áreas de proceso base puede no ser exactamente el mismo (CMMI-DEV, 2010).

### **Componentes requeridos, esperados e informativos**

Los componentes del modelo se agrupan en tres categorías: requeridos, esperados e informativos.

#### **Componentes requeridos**

Los componentes requeridos son componentes CMMI que son esenciales para lograr la mejora de procesos en un área de proceso dada. Este logro se debe implementar visiblemente en los procesos de la organización. Los componentes requeridos en CMMI son las metas específicas y genéricas. La satisfacción de las metas se utiliza en las evaluaciones como base para determinar si un área de proceso ha sido satisfecha (CMMI-DEV, 2010).

#### **Componentes esperados**

Los componentes esperados son componentes CMMI que describen las actividades que son importantes para lograr un componente CMMI requerido, dichos componentes orientan a quienes implementan mejoras o realizan evaluaciones. Los componentes esperados en CMMI son las prácticas específicas y genéricas.

Antes de que las metas puedan considerarse satisfechas, sus prácticas tal y como se describen, o prácticas alternativas aceptables, deben estar presentes en los procesos planificados e implementados de la organización (CMMI-DEV, 2010).

#### **Componentes informativos**

Los componentes informativos son componentes CMMI que ayudan a los usuarios del modelo a comprender los componentes CMMI requeridos y esperados. Estos componentes pueden ser ejemplos en un recuadro, explicaciones detalladas u otras informaciones útiles. Las subprácticas, las notas, las referencias, los títulos de metas, los títulos de prácticas, las fuentes, los ejemplos de productos de trabajo y las elaboraciones de prácticas genéricas son componentes informativos del modelo.

El material informativo juega un papel importante en la comprensión del modelo, frecuentemente, es imposible describir adecuadamente el comportamiento requerido o esperado de una organización usando sólo una meta o la declaración de una práctica. El material informativo del modelo proporciona información necesaria para lograr la correcta comprensión de las metas y prácticas y, por ello, no se puede ignorar (CMMI-DEV, 2010).

## Componentes asociados con la segunda parte

Los componentes del modelo asociados con la segunda parte se resumen en la figura 1 en la que se muestran sus relaciones (CMMI-DEV, 2010).

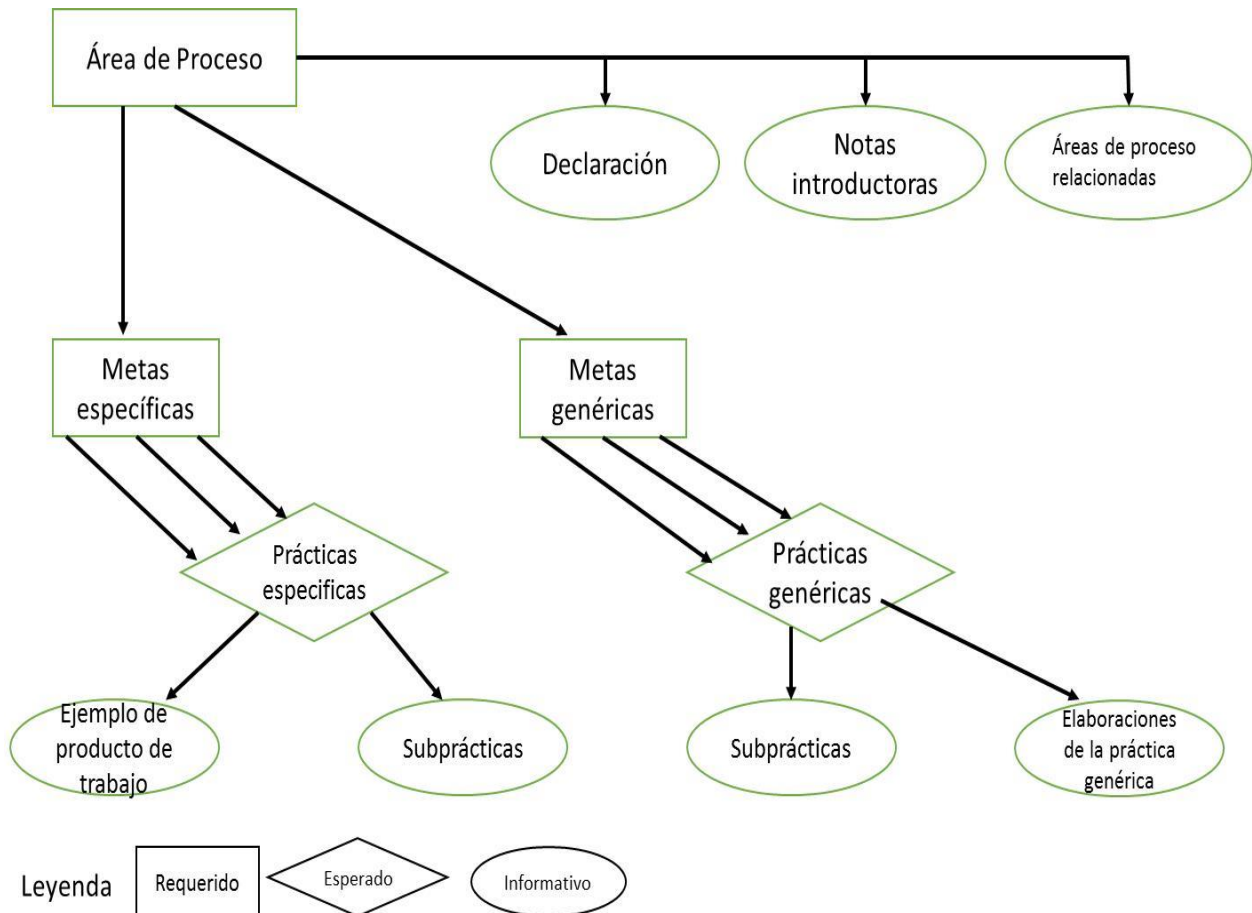


Figura 1 Componentes del modelo CMMI. Fuente: adaptado de CMMI-DEV (2010).

## Áreas de proceso

Un área de proceso es un grupo de prácticas relacionadas dentro de un área que, cuando se implementan conjuntamente, satisface un conjunto de metas consideradas importantes para mejorar esa área (CMMI-DEV, 2010).

Las 22 áreas de proceso del CMMI para Desarrollo se presentan a continuación por orden alfabético de sus acrónimos en inglés:

- Análisis Causal y Resolución.
- Gestión de Configuración.
- Análisis de Decisiones y Resolución.
- Gestión Integrada del Proyecto.

- Medición y Análisis.
- Definición de Procesos de la Organización.
- Enfoque en Procesos de la Organización.
- Gestión del Rendimiento de la Organización.
- Rendimiento de Procesos de la Organización.
- Formación en la Organización.
- Integración del Producto.
- Monitorización y Control del Proyecto.
- Planificación del Proyecto.
- Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto.
- Gestión Cuantitativa del Proyecto.
- Desarrollo de Requisitos.
- Gestión de Requisitos.
- Gestión de Riesgos.
- Gestión de Acuerdos con Proveedores.
- Solución Técnica.
- Validación.
- Verificación.

### **Declaraciones del propósito**

Una declaración del propósito describe la finalidad del área de proceso y es un componente informativo (CMMI-DEV, 2010).

### **Metas específicas**

Una meta específica describe las características únicas que deben estar presentes para satisfacer el área de proceso. Una meta específica es un componente requerido del modelo y se utiliza en las evaluaciones para ayudar a determinar si se satisface un área de proceso (CMMI-DEV, 2010).

### **Metas genéricas**

Una meta genérica es un componente requerido del modelo y se utiliza en las evaluaciones para determinar si se satisface un área de proceso. Se denominan “genéricas” porque la misma declaración de la meta se aplica a múltiples áreas de proceso. Una meta genérica describe las características que deben estar presentes para institucionalizar los procesos que implementan un área de proceso (CMMI-DEV, 2010).

### **Prácticas específicas**

Una práctica específica es la descripción de una actividad que se considera importante para lograr la meta específica asociada. Las prácticas específicas describen las actividades que se espera que produzcan el logro de las metas específicas de un área de proceso (CMMI-DEV, 2010).

## **Subprácticas**

Una subpráctica es una descripción detallada que proporciona orientación para interpretar e implementar una práctica específica o genérica. Las subprácticas pueden estar redactadas como si fueran preceptivas, pero realmente son un componente informativo indicado sólo para proporcionar ideas que puedan ser útiles para la mejora de procesos (CMMI-DEV, 2010).

## **Prácticas genéricas**

Las prácticas genéricas se denominan “genéricas” porque la misma práctica se aplica a múltiples áreas de proceso. Las prácticas genéricas asociadas con una meta genérica describen las actividades que se consideran importantes para lograr la meta genérica y contribuir a la institucionalización de los procesos asociados con un área de proceso (CMMI-DEV, 2010).

## **Extensiones**

Las extensiones son componentes del modelo claramente visibles que contienen información de interés para usuarios particulares. Una extensión puede ser material informativo, una práctica específica, una meta específica, o un área de proceso completa que ampliara el alcance de un modelo o enfatiza un aspecto particular de su uso, cabe mencionar que no hay extensiones en el modelo CMMI-DEV (CMMI-DEV, 2010).

## **Niveles CMMI-DEV**

Los niveles se utilizan en CMMI-DEV para describir un camino evolutivo recomendado para una organización que quiera mejorar los procesos que utiliza para desarrollar productos o servicios. Los niveles pueden también ser el resultado de la actividad de calificación en las evaluaciones.

Las evaluaciones se pueden aplicar a organizaciones enteras o a grupos más pequeños, tales como un grupo de proyectos o una división.

CMMI proporciona a las organizaciones dos opciones de mejora, la primera está orientada a mejorar de forma incremental los procesos de un área de proceso individual o grupo de áreas de proceso, y la segunda permite mejorar un conjunto de procesos relacionados, tratando de forma incremental conjuntos de áreas de proceso, dichas opciones están asociadas con dos tipos de niveles: niveles de capacidad y niveles de madurez respectivamente (CMMI-DEV, 2010).

Estos niveles corresponden a las dos aproximaciones de mejora de procesos denominadas “representaciones”. Las dos representaciones se denominan “continua” y “por etapas” (CMMI-DEV, 2010).

Ambas representaciones reconocen que las áreas de proceso se pueden agrupar en cuatro categorías generales: Gestión de Proyectos, Gestión de Procesos, Ingeniería y Apoyo.

### **Representación por etapas**

Un nivel de madurez es un camino evolutivo bien definido cuyo objetivo es la obtención del mejoramiento de procesos en una organización (Torres, 2007).

CMMI por etapas está formado por 5 niveles de madurez, donde cada uno sirve como punto de referencia para conocer el grado de madurez total que posee una organización, dichos niveles son:

#### **Nivel 1: No gestionado**

Los procesos en este primer nivel generalmente son caóticos, ya que las organizaciones no cuentan con un entorno estable para dar soporte a los procesos, el éxito recae directamente en el personal de la organización. Las organizaciones en este nivel producen productos y servicios funcionales pero que con frecuencia exceden el presupuesto y los plazos fijados, caracterizándose por comprometerse en exceso, abandonar procesos en momentos de crisis y de no ser capaces de repetir sus éxitos.

#### **Nivel 2: Gestionado**

En el segundo nivel de madurez se caracteriza por que en los proyectos los procesos se planifican según las políticas de la organización, el personal involucrado cuenta con recursos adecuados para poder crear resultados controlados, se involucra a las partes interesadas y se garantiza que las prácticas existentes se mantienen durante periodos bajo presión.

Además los productos de trabajo son visibles para la dirección en puntos definidos, se establecen y modifican los compromisos con las partes interesadas según sea necesario, teniendo como resultado productos de trabajo y servicios que satisfacen estándares y procedimientos especificados.

#### **Nivel 3: Definido**

En este nivel los procesos estándar de la organización se definen y mejoran a lo largo del tiempo, dichos procesos son utilizados para establecer integridad en toda la organización.

Los estándares, descripciones de proceso y procedimientos para un proyecto se ajustan a partir del conjunto de procesos estándar para adecuarse a un proyecto en específico, existiendo diferencias críticas en comparación con el nivel de madurez 2 ya que los procesos son descritos de manera más rigurosa, para lograr el nivel de

madurez 3, se aplican las prácticas genéricas asociadas con la meta genérica 3 que no fueron tratadas en el nivel de madurez 2.

#### Nivel 4: Administrado cuantitativamente

En el nivel de madurez 4 se establecen objetivos cuantitativos para la calidad y el rendimiento del proceso, dichos objetivos se basan en las necesidades del cliente, usuarios finales, organización e implementación del proceso. La calidad y el rendimiento del proceso se interpretan en términos estadísticos y se gestionan durante la vida de los proyectos.

Este nivel de madurez se caracteriza por la predictibilidad del rendimiento del proceso y para ello es importante comprender las relaciones entre diferentes subprocesos y su impacto en la consecución de los objetivos de calidad y rendimiento del mismo.

#### Nivel 5: Optimizado

El nivel 5 está centrado en mejorar continuamente el rendimiento de los procesos mediante una comprensión cuantitativa de sus objetivos de negocio y necesidades de rendimiento, los resultados obtenidos a consecuencia de las mejoras de procesos se compran con los objetivos de calidad y de rendimiento del proceso. La organización y los proyectos se enfocan en interpretar y controlar el rendimiento a nivel de subprocesos y en utilizar los resultados para gestionar proyectos.

Al analizar los datos recogidos de los proyectos se identifican deficiencias en el rendimiento que sirven para orientar las mejoras en los procesos.

### **Representación continua**

El CMMI continuo permite cierta libertad a la organización para que seleccione un área de proceso en específico, para mejorar a través de ella. También permite a las organizaciones, mejorar varias áreas al mismo tiempo de conforman una categoría; las cuales están en distintos niveles (Torres, 2007).

Los niveles de capacidad son usados para medir la mejora a través de cada área de proceso, CMMI continuo está formado por 6 niveles de capacidad que van desde el nivel 0 al 5.

Se alcanza un nivel de capacidad para un área de proceso cuando se satisfacen todas las metas genéricas hasta ese nivel. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los niveles de capacidad.

#### Nivel 0: Incompleto

Un proceso incompleto es un proceso que no se realiza o se realiza parcialmente, las metas específicas del área de proceso no se satisfacen y no existen metas genéricas para este nivel, ya que no hay ninguna razón para institucionalizar un proceso realizado parcialmente.



### Nivel 1: Realizado

Un proceso realizado es un proceso que produce productos de trabajo, se satisfacen las metas específicas del área de proceso. Aunque el nivel de capacidad 1 da como resultado mejoras importantes, dichas mejoras se pueden perder con el tiempo si no se institucionalizan.

### Nivel 2: Gestionado

Un proceso gestionado es un proceso realizado que se planifica y ejecuta de acuerdo con la política; emplea personal cualificado que tiene los recursos adecuados para producir resultados controlados; involucra a las partes interesadas: se monitoriza, controla y revisa.

### Nivel 3: Definido

Un proceso en este nivel se caracteriza por adaptarse al conjunto de procesos estándar de la organización de acuerdo a las guías de adaptación de dicha organización; tiene una descripción de proceso que se mantiene y que contribuye a los activos de proceso de la organización con experiencias relativas a procesos.

### Nivel 4: Cuantitativamente administrado

La ejecución del proceso tiene institucionalizado en la organización un sistema de medición objetivo y cuantificable de su capacidad. La calidad y el desempeño de los procesos son comprendidos en términos estadísticos y es administrado a lo largo de la vida del proceso.

### Nivel 5: Optimizado

Un proceso en el nivel 5 es aquel que se ejecuta siempre, está definido en la organización, se mide y está integrado en un plan, también institucionalizado, de mejora continua basada en las mediciones de los procesos. Se revisa y modifica sistemáticamente para adaptarlo a los objetivos del negocio.

## Modelos de evaluación de la calidad en los procesos de software

El proceso para desarrollar software normalmente contiene las actividades de comunicación, planeación, modelado, construcción y arranque, estas actividades pueden ejecutarse concurrentemente y su importancia dependerá de la fase de avance del proyecto de desarrollo de software. Existen varios modelos del ciclo de vida de desarrollo de software que indican la secuencia en que el proceso se puede llevar a cabo (Pressman, 2010).

Sin importar cuál sea el tipo de ciclo de vida que se use, la calidad del sistema construido estará altamente influenciada por la calidad de los procesos usados para adquirir sus insumos, desarrollarlo y mantenerlo (CMMI, 2011).

Cada equipo de trabajo adopta un proceso para desarrollar software, ya sea de manera consciente y estructurada, o inconsciente y resultado de la práctica diaria. Es obvio que vale la pena seguir algún modelo probado para asegurar que estas actividades consigan su objetivo. Los modelos de procesos son guías que presentan las mejores prácticas para desarrollo del producto en cuestión. Su propósito es guiar a las organizaciones en la selección de estrategias de mejora, determinando la madurez del proceso actual, e identificando puntos importantes a atacar para mejorar tanto el proceso como la calidad de software.

Por “madurez de un proceso” se entiende el avance que ha alcanzado el proceso en su capacidad para conseguir aquello para lo cual han sido creados. La capacidad de un proceso es una medida estadística utilizada para evaluar cuantitativamente la posibilidad de que un proceso genere los productos o servicios para los cuales fue diseñado. La aplicación de modelos de procesos eventualmente lleva a la mejora la calidad, debido a que mejora la capacidad de los procesos (Gómez, 2007).

Es importante implementar modelos de procesos que han sido probados y que están basados en estándares de calidad de software, esto por varias razones: primeramente, se obtiene una implementación ordenada y sistemática permitiendo evaluar cuantitativamente el nivel de madurez de los procesos de la organización, lo que permitirá saber dónde se encuentra y medir su eficiencia de producción; Segundo, las empresas que aplican modelos de procesos tienen una mayor oportunidad de conseguir niveles altos de competencia internacional. Por otro lado, los modelos de mejora de procesos crean conciencia y responsabilidad de los errores en el equipo de desarrollo, ayudando a conseguir la satisfacción de cliente pues permiten entregar productos de calidad a tiempo y reducen los costos de producción (Gómez, 2007).

Existen varios modelos de mejora de procesos internacionales para el desarrollo de software tales como CMM, CMMI, ISO-IEC 15504, ISO 9000-2000. Además de estos modelos, en 2004 se liberó el Modelo de Mejora de procesos de desarrollo de software conocido como MoProSoft, el cual fue diseñado para empresas pequeñas y medianas de la industria Mexicana (Gómez, 2007).

Un modelo de calidad es un conjunto de buenas prácticas que evalúan el ciclo de vida del software, enfocado en los procesos de gestión y desarrollo de proyectos.

Dentro de los diferentes modelos existentes se incluyen métricas para evaluar distintas características de calidad del producto a nivel del diseño durante la etapa de desarrollo de software; Los modelos actuales están enfocados a la mejora de proceso, ya que la idea de la calidad total se refiere a la calidad desde el inicio del proyecto y el hecho de tener mejores procesos conlleva a un mejor resultado.

Algunos de los modelos más importantes propuestos hasta el momento: Dromey (1996), la ISO/IEC 9126 y CMMI.

## **Dromey**

Uno de los modelos de calidad más antiguos es el modelo McCall, presentado en 1977, este modelo se centra en el producto final, identificando atributos claves denominados atributos de calidad desde el punto de vista del usuario.

## **ISO/IEC 9126**

La ISO/IEC 9126 es un estándar internacional para la evaluación del software, es supervisado por el proyecto SquaRE (Security Quality Requirements Engineering) y la ISO 25000:2005, que siguen los mismos conceptos generales.

Este surge debido a la necesidad de un modelo único para expresar la calidad de un software, se ha desarrollado en un intento de identificar los atributos más importantes para la calidad interna y externa en un producto software.

## **CMMI: Modelo de Madurez y Capacidad Integrado**

El Modelo de Madurez y Capacidad Integrado se presenta como un modelo de mejora de procesos en el desarrollo de software que puede complementarse a la norma ISO 9001. Fue desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Software (SEI: Software Engineering Institute) de la Universidad Carnegie Mellon y publicada su primera versión en el año 2000.

Tiene como objetivo proveer una guía para mejorar los procesos de una organización y la capacidad para gestionar el desarrollo, la adquisición y el mantenimiento de productos y servicios.

## **Fundamentos de ITIL**

ITIL es el enfoque de Gestión de Servicios de TI más ampliamente aceptado en el mundo, brinda orientación a los proveedores de servicios de TI con respecto a las capacidades necesarias para entregar soporte de servicios TI de calidad (Fundamentos de ITIL, 2013).

ITIL toma el enfoque de ciclo de vida para implementar la gestión de servicios y está basado en cinco libros fundamentales:

- Estrategia de servicio.
- Diseño de servicio.
- Transición del servicio.
- Operación del servicio.
- Mejoramiento continuo del servicio.

Mientras que el ISO/IEC 20000 proporciona un estándar formal y universal para las organizaciones que buscan tener sus capacidades de gestión de servicios auditadas y certificadas, ITIL ofrece un cuerpo de conocimientos útiles para alcanzarlo.

## Estrategia del servicio

La Estrategia del Servicio establece la dirección al identificar, adoptar e implementar un enfoque consistente y establecer los estándares para:

- Ligar resultados, que son críticos para el éxito del cliente con las actividades del proveedor. El cliente verá al proveedor de servicios como un contribuyente al éxito de su organización al entregar valor.
- Garantizar que se adopte un enfoque consistente y repetible para definir estrategias y servicios, el cual identificará y entregará valor a los clientes e interesados.
- Habilitar al proveedor de servicios para identificar y reaccionar con rapidez ante los cambios en el ambiente de negocios, permitiendo así al cliente lograr una ventaja competitiva.
- Desarrollar y mantener un portafolio de servicios que soporte las metas de la organización, entregue valor y logre un retorno de inversión positivo.
- Mejorar la comunicación entre el cliente para que todas las partes tengan un claro entendimiento de lo que se requiere, así como de los pasos a seguir.
- Facilitar la capacidad de un proveedor de servicios de estructurarse a sí mismo para entregar servicios de forma eficiente y efectiva.

## Gobernabilidad

La gobernabilidad vincula a TI con el negocio para su beneficio mutuo. Los servicios permiten que el negocio logre la gobernabilidad. La orientación provista a través de la gobernabilidad es lo que ayuda a definir directrices, reglas y políticas comunes que el negocio y TI usan para dirigir al negocio.

Para que la gobernabilidad sea exitosa, es necesario ser capaz de monitorear, dirigir y evaluar los planes, políticas y estrategias. Así, la gobernabilidad aplica un enfoque gestionado consistente a todos los niveles del negocio. Esto garantiza que ha sido creada una estrategia clara, y también define las políticas para lograr la estrategia, a su vez, las políticas definen los parámetros o límites de lo que el negocio no hace como parte sus operaciones (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Tipo de proveedor de servicios

La mayoría de los aspectos de gestión de servicios aplican a todos los tipos de proveedores de servicios; sin embargo, los clientes, contratos, competencias, espacios de mercado, ganancias y estrategias pueden cambiar su significado dependiendo de los siguientes tres tipos (Fundamentos de ITIL, 2013):

### Proveedor de servicios internos

Por lo general integrado en la unidad de negocio a la que sirve, puede haber varios proveedores de este tipo dentro de la organización.

### Unidad de servicios compartidos.

Es un proveedor de servicios interno que proporciona servicios compartidos de TI a más de una unidad de negocios.

### Proveedor de servicios externo.

Es un proveedor de servicios que proporciona servicios de TI a clientes externos.

Los servicios son creados para habilitar el desempeño de las actividades de negocio, lo cual ayuda al negocio a lograr sus objetivos. Los servicios son demandados cada vez que un negocio desempeña una actividad (Fundamentos de ITIL, 2013).

### Portafolio de Servicios

Es un conjunto de servicios gestionados por un proveedor de servicios y representa los compromisos y las inversiones del proveedor a través de todos los clientes y espacios de negocio. El portafolio de servicios también representa los compromisos contractuales, planes de mejora de servicios en curso iniciados por mejoramiento continuo del servicio así como el desarrollo de nuevos servicios (Fundamentos de ITIL, 2013).

El Portafolio de servicios representa tres áreas separadas:

- Servicios bajo consideración: representa aquellos servicios que aún están bajo consideración o desarrollo, pero todavía no disponibles para los clientes, y normalmente no es visible para los clientes (Fundamentos de ITIL, 2013).
- Catálogo de servicios: representa todos los servicios actualmente en producción, así como aquellos disponibles para implantación. El catálogo soporta la venta y entrega de los servicios de TI y es parte del portafolio visible para los clientes (Fundamentos de ITIL, 2013).
- Servicios retirados: son aquellos que se han hecho obsoletos o han sido retirados. Estos servicios están disponibles para los nuevos clientes o contratos sólo cuando se lleva a cabo un caso especial de negocios (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Gestión de riesgos

Se entiende como riesgo: Un posible evento que puede causar daño o pérdida o afecta la habilidad de lograr objetivos. Un riesgo es medido por la probabilidad de una amenaza, la vulnerabilidad del acto ante esa amenaza y el impacto que tendrá si ocurriera (Fundamentos de ITIL, 2013).

Las actividades que se realizan en la gestión de riesgos son:

- Identificar los riesgos
  - Nombrarlos – lluvia de ideas es un buen enfoque
  - No trate de explicar o cuantificarlos en este punto
  - Documentar las posibles consecuencias.
- Analizar los riesgos
  - Cuantificar el impacto y la probabilidad
  - Cualitativa – define las posibles consecuencias y el impacto en palabras.
  - Cuantitativa – asigna un valor numérico para clasificar el riesgo.
- Gestionar los riesgos
  - Revisiones regulares para garantizar que las acciones adecuadas se han tomado y están trabajando como se esperaba.

## Gestión de portafolio de servicios

La gestión del portafolio de servicios es el proceso responsable de definir qué servicios serán ingresados en el portafolio de servicios y cómo serán rastreados esos servicios y progresarán a lo largo del ciclo de vida. Es el guardián para el proveedor de servicios, y garantiza que los servicios provistos a los objetivos estratégicos y los resultados esperados del negocio (Fundamentos de ITIL, 2013).

Los objetivos de gestión del portafolio de servicios son:

- Permitir decisiones sobre qué servicios proporcionar.
- Mantener el portafolio de servicios actualizado.
- Colaborar en la evaluación de cómo los servicios soportan el logro de la estrategia.
- Seguimiento de inversión en los servicios a lo largo de su ciclo de vida.
- Analizar la viabilidad de los servicios y su retiro.

## Gestión financiera para servicios de TI

La gestión financiera es el proceso responsable de gestionar el presupuesto, la contabilidad y los requerimientos de cargos de un proveedor de servicios de TI.

Ayuda a los proveedores de servicios de TI a jugar un papel estratégico para el negocio al cuantificar el valor y la contribución de TI, así como cuantificar las oportunidades del negocio que los servicios de TI permitirán.

Los objetivos de la gestión financiera para servicios de TI son:

- Establecer un marco de trabajo para gestionar el costo de los servicios.
- Evaluar el impacto financiero de las estrategias.
- Asegurar el financiamiento.
- Facilitar una buena gestión de los activos.
- Equilibrar gastos e ingresos.
- Gestionar y reportar los gastos de servicios.
- Ejecutar políticas y prácticas financieras.
- Contabilizar el dinero gastado.
- Pronosticar los requerimientos financieros.

### Gestión de relaciones del negocio

Permite a los gerentes crear vínculos entre el proveedor de servicios y los clientes a nivel estratégico y táctico. Estos vínculos aseguran que el proveedor de servicios comprenda los requerimientos de negocio del cliente y tenga como propósito proveer servicios que cubran estas necesidades (Fundamentos de ITIL, 2013).

Los objetivos de la gestión de relaciones del negocio son:

- Entender la perspectiva del cliente sobre el servicio.
- Altos niveles de satisfacción de los clientes.
- Relación entre el proveedor de servicios y el cliente.
- Cambios en el entorno del cliente.
- Tendencias de la tecnología.
- Los requerimientos y las necesidades del negocio, la medición.
- Entrega de valor.
- Las quejas y escalamientos.

### Diseño del servicio

El propósito de este libro es diseñar servicios de TI, junto con las prácticas de gobierno de TI, procesos y políticas para hacer realidad la estrategia del proveedor de servicios, además de facilitar la introducción de estos servicios en los entornos soportados garantizando servicios de calidad, satisfacción del cliente y la prestación de servicios efectivos en costo.

Es enfocado al diseño de servicios nuevos o cambios a los servicios existentes, ya que traduce la estrategia de servicio en un plan centrado en entregar los objetivos de negocio. Es importante tener un enfoque holístico para garantizar un diseño integral y exitoso (Fundamentos de ITIL, 2013).

En otras palabras cuando una aplicación está siendo diseñada y desarrollada, no debe de hacerse en forma aislada. Otros aspectos a considerar serian el impacto al servicio global, los sistemas y herramientas de gestión, las arquitecturas y tecnologías, y los procesos, las mediciones y métricas requeridas para gestionar el servicio como el Portafolio de servicios.

#### Las cuatro P's

Muchas veces, la falta de preparación y gestión se traduce en la falla de diseños, planes y proyectos, ya sea que se esté preparando la implementación de gestión de servicio de TI como una práctica o se esté diseñando servicios nuevos o modificados, asegurar el uso efectivo y eficiente de las cuatro P's es esencial para el éxito las cuales son (Fundamentos de ITIL, 2013):

#### Personas

Se refiere a la organización de personas a través de las funciones, roles, equipos, grupos, divisiones y departamentos. Esto es definido usando diagramas organizacionales y descripciones de puesto.

#### Procesos

Es toda la documentación relevante de los procesos, como políticas, diagramas de procesos, procedimientos e instrucciones de trabajo.

#### Productos/Tecnología

Son los servicios, la tecnología y las herramientas utilizadas en el proceso de prestación de servicios de TI.

#### Proveedores/Socios

Son los proveedores, fabricantes y vendedores, involucrados en la prestación de servicios de TI.

#### Paquete de diseño de servicio

El paquete de diseño de servicios representa los documentos que definen todos los aspectos de un servicio de TI y sus requerimientos a través de cada etapa de su ciclo de vida.

Durante la etapa de diseño, un paquete de diseño de servicio es creado para cada nuevo servicio, el paquete de diseño, que contiene todos los aspectos y requerimientos del servicio a lo largo de las fases subsecuentes de su ciclo de vida, es entregado a la Transición del servicio y subsecuentemente a Operación de servicio (Fundamentos de ITIL, 2013).



## Coordinación del diseño

El propósito de coordinar el diseño es garantizar que las metas y los objetivos de la etapa de diseño del servicio se satisfagan con el suministro y el mantenimiento de un punto único de coordinación y control de todas las actividades y procesos dentro de esta etapa del ciclo de vida del servicio (Fundamentos de ITIL, 2013).

### Objetivos de la coordinación del diseño

- Garantizar un diseño consistente para cumplir con los requerimientos y resultados del negocio.
- Coordinar todas las actividades de diseño, recursos y capacidades.
- Producir paquetes de diseño del servicio y asegurar su entrega a la transición del servicio.
- Gestionar los criterios de calidad, los requisitos y los puntos de transferencia.
- Asegurar que los modelos de servicio y diseños cumplan con sus requisitos.
- Mejorar la efectividad y eficiencia de las actividades y procesos de diseño.
- Asegurar que todas las partes adopten prácticas estándar y prácticas de diseño reutilizables.
- Controlar y mejorar el desempeño de diseño de servicio.

Los procesos en el diseño del servicio son:

### Gestión de niveles de servicio

En la gestión de niveles de servicio se asegura que todos los servicios de TI actuales y futuros son entregados conforme a objetivos acordados y alcanzables (Fundamentos de ITIL, 2013).

### Objetivos de la gestión de niveles de servicio.

- Definir, documentar, acordar, monitorizar, medir, informar y revisar los servicios de TI proporcionados e iniciar las medidas correctivas adecuadas.
- Garantizar que los objetivos específicos y medibles se desarrollen.
- Controlar, mejorar la satisfacción del cliente con la calidad del servicio.
- Asegurar que las expectativas son claras y que no haya ambigüedad sobre el nivel de servicio que debe ofrecerse.
- Garantizar un mejoramiento continuo del servicio proactivo y rentable.

### Acuerdo de nivel de servicio

Es un acuerdo por escrito entre un proveedor de servicio de TI y el cliente de TI, donde se definen los objetivos del servicio y responsabilidades de ambas partes. Por

lo general define la garantía esperada de un servicio y describe la utilidad del servicio (Fundamentos de ITIL, 2013).

#### Acuerdo de nivel operacional

Acuerdo entre un proveedor de servicios de TI y otra parte de la misma organización que ayuda a la presentación de servicios, deben tener metas que estén alineadas con el cumplimiento de los acuerdos de niveles de servicio (Fundamentos de ITIL, 2013).

#### Gestión de relaciones de negocio

La meta es garantizar que la gestión represente en su planeación las prioridades del negocio y las necesidades de los clientes (Fundamentos de ITIL, 2013).

#### Gestión de catálogo de servicios

La gestión de niveles de servicio utiliza el catálogo de servicios para entender que procesos de negocio son soportados por qué servicios. A su vez, la gestión de niveles de servicios proporciona información a gestión de catálogo de servicios para ayudar a garantizar que el catálogo de servicios se mantenga actualizado y preciso (Fundamentos de ITIL, 2013).

#### Gestión de incidentes

Los datos son utilizados para medir el desempeño contra los objetivos del acuerdo de nivel de servicio, los objetivos de tiempos de restauración del servicio y otros objetivos de soporte relacionados son determinados por la gestión de niveles de servicio y cumplidos por gestión de incidentes (Fundamentos de ITIL, 2013).

#### Gestión de proveedores

La gestión de niveles de servicio trabaja con gestión de proveedores para garantizar que los contratos con los proveedores estén alineados con los acuerdos de niveles de servicios y con las necesidades del negocio.

#### Gestión de la disponibilidad, capacidad, continuidad de servicios de TI y seguridad de la información

Los objetivos de niveles de servicio son definidos por cada uno de los procesos anteriormente mencionados conforme se relaciona con su área de dominio. Cada proceso debe validar que los objetivos sean realistas y monitorear las operaciones diarias del proceso para confirmar que los objetivos estén siendo cumplidos (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Gestión financiera para servicios de TI

Es responsable de garantizar que los costos predichos y costos reales de entregar los niveles de servicio solicitados por el cliente sean válidos y estén alineados. El proceso también es responsable de gestionar la efectividad general de los costos del servicio.

Coordinación del diseño: es responsable de que se completen todas las actividades de diseño del servicio durante la etapa de diseño del servicio. Los requisitos de nivel de servicios y los objetivos de servicio asociados son desarrollados por la gestión de nivel de servicio y deben ser incluidos en el diseño del servicio nuevo o modificado (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Gestión del catálogo de servicios

El propósito de la gestión del catálogo de servicios es proporcionar y mantener una única fuente de información consistente de todos los servicios operativos y los que estén siendo preparados para ejecutarse operativamente, así como asegurar que esté disponible para aquellos autorizados (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Gestión de proveedores

Proveedor: son los terceros responsables de suministrar los bienes o servicios que se requieren para ofrecer servicios de TI (Fundamentos de ITIL, 2013).

La gestión de proveedores sirve para obtener un valor por el dinero pagado a proveedores, así como proporcionar una calidad de servicios de TI con el negocio, asegurando que todos los contratos y acuerdos con los proveedores apoyan a las necesidades del negocio (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Gestión de seguridad de la información

Su propósito es alinear la seguridad de TI con la seguridad del negocio, así como asegurar que la confidencialidad de los activos de la organización, información, datos y servicios de TI siempre coincida con las necesidades del negocio.

## Gestión de disponibilidad

Su propósito es asegurar el nivel de disponibilidad entregada en todos los servicios de TI actuales y futuros, satisfagan las necesidades de disponibilidad acordados y/o los objetivos de nivel de servicio de una manera efectiva en costo y oportuna.

Esta disponibilidad es acordada en los acuerdo de niveles de servicios y es crucial para la garantía de un servicio, abarca todo un ciclo de vida, si no se entrega dicho servicio con la disponibilidad requerida, representa un fracaso en los requerimientos (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Transición del servicio

La transición del servicio provee una guía en el desarrollo y mejora de las capacidades para transicional servicios nuevos y modificados a operaciones (Fundamentos de ITIL, 2013).

Los objetivos de la transición del servicio son:

- Fijar las expectativas del cliente acerca de cómo el desempeño y uso de los servicios nuevos o modificados, pueden permitir el cambio del negocio.
- Permitir el cambio del negocio para integrar una liberación a los procesos de negocio y servicios.
- Reducir variaciones en el rendimiento estimado y real de los servicios traicionados.
- Reducir errores conocidos y los riesgos asociados con la transición.
- Planear y gestionar recursos.
- Asegurar un impacto impredecible mínimo.
- Incrementar la satisfacción del cliente.
- Incrementar el uso apropiado de los servicios.

Los procesos involucrados en la transición del servicio son:

### Gestión de activos de servicios y configuración

Se identifican, controlan y cuidan apropiadamente los activos, además de garantizar la integridad de los elementos de configuración y de las configuraciones requeridas para controlar los servicios al establecer y mantener un sistema de gestión de la configuración (Fundamentos de ITIL, 2013).

### Gestión de cambios

Controla el ciclo de vida de todos los cambios, permitiendo hacer cambios benéficos con un mínimo de interrupción de los servicios de TI.

El alcance de la Gestión de Cambios debe incluir cambios en toda arquitectura, procesos, herramientas, métricas y documentación, así como cambios en los servicios de TI y otros elementos de configuración (Fundamentos de ITIL, 2013).

### Gestión de liberación e implementación

En este punto se planea, programa y controla la construcción, pruebas e implementación de liberaciones, además se entregan nuevas funcionalidades requeridas por el negocio mientras se protege la integridad de los servicios (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Gestión del conocimiento

El conocimiento, el entendimiento del contexto y de las circunstancias de la situación beneficiarán directamente en la capacidad del personal del servicio para entregar un servicio de calidad. Para garantizar que todas las partes estén bien informadas: los datos e información subyacente deben de ser precisos, estar actualizados y listos para ser accedidos por todas las partes involucradas (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Operación del servicio

Provee una guía para obtener eficiencia y efectividad en la entrega y soporte de los servicios para asegurar valor al cliente y para el proveedor del servicio. Los objetivos estratégicos son realizados a través de la operación del servicio haciendo una capacidad crítica (Fundamentos de ITIL, 2013).

Los objetivos de la operación del servicio son:

El propósito de la operación del servicio es el de coordinar y realizar las actividades y procesos requeridos para entregar y gestionar los servicios a los clientes y usuarios de negocio a los niveles acordados.

- Es responsable de la gestión continua de la tecnología que es utilizada para entregar y soportar los servicios.
- Los procesos bien diseñados e implementados será de poco valor si la operación del día a día de los procesos no fuera conducida, controlada y gestionada apropiadamente.
- Las mejoras de servicios no serían posibles si las actividades del día a día para monitorear el rendimiento, revisar las métricas y recolectar datos, no fueran conducidas sistemáticamente durante la operación del servicio.

La operación del servicio es donde los planes, diseños y optimizaciones son ejecutados y medidos.

Los procesos involucrados en la operación del servicio son:

## Gestión de eventos

La efectividad en la operación del servicio depende de conocer el estado de la infraestructura y ser capaz de detectar cualquier desviación de estado normal en operación. Gestión de eventos, es el proceso responsable del monitoreo y control operacional, las actividades operacionales de rutina pueden ser automatizadas cuando los eventos comunican información operacional así como advertencias y excepciones (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Gestión de incidentes

La gestión de Incidentes es responsable de gestionar el ciclo de todos los incidentes, sin importar quién los detectó o cómo fueron detectados (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Cumplimiento de solicitudes

Proporciona una vía para que los usuarios puedan solicitar y recibir servicios estándar para los cuales existe un proceso predefinido de autorización y calificación, manteniendo la satisfacción del cliente a través del manejo eficiente y profesional de todas las solicitudes de servicio (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Gestión de problemas

Se enfoca en el diagnóstico de la causa raíz de los incidentes y en determinar su solución. Mientras que gestión de incidencias y de problemas son procesos separados, están fuertemente relacionados y normalmente usan las herramientas y una clasificación similar, sistemas de codificación de impacto y prioridad para garantizar la comunicación efectiva entre los dos procesos (Fundamentos de ITIL, 2013).

## Gestión de acceso

Es el proceso de otorgar a los usuarios autorizados el derecho de usar un servicio y al mismo tiempo prevenir el acceso a usuarios no autorizados. En diferentes organizaciones, también ha sido referido como gestión de derechos o gestión de identidad (Fundamentos de ITIL, 2013).

## **Mejora continua**

Es una guía instrumental de la creación y mantenimiento del valor para los clientes a través de un mejor diseño.

Los objetivos de la mejora continua son:

- Revisar y analizar y hacer recomendaciones en oportunidades de mejora en cada fase del ciclo de vida.
- Revisar y analizar los resultados de los logros del nivel del servicio.
- Identificar e implementar actividades individuales para mejorar la calidad del servicio de TI y mejorar la eficiencia y efectividad para habilitar los procesos de la gestión de servicios de TI.
- Mejorar la efectividad de costos de entrega de los servicios de TI sin sacrificar la satisfacción del cliente.
- Asegurar que los métodos de la gestión de calidad aplicables sean utilizados para soportar las actividades de mejora continua.

- El valor de la mejora continua del servicio puede ser descrito:
- Competencia organizacional incrementada
- Integración entre las personas y los procesos.
- Reducción de la redundancia, reflejado en un incremento de transacciones de negocio.
- Minimizar la pérdida de oportunidades.
- Asegurar el cumplimiento regulatorio, lo cual minimiza costos y reduce riesgos.
- La habilidad de reaccionar rápidamente al cambio.

## Fundamentos de COBIT 5

COBIT 5 proporciona un marco de gobierno y gestión renovado y con autoridad sobre la información de las empresas y la tecnología relacionada, genera valor a todas las partes interesadas además de ser unitaria ya que todas las empresa se ven beneficiadas (ISACA, 2012).

El principal influenciador de COBIT 5 es la creación de valor a través del uso efectivo e innovador de las tecnologías de la información. Ante todo es un “marco de negocios” con una visión de arriba hacia abajo respecto a las necesidades de negocio que crean una cascada de metas, proporciona un lenguaje común para el gobierno de la empresa y gestión de TI.

### Principios de COBIT 5

1. Satisfacer las necesidades de las partes interesadas.
2. Cubrir la organización de extremo a extremo.
3. Aplicar un marco de referencia único integrado.
4. Hacer posible un enfoque holístico.
5. Separar el Gobierno de la gestión.

Principio 1. Satisfacer las necesidades de las partes interesada: Las empresas existen para crear valor para sus partes interesadas manteniendo el equilibrio entre la realización de beneficios y la optimización de los riesgos y el uso de recursos. COBIT 5 provee todos los procesos necesarios y otros catalizadores para permitir la creación de valor del negocio mediante el uso de TI (ISACA, 2012).

Principio 2. Cubrir la empresa extremo-a-extremo: COBIT 5 integra el gobierno y la gestión de TI en el gobierno corporativo:

- Cubre todas las funciones y procesos dentro de la empresa; COBIT 5 no se enfoca sólo en la “función de TI”, sino que trata la información y las tecnologías relacionadas como activos que deben ser tratados como cualquier otro activo por todos en la empresa.
- Considera que los catalizadores relacionados con TI para el gobierno y la gestión deben ser a nivel de toda la empresa y de principio a fin, es decir,

incluyendo a todo y todos (internos y externos) los que sean relevantes para el gobierno y la gestión de la información de la empresa y TI relacionadas.

Principio 3. Aplicar un marco de referencia único integrado: Hay muchos estándares y buenas prácticas relativos a TI, ofreciendo cada uno ayuda para un subgrupo de actividades de TI. COBIT 5 se alinea a alto nivel con otros estándares y marcos de trabajo relevantes, y de este modo puede hacer la función de marco de trabajo principal para el gobierno y la gestión de las TI de la empresa (ISACA, 2012).

Principio 4. Hacer posible un enfoque holístico: Un gobierno y gestión de las TI de la empresa efectivo y eficiente requiere de un enfoque holístico que tenga en cuenta varios componentes interactivos. COBIT 5 define un conjunto de catalizadores para apoyar la implementación de un sistema de gobierno y gestión global para las TI de la empresa. El marco de trabajo COBIT 5 define siete categorías de catalizadores, tal y como se muestra en la figura 2.

- Principios, Políticas y Marcos de Trabajo.
- Procesos.
- Estructuras Organizativas.
- Cultura, Ética y Comportamiento.
- Información.
- Servicios, Infraestructuras y Aplicaciones.
- Personas, Habilidades y Competencias.

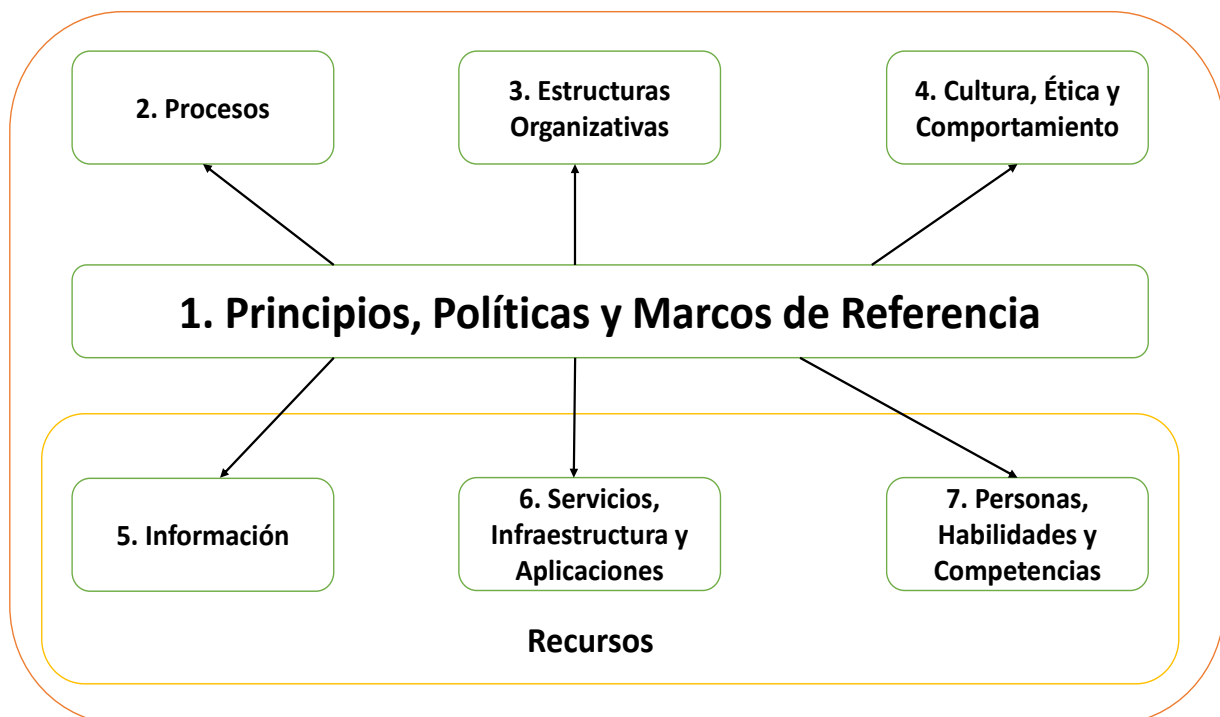


Figura 2 Las siete categorías de habilitadores. Fuente: adaptado de CobIT 5 ISACA (2012).



Principio 5. Separar el gobierno de la gestión: El marco de trabajo COBIT 5 establece una clara distinción entre gobierno y gestión. Estas dos disciplinas engloban diferentes tipos de actividades, requieren diferentes estructuras organizativas y sirven a diferentes propósitos, la visión de COBIT 5 en esta distinción clave entre gobierno y gestión es:

- Gobierno

“El Gobierno asegura que se evalúan las necesidades, condiciones y opciones de las partes interesadas para determinar que se alcanzan las metas corporativas equilibradas y acordadas; estableciendo la dirección a través de la priorización y la toma de decisiones; y midiendo el rendimiento y el cumplimiento respecto a la dirección y metas acordadas” (ISACA, 2012).

- Gestión

“La gestión planifica, construye, ejecuta y controla actividades alineadas con la dirección establecida por el cuerpo de gobierno para alcanzar las metas empresariales” (ISACA, 2012).

En conjunto estos cinco principios habilitan a la empresa a construir un marco de gestión de gobierno y gestión efectivo que optimiza la inversión y el uso de información y tecnología para el beneficio de las partes interesadas.

#### Habilitadores

- Principios, políticas y marcos de referencia.
- Procesos.
- Estructuras organizativas.
- Cultura, ética y comportamiento.
- Información.
- Servicios, infraestructura y aplicaciones.
- Gente, habilitadores y competencias.

#### **Principios, políticas y marcos de referencia**

Los propósitos en este habilitador son:

- Transmitir la dirección e instrucciones de los cuerpos de gobierno y dirección.
- Comunicar las reglas de la corporación.
- Soportar los objetivos de gobierno y valores de la corporación definidos por el consejo y dirección ejecutiva.

Los principios deben ser limitados en número y expresar claramente los valores de la empresa, mientras que las políticas son una guía más detallada para llevar a la práctica los principios.

Un marco de referencia de políticas que describa:

- Alcance y validez.
- Consecuencias por fallar en el cumplir de la política.
- Formas de manejar las excepciones.
- Formas en la cual una política se mide y verifica.

## **Procesos**

Un proceso es un “conjunto de prácticas influenciadas por las políticas y procedimientos corporativos que toman entradas de un número de fuentes (incluyendo otros procesos), manipulan las entradas y producen salidas” (ISACA, 2012).

COBIT 5 detalla 37 procesos en 5 dominios, la definición y estructura de proceso está basada en el ISO 15504.

Gobierno: Un dominio con 5 procesos alineado con evaluar, orientar y supervisar.

Gestión: Cuatro dominios con 32 procesos alineados con planear, construir, ejecutar y supervisar.

## **Estructuras organizativas**

Buenas prácticas de estructuras organizativas

- Principios operacionales: Los acuerdos prácticos relacionados con la forma como la estructura operará, la frecuencia de las reuniones, la documentación y otras reglas.
- Alcance de control: Las fronteras de los derechos de decisión de la estructura organizacional.
- Nivel de autoridad: Las decisiones que la estructura está autorizada a tomar.
- Delegación de autoridad: Cómo los derechos para tomar decisiones son delegadas a otras estructuras que le reportan.
- Procedimientos de escalamiento: Acciones requeridas en caso de problemas en la toma de decisiones.

## Cultura, ética y comportamiento

Las buenas prácticas para crear y mantener un comportamiento deseado en toda la empresa incluye:

- Comunicación del comportamiento deseado y valores de la organización.
- Generar conciencia del comportamiento deseado, reforzando por el ejemplo de la dirección.
- Incentivar para mantener y prevenir para reforzar el comportamiento deseado.
- Reglas y normas ligando claramente principios y políticas.

## Información

El catalizador información considera toda la información relevante para la empresa, no sólo la información automatizada. La información puede ser considerada como una etapa dentro del “ciclo de la información” de una empresa. Dentro del ciclo de la información (figura 3), los procesos de negocio generan y procesan datos, transformándolos en información y conocimiento, y en última instancia generando valor para la empresa (ISACA, 2012).

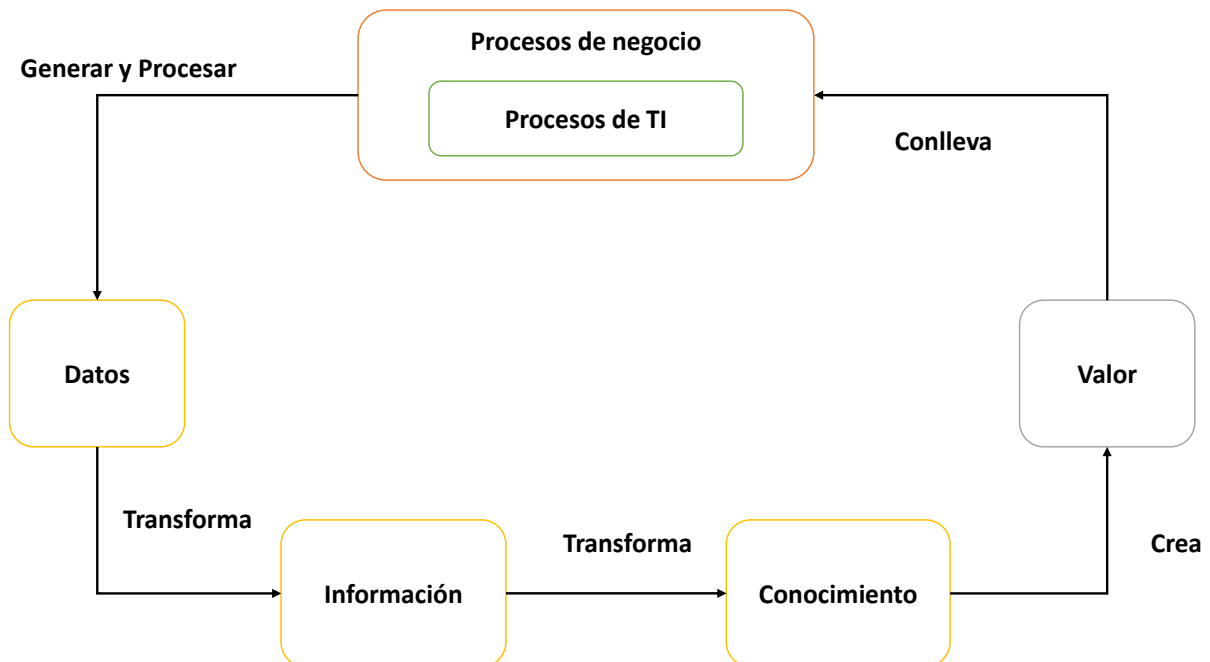


Figura 3 Ciclo de la información. Fuente: adaptado de CobIT 5 ISACA (2012).

## **Servicios, infraestructura y aplicaciones**

Los principios de arquitectura son sobretodo guías para gobernar la implementación y uso de los recursos relacionados con TI dentro de la organización, las buenas prácticas en este habilitador son (ISACA, 2012):

- **Reúso:** Componentes comunes de arquitectura deben de ser utilizados al diseñar e implementar las soluciones como parte del objetivo de transición de arquitecturas.
- **Comprar vs Construir:** Las soluciones deberán ser adquiridas a menos que haya una razón aprobada por su desarrollo interno.
- **Simplicidad:** La arquitectura empresarial deberá de ser tan simple como sea posible mientras se cumpla con los requerimientos de la empresa.
- **Agilidad:** La arquitectura empresarial debe de ser ágil para cumplir con las necesidades cambiantes de la organización de manera efectiva y eficiente.
- **Apertura:** La arquitectura empresarial deberá de apalancarse en estándares abiertos de la industria.

## **Gente, habilidades y competencias**

Al definir los requerimientos de habilidades objetivos para cada rol:

- A través de diferentes niveles de habilidades en diferentes categorías de habilidades.
- Las categorías de habilidades correspondientes con actividades comprometidas a las relaciones con TI.
- La definición de la habilidad necesaria para cada nivel y categoría.

## **Ciclo de vida para la implementación de COBIT 5**

COBIT 5 define siete fases del ciclo de vida, las cuales son:

1. ¿Cuáles son los motivos?
2. ¿Dónde estamos ahora?
3. ¿Dónde queremos ir?
4. ¿Qué es preciso hacer?
5. ¿Cómo conseguiremos llegar?
6. ¿Hemos conseguido llegar?
7. ¿Cómo mantenemos vivo el ímpetu?

## Modelo de evaluación de capacidad del proceso

Históricamente los marcos han adoptado el enfoque CMMI combinando capacidad y madurez en una sola evaluación pero la norma ISO/IEC 15504 argumenta que estas son dos evaluaciones separadas las cuales son:

- Evaluación de capacidad: Se realiza a nivel proceso con fines de mejora, los resultados de las diferentes evaluaciones de proceso no pueden ser matemáticamente acumuladas a nivel de empresa (ISACA, 2012).
- Evaluación de madurez: Se hace a nivel empresa o de organización y utiliza un criterio diferente a los atributos y escala de medición de una evaluación de capacidad (ISACA, 2012).

## Beneficios del programa de evaluación de COBIT

Evaluaciones más sólidas, objetivas y repetibles utilizando un modelo de evaluación basado en la capacidad:

- Requisitos específicos del proceso.
- Atributos del proceso basado en ISO 15504.
- Requerimientos de evidencia.

## Fundamentos de MoProSoft

En 2002 el gobierno mexicano implementó el Programa para el Desarrollo de la Industria de Software (ProSoft) a través de la Secretaría de Economía. El objetivo fundamental de ProSoft es elevar y extender la competitividad del país, mediante la estrategia de promover el uso y aprovechamiento de la tecnología y de la información (Secretaría de Economía, 2007).

A través de ProSoft, México propuso las siguientes metas en relación a la industria de software:

- Alcanzar el promedio mundial de gasto en tecnologías de información.
- Convertirse en el líder latinoamericano de soporte y servicios basados en tecnologías de información.

Para conseguir estas metas, se definieron las siguientes estrategias:

1. Promover exportaciones y atraer inversiones.
2. Crear programas de educación y formación de personal competente.
3. Contar con un marco legal promotor de la industria.
4. Desarrollar el mercado interno.
5. Fortalecer a la industria local.
6. Alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos.

7. Promover la construcción de infraestructura física y de telecomunicaciones.

De estas estrategias, resalta la número 6, la cual contiene los siguientes puntos:

6.1 Definición de un modelo de procesos y de evaluación apropiado para la industria de software mexicana.

6.2 Formación de instituciones de capacitación y asesoría en mejora de procesos.

6.3 Apoyo financiero para la capacitación y la evaluación de capacidad de procesos.

En el punto 6.1, ProSoft estableció que para alcanzar esta estrategia, el gobierno mexicano se dedicara a la tarea de construir un modelo de mejoras aplicable a México, lo que dio origen a MoProSoft (Gómez, 2007).

MoProSoft se define como un modelo de procesos para el desarrollo y mantenimiento de software dirigido a la pequeña y mediana industria y a las áreas internas de desarrollo de software (Oktaba y Alquicira 2004).

Su objetivo principal es incorporar las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software. Su incorporación en la industria eventualmente permitirá elevar la capacidad de ofrecer productos y servicios de software con calidad. MoProSoft fue desarrollado por expertos mexicanos que recopilaron las experiencias exitosas de la industria de software a nivel mundial, y las adaptaron a las necesidades y características de las Pequeñas y Medianas industrias mexicanas (PYMEs) desarrolladoras de software (Gómez, 2007).

MoProSoft está dividido en 9 procesos, llamados también prácticas, organizados por categorías de acuerdo a sus respectivas áreas de aplicación. Las categorías de procesos coinciden con los tres niveles básicos de la estructura de una organización: alta dirección, gestión y operación.

Está orientado a mejorar los procesos, para contribuir a los objetivos de negocio, y no simplemente ser un marco de referencia o certificación, es un modelo que se le considera práctico en su aplicación, principalmente en organizaciones pequeñas, con bajos niveles de madurez y resulta acorde con la estructura de las organizaciones mexicanas de la industria de software. Sintetiza las mejores prácticas en un conjunto pequeño de procesos que abarcan las responsabilidades asociadas a la estructura de una organización (Gómez, 2007).

Cada proceso esta cuidadosamente detallado a través de un instrumento llamado Patrón de Procesos, esta descripción está dividida en 3 partes: descripción general, descripción de prácticas y guías de ajuste. La descripción general incluye los siguientes componentes: nombre del proceso, categoría, propósito, descripción, objetivos, indicadores, metas cuantitativas, responsabilidad y autoridad; La descripción de la práctica incluye: roles involucrados y capacitación, actividades, diagrama de flujo de trabajo, verificaciones y validaciones, incorporación a la base de

conocimiento, recursos de infraestructura, mediciones, capacitación, situaciones excepcionales, lecciones aprendidas.

MoProSoft es un modelo integrado donde las salidas de un proceso están claramente dirigidas como entradas a otros; Resume las mejores prácticas en un conjunto de procesos que abarcan las responsabilidades asociadas a la estructura de una organización ya antes dicha.

También determina el nivel de madurez de la capacidad de cada proceso a través de una evaluación, que permite colocar a la empresa en uno de los siguientes 5 niveles:

- Nivel 1. Proceso realizado.
- Nivel 2. Proceso administrado.
- Nivel 3. Proceso establecido.
- Nivel 4. Proceso predecible.
- Nivel 5. Optimización del proceso.

También existe el nivel 0, que indica que el proceso está incompleto. El nivel de una empresa corresponde al nivel máximo al que están todos sus nueve procesos.

La categoría de alta dirección contiene el proceso de gestión de negocio.

La categoría de gerencia está integrada por los procesos de gestión de procesos, gestión de proyectos y gestión de recursos. Éste último está constituido por los subprocesos de recursos humanos y ambiente de trabajo, bienes, servicios e infraestructura y conocimiento de la organización.

La categoría de operación está integrada por los procesos de administración de proyectos específicos y de desarrollo y mantenimiento de software.

En cada proceso están definidos los roles responsables por la ejecución de las prácticas. Los roles se asignan al personal de la organización de acuerdo a sus habilidades y capacitación para desempeñarlos.

En MoProSoft se clasifican los roles en grupo directivo, responsable de proceso y otros roles involucrados, además se considera al cliente y al usuario como roles externos a la organización (Oktaba, 2005).

### **Categorías de procesos**

Categoría de alta dirección

Categoría de procesos que aborda las prácticas de alta dirección relacionadas con la gestión del negocio. Proporciona los lineamientos a los procesos de la categoría de gerencia y se retroalimenta con la información generada por ellos (Oktaba, 2005).

## Categoría de gerencia

Categoría de procesos que aborda las prácticas de gestión de procesos, proyectos y recursos en función de los lineamientos establecidos en la categoría de alta dirección. Proporciona los elementos para el funcionamiento de los procesos de la categoría de operación, recibe y evalúa la información generada por éstos y comunica los resultados a la categoría de alta dirección (Oktaba, 2005).

## Categoría de operación

Categoría de procesos que aborda las prácticas de los proyectos de desarrollo y mantenimiento de software. Esta categoría realiza las actividades de acuerdo a los elementos proporcionados por la categoría de gerencia y entrega a ésta la información y productos generados (Oktaba, 2005).

En la figura 4 se puede observar los procesos que componen cada una de las categorías anteriormente mencionadas.

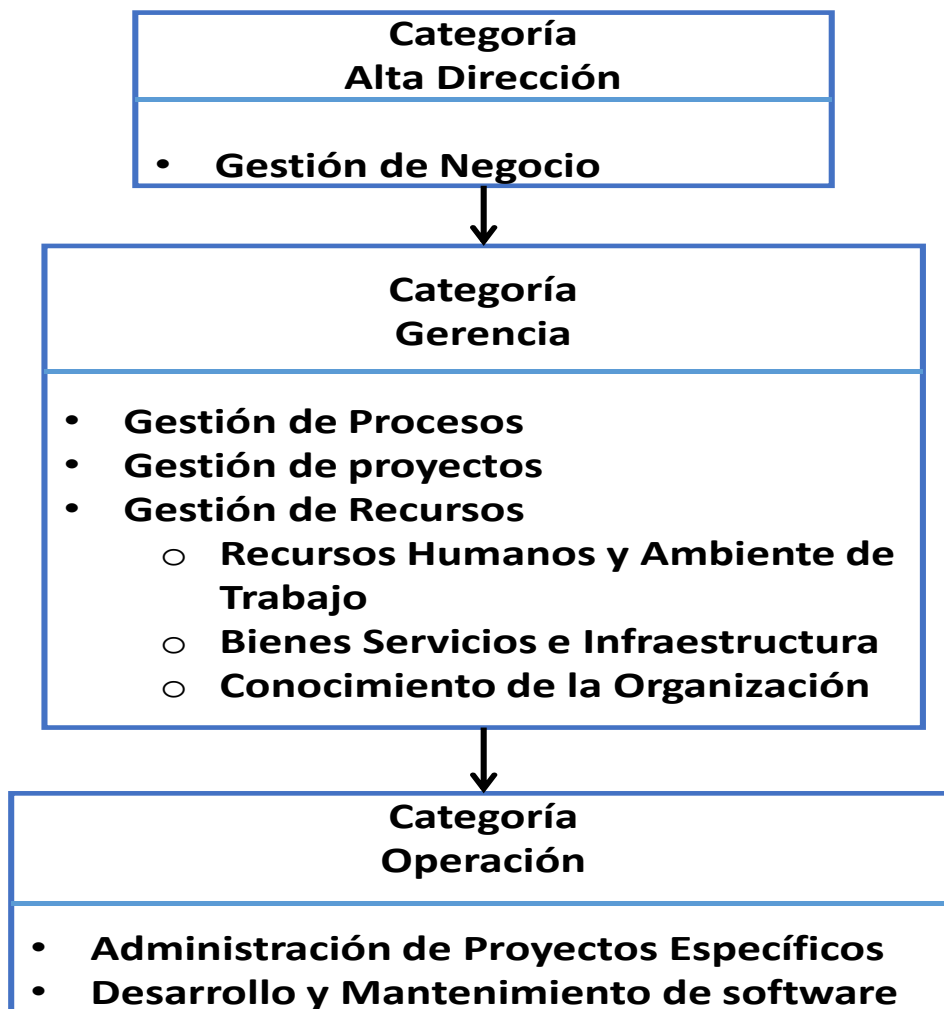


Figura 4 Diagrama de categorías de procesos. Fuente: adaptado de MoProSoft (2005).



## Gestión de negocio

El propósito de gestión de negocio es establecer la razón de ser de la organización, sus objetivos y las condiciones para lograrlos, para lo cual es necesario considerar las necesidades de los clientes, así como evaluar los resultados para poder proponer cambios que permitan la mejora continua.

Adicionalmente habilita a la organización para responder a un ambiente de cambio y a sus miembros para trabajar en función de los objetivos establecidos (Oktaba, 2005).

## Gestión de procesos

El propósito de gestión de procesos es establecer los procesos de la organización, en función de los procesos requeridos identificados en el plan estratégico. Así como definir, planificar, e implantar las actividades de mejora en los mismos (Oktaba, 2005).

## Gestión de proyectos

El propósito de la gestión de proyectos es asegurar que los proyectos contribuyan al cumplimiento de los objetivos y estrategias de la organización (Oktaba, 2005).

## Gestión de recursos

El propósito de gestión de recursos es conseguir y dotar a la organización de los recursos humanos, infraestructura, ambiente de trabajo y proveedores, así como crear y mantener la base de conocimiento de la organización. La finalidad es apoyar el cumplimiento de los objetivos del plan estratégico de la organización (Oktaba, 2005).

## Recursos humanos y ambiente de trabajo

El propósito de recursos humanos y ambiente de trabajo es proporcionar los recursos humanos adecuados para cumplir las responsabilidades asignadas a los roles dentro de la organización, así como la evaluación del ambiente de trabajo (Oktaba, 2005).

## Bienes, servicios e infraestructura

El propósito de bienes, servicios e infraestructura es proporcionar proveedores de bienes, servicios e infraestructura que satisfagan los requisitos de adquisición de los procesos y proyectos (Oktaba, 2005).

## Conocimiento de la organización

El propósito de este proceso es mantener disponible y administrar la base de conocimiento que contiene la información y los productos generados por la organización (Oktaba, 2005).

## Administración de proyectos específicos

En este proceso se establece y se lleva a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados (Oktaba, 2005).

## Desarrollo y mantenimiento de software

Su propósito es la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados cumpliendo con los requerimientos especificados (Oktaba, 2005).

## Uso del modelo de procesos

### Organizaciones sin procesos establecidos

Para usar este modelo en una organización que no cuenta con procesos establecidos ni documentados se debe generar una instancia de cada uno de los procesos, tomando en cuenta las siguientes consideraciones (Oktaba, 2005):

- Definir las metas cuantitativas de acuerdo a las estrategias de la organización.
- Revisar los nombres de los roles y los productos y en sus casos sustituirlos por los que se acostumbren en la organización.
- Para cada producto definir el estándar de documentación cumpliendo con las características mencionadas en la descripción del producto.
- Definir los recursos de infraestructura de cada proceso.
- Analizar si las mediciones de cada proceso son aplicables dentro del contexto de organización y en su caso modificarlas.
- Usar las guías de ajuste para adecuar el proceso en función de las estrategias de la organización.
- Posteriormente sustituir las guías de ajuste del modelo por las guías que apliquen en la organización.

Adicionalmente, para el proceso de desarrollo y mantenimiento de software, se requiere:

- Definir métodos, técnicas o procedimientos específicos para las actividades, tareas, verificaciones y validaciones.

### Organizaciones con procesos establecidos

Para usar este modelo en una organización que cuente con procesos establecidos o documentados, se debe establecer la correspondencia entre estos procesos y el modelo MoProSoft para identificar las coincidencias y discrepancias.

La organización debe analizar las discrepancias y planificar las actividades de ajuste de los procesos para lograr la cobertura completa de MoProSoft (Oktaba, 2005).

#### Implantación y mejora continúa

La organización debe establecer la estrategia de implantación de los procesos definidos. Puede decidir probarlos en proyectos piloto o implantarlos al mismo tiempo en toda la organización.

Con el transcurso del tiempo, los procesos deben evolucionar con base en las sugerencias de mejora e ir alcanzando los objetivos del plan estratégico de la organización con metas cuantitativas cada vez más ambiciosas. De esta manera la organización puede ir logrando la madurez a través de la mejora continua de sus procesos (Oktaba, 2005).

#### Verificación y validación de software

“Verificación es el conjunto de actividades que aseguran que el software implemente correctamente una función específica” y la “Validación es un conjunto diferente de actividades que aseguran que el software construido corresponde y satisface los requisitos del cliente” (Pressman, 2010).

La verificación y validación es el nombre que se da a los procesos de comprobación y análisis que aseguran que el software que se desarrolla está acorde a su especificación y cumple las necesidades de los clientes. La verificación y validación es un proceso de ciclo de vida completo. Inicia con las revisiones de los requerimientos y continúa con las revisiones del diseño y las inspecciones del código hasta la prueba del producto. Existen actividades de verificación y validación en cada etapa del proceso de desarrollo del software (Drake y López, 2009).

La verificación y la validación abarcan una amplia lista de actividades de aseguramiento de la calidad del software, estas incluyen: Revisiones técnicas formales, auditorías de calidad, simulación, factibilidad, revisión de documentación, y pruebas de diversos tipos. Las pruebas son la mejor forma de evaluar la calidad y de descubrir errores.

Es importante llevar a cabo la validación de los requerimientos del sistema de forma inicial, es fácil cometer errores y omisiones durante la fase de análisis de requerimientos del sistema y, en tales casos, el software final no cumplirá las expectativas del cliente. Sin embargo, en la realidad, la validación de los requerimientos no puede descubrir todos los problemas que presenta la aplicación, algunos defectos en los requerimientos solo pueden descubrirse cuando la implementación del sistema es completada.

Dentro del proceso de verificación y validación se utilizan dos técnicas de comprobación y análisis de sistemas:

1. Las inspecciones del software analizan y comprueban las representaciones del sistema como el documento de requerimientos, los diagramas de diseño y el código fuente del programa. Se aplica a todas las etapas del proceso de desarrollo.
2. Las pruebas del software consiste en contrastar las respuestas de una implementación del software a series de datos de prueba y examinar las respuestas del software y su comportamiento operacional, para comprobar que se desempeñe conforme a lo requerido.

Las inspecciones de software se pueden utilizar en todas las etapas del proceso, mientras que las técnicas de prueba sólo se pueden cuando está disponible un prototipo o código ejecutable. Las técnicas de inspección incluyen inspección de programas, análisis automatizado de código fuente y verificación formal.

Sin embargo las técnicas estáticas sólo pueden comprobar la correspondencia entre un programa y su especificación y no puede probar que el software es de utilidad operacional, y mucho menos que las características no funcionales del software son las correctas. Por lo tanto, para validar un sistema de software, siempre se requieren llevar a cabo ciertas pruebas (Drake y López P, 2009).

Al proceso de eliminación de los errores que se descubren durante las fases de prueba se denomina depuración, el cual es un proceso independiente que no tiene por qué estar integrado:

- La verificación y validación establece la existencia de defectos en el programa.
- La depuración es el proceso que localiza el origen y corrige estos defectos.

Llevar a cabo pruebas sistemáticas de los programas requiere que se desarrollen, ejecuten y examinen diferentes pruebas, este proceso es muy largo y caro. Por el contrario la inspección del software no requiere que el programa se ejecute como lo que se puede utilizar como técnica de verificación antes de que el sistema esté totalmente implementado. Durante una inspección, se examina el código fuente del sistema y se compara con la especificación del mismo que se dispone (Drake y López, 2009).

Existen dos razones por las que las inspecciones son más efectivas que las pruebas:

- Varios defectos se detectan en una sola inspección. El problema con las pruebas es que sólo pueden detectar único fallo por prueba, ya que los

defectos de la primera que se detecte puede afectar a la detección de las siguientes.

- Usa el conocimiento del dominio y del lenguaje de programación que se utiliza.

En esencia, es más probable que los revisores vean los tipos de errores que comúnmente ocurre el lenguaje de programación particulares y en los tipos particulares de la aplicación (Drake y López, 2009).

### **Pruebas de software**

A excepción de programas pequeños, los sistemas no se prueban como una unidad monolítica, los sistemas se construyen a partir de subsistemas, que a su vez están se construyen a partir de módulos que están compuestos de operaciones y funciones, por tanto el proceso de prueba se lleva a cabo en etapas en las que las pruebas se aplican de forma incremental, en conjunto con la implementación del sistema (Drake y López, 2009).

Prueba de unidades: Se prueba cada componente individual de forma independiente. Encontrar fallos en módulos de forma aislada es mucho más fácil que encontrarlos cuando ya se encuentran ensamblados dentro de la aplicación (Drake y López, 2009).

Llevar a cabo pruebas consiste en ejecutar el sistema con datos de entrada específicamente formulados para la prueba que se realiza. La prueba de insuficiencias o defectos del programa se obtienen analizando las respuestas que proporciona y buscando anomalías respecto de lo esperado. Las pruebas se pueden llevar a cabo durante la fase de implementación para verificar que el software se comporta tal como los pretendió el diseñador, y después de que la implementación está completa.

Existen dos tipos diferentes de prueba, que se utilizan en las diferentes etapas de desarrollo del software:

1. Las pruebas de defectos: Pretenden encontrar las inconsistencias entre un programa y su especificación. Estas inconsistencias se deben habitualmente a los fallos o defectos en el código del programa, las pruebas se diseñan para revelar la presencia de defectos en el sistema, más que para evaluar su capacidad operacional (Drake y López, 2009).
2. Las pruebas estadísticas: se utilizan para probar el desempeño y la fiabilidad del programa y comprobar cómo trabaja bajo condiciones operacionales. Las pruebas se diseñan para reflejar las entradas de los usuarios y su frecuencia (Drake y López, 2009).

Después de llevar a cabo las pruebas, se puede hacer una estimación de la fiabilidad operacional del sistema contando el número de caídas observadas en el sistema. La

capacidad del programa se valora midiendo el tiempo de ejecución y el tiempo de respuesta del sistema cuando procesa los datos estadísticos de la prueba.

No existe una separación clara entre estos dos tipos de pruebas. Durante las pruebas de defectos los desarrolladores obtienen una visión intuitiva de la fiabilidad, y durante las pruebas estadísticas, se descubren obviamente muchos fallos (Drake y López, 2009).

### **Pruebas funcionales**

Las pruebas funcionales o de caja negra son una estrategia para seleccionar las pruebas de fallos basándose en las especificaciones de los componentes y programas, y no del conocimiento de su implementación. El sistema se considera como una caja negra cuyo comportamiento sólo se puede determinar estudiando las entradas y de contrastarlas con las respuestas que proporciona el sistema.

Este enfoque se puede aplicar de igual forma a los sistemas que están organizados como librerías de funciones, o como objetos. El probador introduce las entradas en los componentes del sistema y examina las salidas correspondientes, si las salidas no son las previstas, entonces la prueba ha detectado exitosamente un fallo en el software (Drake y López, 2009).

### **Pruebas estructurales**

En las pruebas estructurales o de caja blanca las pruebas se seleccionan en función del conocimiento que se tiene de la implementación del módulo, se suelen aplicar a módulos pequeños.

El probador analiza el código y deduce cuántos y qué conjuntos de valores de entrada han de probarse para que al menos se ejecute una vez cada sentencia del código, se pueden reafirmar los casos de prueba que se identifican con pruebas de caja negra (Drake y López, 2009).

### **Pruebas de integración**

Una vez que se han probado los componentes individuales del programa, deben integrarse para crear un sistema parcial o completo. En el proceso de integración hay que probar el sistema resultante con respecto a los problemas que surjan de las interacciones de los componentes.

Las pruebas de integración se desarrollan a partir de la especificación del sistema y se inician tan pronto como estén disponible versiones utilizables de algunos componentes del sistema.

La principal dificultad que surge en las pruebas de integración es localizar los errores que se descubren durante el proceso. Existen interacciones complejas entre los componentes del sistema y cuando se descubre una salida anómala, es difícil

encontrar la fuente de error, para hacer más fácil la localización de errores, siempre se utiliza un enfoque incremental para la integración y prueba del sistema. De forma inicial se deben integrar un conjunto operativo mínimo, y probarlo. Luego se agregan nuevos componentes a esta configuración mínima y se prueba después de que se agrega cada incremento (Drake y López, 2009).

### **Administración de proyectos de software**

Las organizaciones desarrollan trabajos, generalmente los trabajos envuelven operaciones y/o proyectos. Estas operaciones y proyectos comparten ciertas características:

- Son desarrollados por personas.
- Están restringidos por recursos limitados.
- Son planificados, ejecutados y controlados.

La diferencia entre las operaciones y los proyectos es que en las primeras los trabajos se repetitivos y continuos mientras que en los segundos, el trabajo es temporal y único, Se entiende por proyecto a “un esfuerzo temporal para crear un único producto o servicio” (PMBOK, 2008).

El hecho que sea temporal implica que tenga un comienzo y un fin, el fin es alcanzado cuando los objetivos de proyecto son cumplidos o cuando queda claro que estos no podrán ser cumplidos.

Los proyectos son tomados a cualquier nivel de la organización, pueden involucrar a una o cientos de personas, puede requerir menos de cien horas para ser completados o más de diez millones. Los proyectos pueden involucrar una o varias unidades de la organización y a su vez pueden pasar los límites de la misma a través de sociedades (PMBOK, 2008).

La administración de proyectos “es la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas para las actividades de un proyecto con el objeto de satisfacer o superar las necesidades y expectativas de los interesados del proyecto” (PMBOK, 2008).

### **Fases y ciclo de vida**

Como los proyectos son productos únicos, conllevan un cierto grado de incertidumbre, para poder llevar un mejor control de ellos las organizaciones generalmente los dividen en fases para proveer un mejor control administrativo y mejores accesos a las diferentes operaciones que se realizan en los proyectos.

Cada fase de un proyecto está marcada por la finalización de uno o algunos entregables. Un entregable es un trabajo tangible y verificable. Cada fase normalmente incluye un conjunto de productos definidos, diseñados para establecer el nivel de control deseado.

El ciclo de vida del proyecto sirve para definir qué acciones transitorias deben ser incluidas en la finalización del proyecto, y generalmente define:

- Los trabajos técnicos que deben ser realizados en cada fase.
- Quién debe estar involucrado en cada fase.

Las descripciones del ciclo de vida pueden ser generales o detalladas. Cuando son detalladas existen varios formularios, diagramas y/o listas de chequeo que ayudan a proveer consistencia, a este nivel de detalle se le llama metodología de gestión de proyecto (PMBOK, 2008).

Tipos de procesos existentes.

Se entiende como proceso a una serie de acciones que dan un resultado, los procesos de un proyecto son desarrollados por personas y generalmente se encuentran en una de las siguientes categorías:

- Procesos de gestión de proyectos, que están enfocados a describir y organizar el trabajo de un proyecto.
- Procesos orientados a productos, enfocados en especificar y crear el producto del proyecto.

Proceso de gestión de proyectos

Los procesos de gestión de proyectos definidos por el PMBOK son los siguientes:

- Iniciación

Se reconoce que un proyecto o una fase debe comenzar.

- Planificación

Se mantiene un esquema trabajable para cumplir las necesidades del negocio sobre las cuales el proyecto debe tratar.

- Ejecución

Se coordinan personas y otros recursos para llevar a cabo un plan.

- Control

Se asegura que los objetivos del proyecto están siendo satisfechos mediante el monitoreo y medición progresiva y tomando acciones correctivas cuando sea necesario.



- Cierre

Se formaliza la aceptación del proyecto o de la fase siendo llevada a una finalización ordenada.

Cada uno de los procesos incluye actividades y subprocesos. Estos procesos no son eventos de una sola ocurrencia, ya que ocurren en diferentes niveles de intensidad a lo largo de todas las fases de un proyecto, como se puede observar en la figura 5.

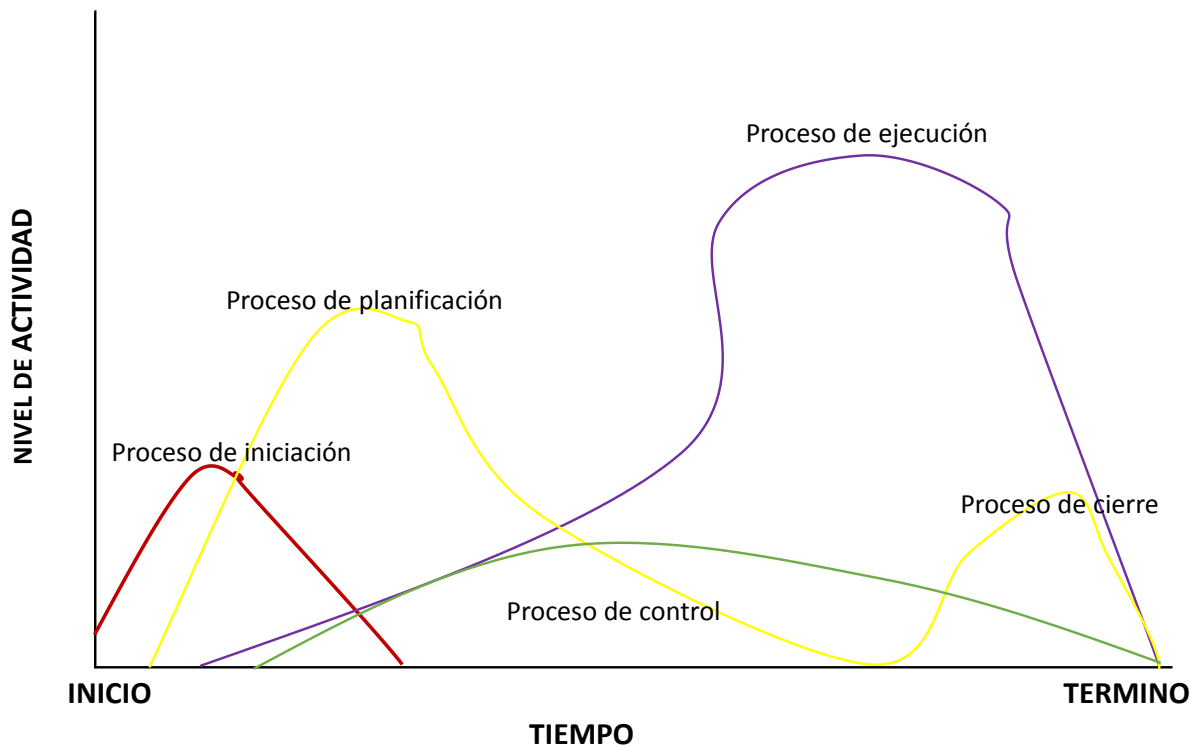


Figura 5 Ciclo de vida del proyecto. Fuente: adaptado de la Guía del PMBOK (2008).

Además de los procesos, los subprocesos están relacionados unos con otros como se muestra en la figura 6, por medio de sus inputs y outputs, el PMBOK describe estas relaciones como:

- Inputs: Documentos mediante los cuales se actuará.
- Herramienta y técnicas: Mecanismos aplicados a los inputs para crear los outputs.
- Outputs: Documentos que son el resultado de los procesos.

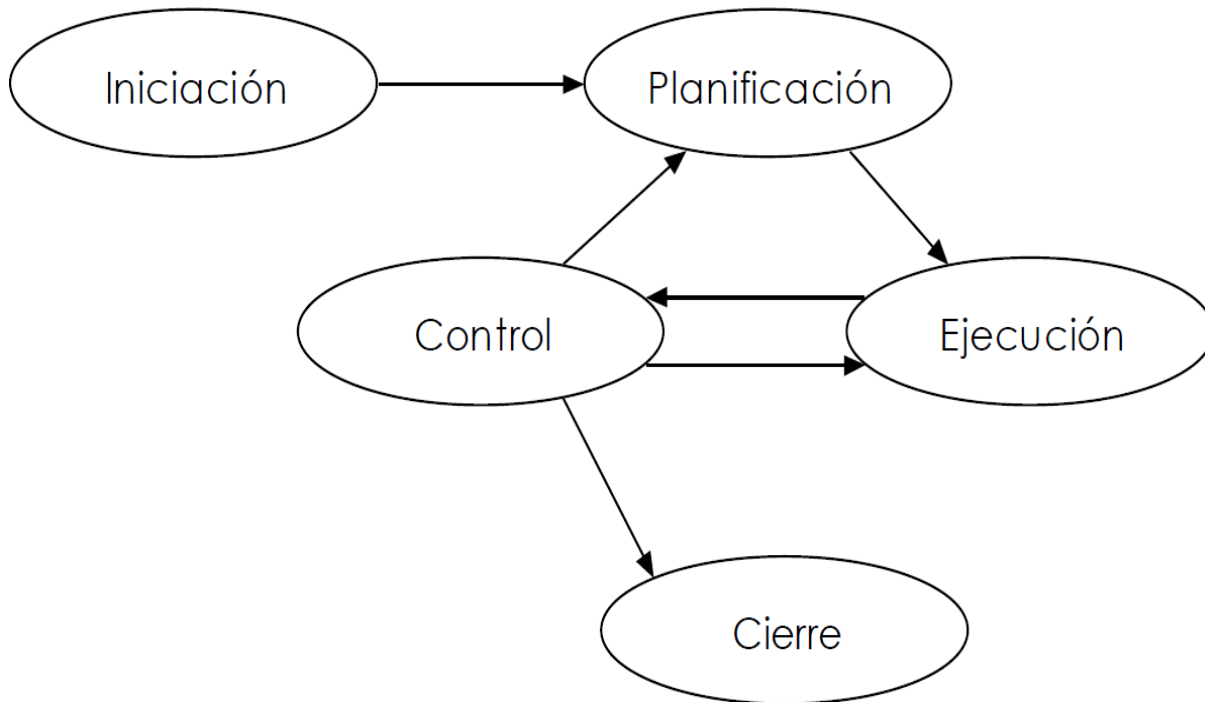


Figura 6 Procesos de Gestión de Proyectos. Fuente: adaptado de la Guía del PMBOK (2008).

#### Proceso de iniciación

Particularmente, el proceso de Iniciación contiene un único subproceso, el cual compromete a la organización para iniciar la siguiente fase del proyecto (PMBOK, 2008).

#### Proceso de planificación

La planificación es de gran importancia para un proyecto ya que este posiblemente involucra hacer algo que no ha sido hecho anteriormente. Por esta razón existe una gran cantidad de subprocesos en este punto, sin embargo el número de subprocesos no implica que a gestión de proyectos es meramente planificar; la cantidad de planificación realizada debe ser equivalente con el alcance del proyecto y la utilidad que brinde su información (PMBOK, 2008).

#### Proceso de ejecución

El proceso de ejecución incluye subprocesos básicos y de facilitación, como se muestra en la figura 7.

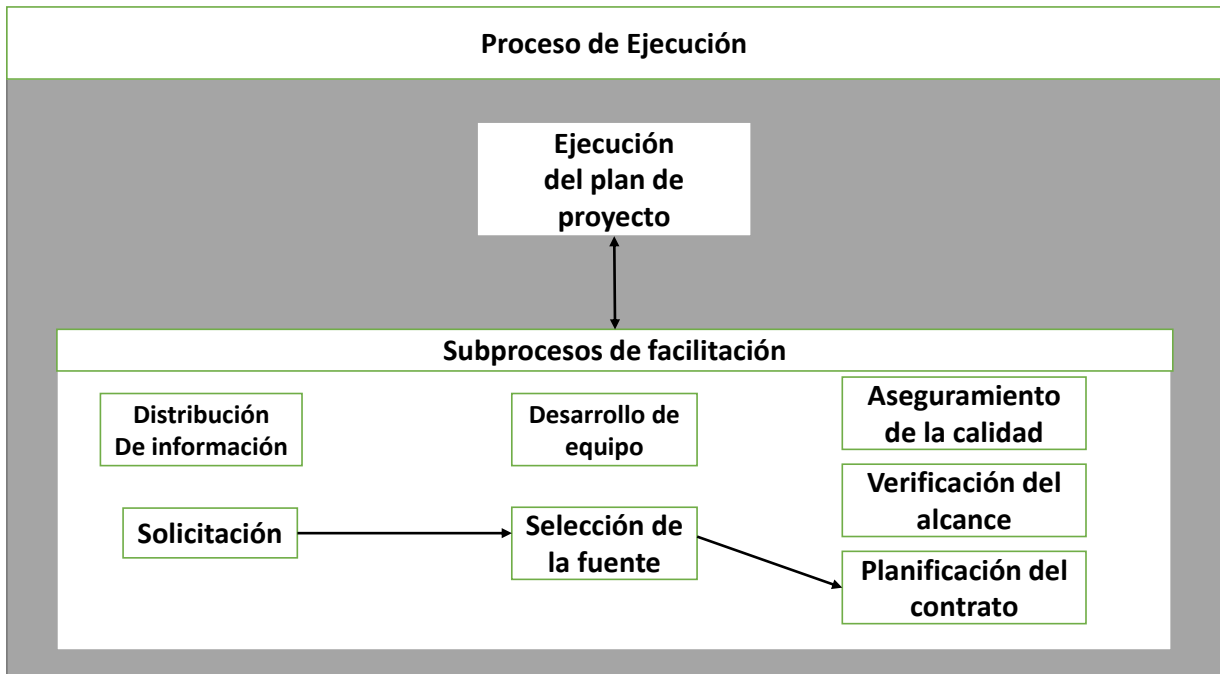


Figura 7 Proceso de Ejecución. Fuente: adaptado de la Guía del PMBOK (2008).

### Proceso de Control

El desenvolvimiento del proyecto debe ser medido regularmente para identificar variaciones con respecto al plan. El proceso de control contiene subprocesos básicos y de facilitación tal y como se muestra en la figura 8.

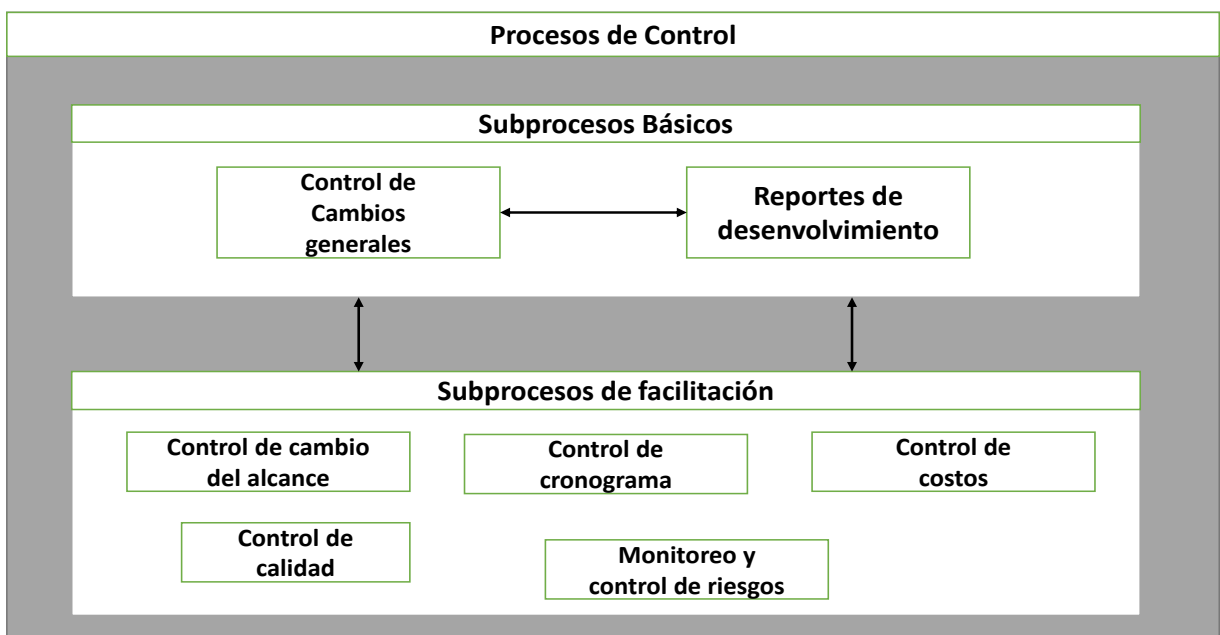


Figura 8 Proceso de Control. Fuente: adaptado de la Guía del PMBOK (2008).

## Proceso de cierre

Los subprocesos del proceso de cierre son:

- Cierre administrativo: Se genera, reúne y difunde información para formalizar la finalización del proyecto.
- Cierre del contrato: Se completa el contrato incluyendo resoluciones de cualquier tema pendiente.

El PMBOK define áreas de conocimiento en función de sus prácticas y sus procesos las cuales son:

### Gestión de integración

Describe los procesos requeridos para asegurar que todos los elementos del proyecto están propiamente coordinados.

### Gestión de alcance

Describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido para completar el proyecto exitosamente.

### Gestión de tiempo

Describe los procesos requeridos para asegurar los tiempos completados del proyecto.

### Gestión de costos

Describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto es completado dentro del presupuesto aprobado.

### Gestión de calidad

Describe los procesos requeridos para asegurar que el proyecto satisfaga las necesidades para las cuales fue concebido y puesto en marcha.

### Gestión de recursos humanos

Describe los procesos requeridos para hacer el uso más efectivo de las personas involucradas en el proyecto.

## Gestión de comunicación

Describe los procesos requeridos para asegurar la generación, recopilación, difusión, almacenamiento y disposición de la información del proyecto de manera puntual y apropiada.

## Gestión de riesgos

Describe los procesos concernientes con la identificación, análisis y respuesta hacia los riesgos que podrían afectar al proyecto.

## Gestión de consecución

Describe los procesos requeridos para adquirir bienes y servicios de entidades externas a la organización.

## Calidad

La Calidad del Software es “la concordancia con los requerimientos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo documentados y con las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente” (Pressman, 2010).

La calidad se refiere a características que pueden ser medidas y con base a esto se puede definir dos tipos de calidad:

- Calidad del diseño: requisitos, especificaciones y diseño del sistema.
- Calidad de concordancia: se refiere a si la implementación sigue el diseño y el sistema resultante satisface sus requisitos y metas de desempeño.

## Control de calidad

El control de calidad es una serie de inspecciones, revisiones y pruebas empleadas a lo largo del proceso de software para garantizar que cada producto de trabajo satisfaga los requisitos que le se le han asignado. Incluye un ciclo de retroalimentación que permite afinar el proceso cuando los productos de trabajo no satisfacen sus especificaciones (Pressman, 2010).

La calidad del software debe implementarse en todo el ciclo de vida del mismo, las distintas actividades para la implantación del control de calidad en el desarrollo de software son:

1. Aplicación de metodología y técnicas de desarrollo.
2. Reutilización de procesos de revisión formales.
3. Prueba del software.
4. Ajustes a los estándares de desarrollo.

5. Control de cambios, mediciones y recopilación de información.
6. Gestión de informes sobre el control de calidad.

### **Costo de la calidad**

Incluye todos los costos que genera la búsqueda de calidad o que demanda el desarrollo de las actividades relacionadas con la calidad, los cuales son:

- Costos de prevención: Planificación, revisiones técnicas formales, equipo de prueba y entrenamiento.
- Costos de evaluación: Inspección en el proceso y entre procesos, calibración y mantenimiento de equipos y prueba.
- Costos de fallas: Son aquellos que desaparecerían sino aparecieran defectos antes de enviar un producto a los clientes.
- Costo de fallas Internas: Aparecen cuando se detectan defectos en el producto antes del envío. Incluyen reelaboración, reparación y análisis en modo de fallas.
- Costo de fallas externas: Se asocian a defectos detectados después del envío del producto al cliente. Ejemplo: resolución de quejas, devolución y reemplazo del producto, soporte de ayuda en línea y trabajo de garantía.

### **Gestión de la calidad**

El propósito de la gestión de la calidad del software es, en primer lugar, entender las expectativas del cliente en términos de calidad, y poner en práctica un plan proactivo para satisfacer esas expectativas. Dado que la calidad está definida por el cliente, podría parecer que es completamente subjetiva. De cualquier forma, hay muchas cosas acerca de la calidad que pueden hacerse objetivamente, esto requiere examinar cada una de las características individuales del software y determinar una o más métricas que pueden recolectarse para reflejar dichas características, dichas característica puede medirse contando los errores y defectos de la solución (Pressman, 2010).

Existen tres actividades principales a realizar para dicha gestión:

1. Garantía de la calidad, es el establecimiento de un marco de trabajo de procedimientos y estándares organizacionales que conduce a software de alta calidad.
2. Planificación de la calidad, la selección de procedimientos y estándares adecuados a partir de este marco de trabajo y la adaptación de éstos para un proyecto de software específico.
3. Control de la calidad, se refiere a la definición y fomento de los procesos que garanticen que los procedimientos y estándares para la calidad del proyecto son seguidos por el equipo de desarrollo de software.

Los procesos de gestión de la calidad comprueban las entregas del proyecto para asegurarse que concuerdan con los estándares y metas organizacionales. El equipo de garantía de calidad debe ser independiente del equipo de desarrollo para que pueda tener una visión objetiva del software.

### **Aseguramiento de la calidad**

Es un conjunto de funciones de auditoría e información que evalúan la efectividad y que tan completas son las actividades de control de calidad, los involucrados son (Pressman, 2010):

- Los ingenieros de software que realizan el trabajo técnico.
- Un grupo de aseguramiento de la calidad tiene la responsabilidad de planificar, supervisar, guardar registros, analizar y reportar la garantía de calidad.

### **Revisiones**

Las revisiones se aplican en varios puntos durante la ingeniería del software y sirven para descubrir errores y defectos que luego pueden eliminarse. Existen muchos tipos, de los cuales se consideran el medio más efectivo para descubrir errores y mejorar la calidad del software la llamada revisión técnica formal o inspección de código (Pressman, 2010).

#### **Revisiones Técnicas Formales**

Es una actividad de control de calidad del software lleva a cabo por una Junta de Revisión que incluye recorridos, inspecciones, revisiones cíclicas y otro pequeño grupo de evaluaciones técnicas de software. Una revisión técnica formal sólo tendrá éxito si se planifica, controla y atiende apropiadamente. Su objetivo principal es descubrir los errores durante el proceso, de modo que no se conviertan en defectos después de liberar el software (Pressman, 2010).

#### **Informe de la revisión y conservación de registros**

En base a las anotaciones del Registrador se genera, al finalizar la junta, una Lista de problemas de revisión y se llena un informe resumen de la revisión técnica formal.

El informe resumen de la revisión técnica formal consta de una sola página que responde a tres preguntas:

1. ¿Qué fue revisado?
2. ¿Quién lo revisó?
3. ¿Cuáles fueron los hallazgos y conclusiones?

Este se adjunta al registro histórico del proyecto y puede ser enviada al jefe del proyecto y a otras partes interesadas.

La Lista de problemas de revisión sirve para dos propósitos:

1. Identificar áreas problemáticas dentro del producto.
2. Servir como lista de comprobación de puntos de acción que guíe al productor para hacer las correcciones.

Normalmente se adjunta al informe resumen, es importante establecer un procedimiento de seguimiento que asegure los problemas son corregidos adecuadamente (Pressman, 2010).

### **Plan de aseguramiento de la calidad**

El plan de aseguramiento de la calidad es desarrollado por un grupo encargado de la calidad y sirve como plantilla para las actividades de aseguramiento de la calidad instituidas para cada proyecto de software. El Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ha recomendado un estándar para los planes de aseguramiento de la calidad cuya estructura identifica (Pressman, 2010):

1. El propósito y el alcance del documento
2. Una descripción de todos los productos de trabajo de ingeniería del software.
3. Todos los estándares y prácticas aplicables que se aprovechan durante el proceso de software.
4. Acciones y tareas de SQA y su ubicación a través del proceso de software.
5. Herramientas y métodos que soportan las acciones y tareas de SQA.
6. Procedimientos de gestión de configuración de software para gestionar el cambio.
7. Métodos para ensamblar, salvaguardar y mantener todos los registros relacionados con el aseguramiento de la calidad.
8. Papeles y responsabilidades en la organización relativas a la calidad de producto.

### **Administración de proyectos y sus beneficios**

La administración de proyectos es un tema al cual no siempre se le da la importancia estratégica que tiene en las organizaciones. Cuando éstas desean emprender procesos de transformación en aspectos tales como tecnología de información, crecimiento del negocio, estructura organizacional, entre otros, usualmente recurren a la ejecución de iniciativas concretas que toman forma de proyectos. Sin embargo, si no existe una adecuada administración de dichos proyectos a lo largo de todo su ciclo de vida, se presentan resultados no deseados que van desde una obtención parcial de los beneficios esperados, hasta el fracaso mismo de los proyectos.



La clave para mitigar los riesgos asociados con la ejecución de los proyectos reside en el establecimiento y observancia de un marco de administración de proyectos en la organización (Mancilla, 2008).

Aunque la operación cotidiana y los proyectos comparten características comunes tales como que ambos son ejecutados por gente, se encuentran acotados por los recursos disponibles, y son planeados, ejecutados y controlados, difieren fundamentalmente en que las operaciones cotidianas son repetitivas, mientras que los proyectos son temporales y únicos.

Algunos de los beneficios de la administración de proyectos son:

- Conocer el grado de avance real en el proyecto.
- Establecer estimaciones para el término del proyecto.
- Conocer el desempeño de un proyecto en relación al costo presupuestado.

Aunque es imposible garantizar de manera absoluta que un proyecto será exitoso, una adecuada administración ayuda en gran medida a incrementar las posibilidades de que así sea.

### **Disciplina de administración de proyectos**

Se logra al aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para cumplir con los requerimientos de un proyecto en particular. Así mismo, se busca estandarizar el lenguaje y el método de trabajo del equipo que ejecutará el proyecto, estableciendo los pasos a seguir y documentación a utilizar en cada fase de forma tal de no omitir acciones importantes.

En Administración de Proyectos se pretende aprovechar de mejor manera los recursos críticos cuando están limitados en cantidad y/o tiempo de disponibilidad. También se enfoca a realizar acciones concisas y efectivas para obtener el máximo beneficio (Mendoza, 2007).

### **Requisitos para una adecuada administración de proyectos**

Sensibilizar a la dirección sobre la relevancia de la administración de proyectos.

La implantación de una cultura de administración de proyectos en la organización debe permear desde los niveles superiores, por lo que en primer lugar, la dirección de la organización debe percibir el valor que esta cultura aportará (Mancilla, 2008).

Establecer un marco organizacional que permita normar la ejecución de proyectos.

Se debe establecer el marco de referencia que incluya los procesos, las políticas, los formatos, la metodología y las herramientas para la administración de proyectos (Mancilla, 2008).

Evaluar y priorizar los proyectos de la organización.

Los proyectos deben pasar por una evaluación cualitativa y cuantitativa previo a su inicio. De esta forma la organización invertirá sus recursos en aquellos proyectos que resulten más relevantes debido a su retorno de inversión o a su valor estratégico (Mancilla, 2008).

Capacitar al personal encargado de la administración de proyectos.

Existen nueve áreas de conocimiento con las que el personal responsable de la administración de proyectos debe estar familiarizado en aras de lograr un mejor desempeño (Mancilla, 2008).

Mantener la visibilidad de los proyectos ante la alta dirección.

La Alta Dirección deberá ser uno de los grupos de interés que cuente con una actualización constante y precisa sobre el estado que guardan los proyectos. De esta manera contarán con elementos sólidos para tomar decisiones respecto a los mismos (Mancilla, 2008).

### **Riesgos de una mala administración de proyectos**

Los problemas derivados de una inadecuada administración de proyectos están relacionados con tres rubros que generalmente son considerados como indicadores del éxito de un proyecto: costo, tiempo y calidad/cumplimiento de especificaciones. Las causas que dan origen a estos problemas se pueden resumir de la siguiente manera:

- Planeación pobre del proyecto. No se realiza una adecuada planeación de la forma en que se integrarán los diferentes componentes del proyecto y/o las estimaciones de tiempo y costo de éste carecen de un sustento sólido, por lo que resultan poco confiables (Mancilla, 2008).
- Definición poco clara de expectativas. Las partes interesadas en el proyecto no tienen expectativas alineadas, por lo que el producto o servicio generado por el proyecto, puede no cumplir con las expectativas de calidad o especificaciones de los interesados (Mancilla, 2008).
- Falla en la administración del alcance del proyecto. No se mantiene un control estricto sobre los cambios que puedan afectar, ya sea la duración, el alcance y/o el costo del proyecto. Usualmente esto deriva en la pérdida de control sobre el alcance del proyecto (Mancilla, 2008).
- Falta de monitoreo durante la ejecución. No se conoce el estado real que guarda el proyecto en un momento determinado, lo cual imposibilita la toma de decisiones con respecto al mismo. Asimismo, esta situación no

permite identificar oportunamente los riesgos asociados al proyecto, y por ende imposibilita su mitigación (Mancilla, 2008).

### **Proceso de madurez en la administración de proyectos**

Una vez que la organización está dispuesta a enfrentar un cambio organizacional, deberá pasar por un proceso de maduración, que va desde lograr establecer un lenguaje común entre sus empleados; conocer y unificar procesos comunes entre las distintas áreas de la empresa; Lograr estandarizar una metodología, que sirva como punto de referencia para proyectos futuros; aprender de nuevas técnicas o de lecciones aprendidas de proyectos anteriores; hasta llegar a la cumbre de lo requerido: Mejora Continua (Mendoza, 2007).

Al lograr implementar una metodología para la administración de proyectos, se aseguran:

- a) Entregables según lo planeado, sinónimo de calidad.
- b) Documentación del proyecto.
- c) Clara definición del proceso de administración.
- d) Optimización en costo, tiempo y calidad.

### **Profesionalización de la Administración de proyectos**

La falta de cuantificación de beneficios es un problema grave que muchas empresas presentan. Plasmar los beneficios de un proyecto en un caso de negocio no sólo es un punto fundamental para evaluar la viabilidad de un proyecto previamente a su inicio, sino que además constituye la base para llevar a cabo una cuantificación y comparación de los beneficios estimados contra los realmente obtenidos, a la vez que promueve una cultura de eficiencia en la organización (Mancilla, 2008).

Otro punto a destacar en cuanto al rubro de cuantificación de beneficios, es que éste no concluye con el cierre del proyecto sino que, por el contrario, en la mayoría de los casos marca el inicio de esta tarea.

La administración de proyectos busca la eficiencia y el incremento de las posibilidades de éxito en la ejecución de un proyecto, mas no hay nada que lo garantice. Sin embargo, los proyectos exitosos tampoco ocurren por accidente (Mancilla, 2008).

Debido a que las empresas destinan cantidades millonarias a diferentes proyectos, éstas se preocupan cada vez más por contar con personal capacitado para que resulten exitosos. La realidad de las empresas mexicanas, sobre todo de las pequeñas y medianas, es que deberán adoptar la aplicación de conocimientos específicos en la administración de sus proyectos, dejando de lado las prácticas empíricas. Estos conocimientos suelen obtenerse con la práctica, sin embargo, esto puede ser complementado y potenciado con capacitación dirigida específicamente a

formar personal con responsabilidad en la administración de proyectos (Mancilla, 2008).

Una de las iniciativas más importantes en este rubro es la certificación como profesional en administración de proyectos emitida por el Project Management Institute (PMI). A través de esta certificación, el PMI busca promover una cultura de administración de proyectos que contribuya al logro de los objetivos de las organizaciones, en base a la certificación de personal que ha demostrado poseer un cierto nivel de experiencia práctica y conocimientos teóricos en las áreas de conocimiento involucradas en la ejecución de prácticamente cualquier proyecto (Mancilla, 2008).

Afortunadamente, esta cultura va ganando terreno paulatinamente, por lo que no es extraño ver hoy en día que algunas licitaciones públicas del gobierno mexicano establezcan como condición que el personal designado como gerente del proyecto por parte de los proveedores, cuente con la certificación como profesional en administración de proyectos. Ayudando a incrementar la posibilidad de éxito, la administración de proyectos es un habilitador para agilizar y hacer más efectivos los cambios dentro de la organización.

No se trata de ningún tema empírico y requiere de la disciplina de la organización. Las materias primas y los bienes de capital pueden importarse; con las personas no es tan sencillo. La administración de proyectos tiene el enorme desafío de formar a los encargados de esta materia en un mundo cambiante. Este tema requiere también conocimiento, concientización y sobre todo del compromiso de la alta dirección para que sea quien impulse este tipo de iniciativas hacia el resto de la compañía. Al mismo tiempo es a ella a quien se debe mantener informada del avance de los proyectos y sus beneficios (Mancilla, 2008).

La administración de proyectos es una herramienta estratégica para los negocios, no importando su tamaño o industria. La buena gestión es clave ya que aporta valor al proyecto, y por ende a la organización. A través de este mecanismo las buenas ideas pueden culminar en grandes resultados.

### Órganos reguladores o referencia

Los órganos reguladores son hasta cierto punto de reciente incorporación al derecho administrativo mexicano quien los vio florecer principalmente en la década de 1990. Las razones de ser de los reguladores varían de sector en sector (Álvarez, 2002).

La independencia y autonomía de los reguladores es esencial para generar confianza en el público inversionista y en la ciudadanía. Por lo cual es importante destacar lo que las mejores prácticas de la experiencia comparada sugieren para lograrlas.

Los reguladores pueden ser sectoriales, convergentes o multisectoriales, pueden o no tener facultades en competencia económica para el sector de que se trate,

pueden estar a cargo de una persona o de órganos colegiados. La actividad regulatoria y los riesgos de captura del regulador forman parte de los temas obligados cuando se hace un análisis de los órganos reguladores. Adicionalmente, la evolución de los órganos reguladores en distintos países proporciona un insumo fundamental en el análisis del mejor modelo de regulador para un país en específico (Álvarez, 2002).

Las entidades reguladoras son instituciones creadas para controlar sectores o industrias que ofrecen servicios (energía, comunicaciones, obras públicas, sector financiero, etc.). Estas entidades reguladoras intervienen en variables como el precio, los servicios accesorios, la regulación del mercado de trabajo o la calidad del bien o servicio de dichos sectores. La tabla 2 muestra los órganos reguladores en cuanto a la industria mexicana en materia de tecnología.

**Tabla 2 Órganos reguladores. Fuente: American National Standards Institute (ANSI).**

| Órgano regulador                                  | Siglas | Página web  |
|---|--------|---|
| Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.            | EMA    | <a href="http://www.ema.org.mx/">www.ema.org.mx/</a>  |
| Asociación de Normalización y Certificación, A.C. | ANCE   | <a href="http://www.ance.org.mx">www.ance.org.mx</a>  |
| Normalización y Certificación Electrónica, S.C.   | NYCE   | <a href="http://www.nyce.org.mx">www.nyce.org.mx</a>  |
| Normas Oficiales Mexicanas                        | NOM    | <a href="http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do">www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do</a>              |
| Normas Mexicanas                                  | NMX    | <a href="http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx">http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx</a> |

## Metodología

El contenido del presente trabajo fue realizado a partir de métodos que nos permitieran corroborar la hipótesis señalada; la metodología utilizada en el presente trabajo consistió en una investigación exploratoria y deductiva, sobre un caso de estudio práctico, que continuó con un método analítico para aplicación práctica del conocimiento adquirido en la facultad; valoración de los datos obtenidos; contrastación con la hipótesis; formulación de conclusión de recomendación así como la propuesta, la cual se divide en:

- a. Investigación cualitativa en la ingeniería de software
- b. Características principales de la investigación cualitativa
- c. Procedimiento general de la investigación cualitativa
- d. Componente cuantitativo
  - i. Planeación
  - ii. Diseño
  - iii. Ejecución
  - iv. Análisis
  - v. Control
  - vi. Toma de decisiones y difusión

## Capítulo 3

### Desarrollo de la tesis

#### Desarrollo

Para demostrar los beneficios al combinar las mejores prácticas y procesos del ISO/IEC 15504 y CMMI se realizó un análisis contra un proyecto; tomando en cuenta los requisitos mínimos para realizar una mejora de procesos de desarrollo y así poder medir el nivel de madurez de una organización en cuanto al desarrollo de software, por lo tal motivo el presente análisis se enfoca en la implementación de procesos y áreas de proceso para poder lograr un nivel de madurez.

Cabe señalar que el presente análisis se está basado en la parte 7 de ISO/IEC 15504: “Evaluación de la madurez de una organización” y en la representación por etapas de CMMI.

El proyecto muestra, llamado “Sistema de Mejora Continua” (SMC) fue elaborado para la Dirección de Colaboración y Vinculación de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DCV-DGTIC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El objetivo principal del proyecto era realizar un sistema web para concentrar las acciones de mejora, correctivas y preventivas resultado de las auditorías internas y externas.

Para comenzar con la comparación del SMC contra los diferentes niveles de madurez propuestos en los modelos anteriormente mencionados, se elaboró la tabla 3 mencionando las diferentes áreas de proceso que deben ser implementadas en cada nivel de madurez de CMMI, contra los procesos en cada nivel de madurez de ISO/IEC 15504.

Tabla 3 Niveles de madurez de ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: adaptado de Alarcón, González y Rodríguez (2011) y Garzás, Irrazábal y Santa (2011).

| CMMI | ISO/IEC 15504  |
|------|--|
|      | <p><b>Nivel de madurez 0</b></p> <p>Nivel en el que no se implementan procesos para el desarrollo de software. Por consiguiente no se alcanzan los propósitos de la organización, ni se identifican productos o salidas de proceso y no hay atributos a evaluar en este nivel.</p> |

| CMMI   | ISO/IEC 15504   |
|--|---|
| <p><b>Nivel de madurez 1</b></p> <p>En el nivel de madurez 1 de CMMI, la mayoría de los procesos son "ad-hoc" y caóticos, la organización usualmente no provee un ambiente estable para soportar los procesos. Es claro que el nivel de madurez 1 de CMMI es uno donde ninguna organización quiere estar y donde por lo general la mayoría que no tiene sus procesos definidos se encuentra.</p>   | <p><b>Nivel de madurez 1</b></p> <p>La organización simplemente implementa y alcanza de manera básica los resultados del proceso, además es posible identificar satisfactoriamente las salidas del proceso evaluado, teniendo en cuenta los procesos básicos descritos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro.</li> <li>• Definición de los requerimientos del usuario.</li> <li>• Análisis de los requerimientos del sistema.</li> </ul>   |
| <p><b>Nivel de madurez 2</b></p> <p>Las áreas de proceso que se enmarcan en este nivel de madurez son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de requerimientos.</li> <li>• Planificación de proyecto.</li> <li>• Monitorización y control del proyecto.</li> <li>• Gestión de acuerdos con proveedores.</li> <li>• Gestión de configuración.</li> <li>• Aseguramiento de la calidad de proceso y producto.</li> <li>• Medición y análisis.</li> </ul> <p>El área de proceso "Gestión de acuerdos con proveedores" sólo ha de ser implementada si las organizaciones externalizan actividades relacionadas con el desarrollo software a otras empresas.</p> | <p><b>Nivel de madurez 2</b></p> <p>La organización además de implementar los objetivos de los procesos, demuestra una planificación, seguimiento y control tanto de los procesos como de sus productos de trabajo asociados, los procesos que se tienen en cuenta son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión del modelo del ciclo de vida.</li> <li>• Planificación del proyecto.</li> <li>• Evaluación y control del proyecto.</li> <li>• Gestión de la configuración del software.</li> <li>• Gestión de la configuración.</li> <li>• Medición.</li> <li>• Aseguramiento de la calidad software.</li> </ul> |



| CMMI  | ISO/IEC 15504  |
|---|--|
| <p><b>Nivel de madurez 3</b></p> <p>Para alcanzar el nivel de madurez 3, es necesario implementar todas las áreas de proceso relativas al nivel 2, además de las siguientes áreas de proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de requerimientos.</li> <li>• Solución técnica.</li> <li>• Integración de producto.</li> <li>• Verificación.</li> <li>• Validación.</li> <li>• Definición de procesos de la organización.</li> <li>• Enfoque de procesos de la organización.</li> <li>• Formación organizativa.</li> <li>• Gestión integrada de proyecto.</li> <li>• Gestión de riesgos.</li> <li>• Análisis de decisiones y resolución.</li> </ul> | <p><b>Nivel madurez 3</b></p> <p>En este nivel es necesario implementar los procesos y requisitos exigidos en los dos niveles anteriores, adicionalmente este nivel se compone de 11 procesos, todos ellos pertenecientes al modelo de procesos de referencia para la industria del software, ISO 12207:2008, los procesos a evaluar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de requisitos del software.</li> <li>• Diseño de la arquitectura del software.</li> <li>• Diseño de la arquitectura del sistema.</li> <li>• Gestión de infraestructuras.</li> <li>• Gestión de recursos humanos.</li> <li>• Gestión de riesgos.</li> <li>• Gestión de la decisión.</li> <li>• Integración del software.</li> <li>• Integración del sistema.</li> <li>• Verificación del software.</li> <li>• Validación del software.</li> </ul> |
| <p><b>Nivel de madurez 4</b></p> <p>Para alcanzar el nivel de madurez 4, es necesario implementar todas las áreas de proceso relativas al nivel 3 de madurez, además de las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión cuantitativa de proyecto.</li> <li>• Rendimiento de procesos de la organización.</li> </ul>  | <p><b>Nivel de madurez 4</b></p> <p>Requiere del cumplimiento de los procesos de los anteriores niveles para poder ser alcanzado, en el nivel 4 la organización gestiona cuantitativamente los procesos, mide y se analiza el tiempo de su realización.</p> <p>La principal diferencia con el nivel 3 es que ahora el proceso se lleva a término de manera consistente dentro de unos límites predefinidos.</p>  |

| CMMI   | ISO/IEC 15504   |
|--|---|
| <p><b>Nivel de madurez 5</b></p> <p>Para alcanzar el nivel 5 de madurez, es necesario implementar todas las áreas de proceso relativas al nivel de madurez 4, además de las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis causal y resolución.</li> <li>• Gestión del rendimiento de la organización.</li> </ul> | <p><b>Nivel de madurez 5</b></p> <p>Corresponde a la adaptación de todos los procesos trabajados en los primeros cuatro niveles, pero busca que éstos tengan una mejora continua de tal manera que contribuyan al alcance de los objetivos de negocio de la empresa.</p> <p>Se lleva a cabo una monitorización continua de los procesos y se analizan los datos obtenidos, esto permite que los procesos estándar definidos dentro de la organización cambien dinámicamente, para adaptarse de forma efectiva a los actuales y futuros objetivos de la empresa.</p> |

Con base en la tabla 3 se compararon los resultados esperados en cada proceso y área de proceso, contra los productos de trabajo realizados durante el desarrollo del “Sistema de Mejora Continua”.

### Nivel de madurez 0

Este nivel inicial propuesto por el ISO/IEC 15504 especifica que la organización no implementa procesos para el desarrollo de software, al no identifican productos o salidas de proceso, no existe beneficio alguno para las organizaciones.

En el caso del SMC, la DCV cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) el cual comprende lo relativo al Proceso de desarrollo de proyectos de software a la medida, y está integrando por 5 procedimientos principales que son los siguientes:

1. Administración de proyectos.
2. Análisis de requerimientos.
3. Diseño de software.
4. Desarrollo de software.
5. Pruebas de software.

### Nivel de madurez 1

En este nivel los procesos de ISO/IEC 15504 ayudan a definir el producto o servicio acorde con los requerimientos del sistema, además de guiar el diseño del producto a partir de los requerimientos del cliente.

Se analizaron los objetivos y resultados esperados de los procesos que componen el primer nivel de madurez de la norma ISO/IEC 15504; cabe mencionar que no es necesario hacer ningún esfuerzo para lograr el primer nivel de madurez de CMMI, ya

que las organizaciones en este nivel no disponen de un ambiente adecuado para el desarrollo de software, los procesos varían según los individuos, el éxito de los proyectos se basa la mayoría de las veces en el esfuerzo personal.

Los procesos a implementar son:

- Suministro.
- Definición de los requerimientos del usuario.
- Análisis de los requerimientos del sistema.

## Suministro

Tiene como objetivo proporcionar al cliente un producto o servicio que cumpla con los requisitos acordados.

Los resultados del suministro son:

- Identificación del cliente.
- Respuesta a solicitud del cliente.
- Acuerdo entre cliente y proveedor, en cuanto al desarrollo, mantenimiento, explotación, entrega e implantación.
- Desarrollo del producto.
- Entrega de producto.
- Implantación del producto.

Para comparar los resultados del proceso contra los productos de trabajo del proyecto se utilizaron listas de verificación, donde se señalar con una "X" dentro de alguna columna de la izquierda si el requisito/criterio es: Conforme(C)/No Conforme(NC)/Observación(OB)/Oportunidad de Mejora(OM) y en la sección de referencias, se describió con qué evidencias sustenta la conformidad del requisito.

En la tabla 4 se muestran los productos de trabajo con los que cuenta el proyecto para este primer proceso de suministro.

Tabla 4 Lista de verificación del proceso suministro. Fuente: elaboración propia.

| Resultados del proceso  | C | NC | OB | OM | NA | Referencias  |
|---|---|----|----|----|----|--|
| Total: 6 0 0 0 0  |   |    |    |    |    |  |
| Identificación del cliente.   | x |    |    |    |    | Reunión inicial con el cliente.  |
| Respuesta a solicitud del cliente.  | x |    |    |    |    | Establecimiento de un medio de comunicación entre el cliente y el equipo encargado del proyecto. |
| Acuerdo entre cliente y proveedor, en cuanto al desarrollo, mantenimiento, explotación, entrega e implantación. | x |    |    |    |    | Plan del proyecto.   |

| Resultados del proceso     | C | NC | OB | OM | NA | Referencias            |
|----------------------------|---|----|----|----|----|------------------------|
| Desarrollo del producto.   | x |    |    |    |    | Calendario de trabajo. |
| Entrega de producto.       | x |    |    |    |    | Calendario de trabajo. |
| Implantación del producto. | x |    |    |    |    | Calendario de trabajo. |

Se observa en la lista de verificación que el SMC, cubre el objetivo de este proceso, ya que se realizó una reunión inicial donde se dio a conocer a los responsables del proyecto, definiendo desde un principio las líneas de comunicación entre los responsables y el equipo encargado del desarrollar del producto.

En esta primera reunión también se definió el calendario de trabajo, definiendo las fechas a seguir para las diferentes etapas de análisis, diseño, desarrollo, pruebas y entrega de código; cada fecha fue plasmada en el diagrama de Gantt del proyecto, el cual forma parte del plan del proyecto.

Este proceso se centra en los vínculos con el cliente durante el proceso de definición y aprobación de la oferta y al final del ciclo de vida del desarrollo, con la aceptación y aprobación de la entrega del software por parte del cliente, por lo cual se debe documentar cómo realiza la empresa la gestión de las ofertas, la gestión de los contratos y la aceptación de la entrega por parte del cliente. Logrando así establecer los términos para la entrega del producto.

### Definición de requerimientos del usuario

Tiene como objetivo definir los requisitos del sistema para proporcionar los servicios necesarios a usuarios y otros afectados en un entorno definido.

Los resultados esperados de la definición de requerimientos del usuario son:

- Especificar características y contexto de los servicios.
- Definir restricciones del sistema.
- Definir requisitos.
- Validación de conformidad a los servicios.
- Base para negociar y acordar la entrega del producto.

Las evidencias con las que cuenta el proyecto para este proceso se muestran en la tabla 5.

Tabla 5 Lista de verificación del proceso definición de requerimientos del usuario. Fuente: elaboración propia.

| Resultados del proceso                                   | C | NC | OB | OM | NA | Referencias   |
|--|---|----|----|----|----|---|
| Total: 5 0 0 0 0   |   |    |    |    |    |   |
| Especificar características y contexto de los servicios. | x |    |    |    |    | Manual de auditoria de procesos.<br>Manual técnico del sistema de gestión de acciones de mejora continua. |
| Definir restricciones del sistema.                       | x |    |    |    |    | Manual de procedimientos de mejora continua.  |
| Definir requisitos.                                      | x |    |    |    |    | Especificación de requerimientos.   |
| Validación de conformidad a los servicios.               | x |    |    |    |    | Diagramas de casos de uso.<br>Especificación de casos de uso.   |
| Base para negociar y acordar la entrega del producto     | x |    |    |    |    | Plan del proyecto.  |

En este proceso se definen las características con las que debe contar el sistema, dicho proceso se cumple gracias a los manuales proporcionados por el cliente, los cuales especificaban el procedimiento de mejora continua definido por la DCV, además de confirmar los servicios con los que contará dicho sistema a partir de validar los diagramas de caso de uso.

Desde el punto de vista del ciclo de vida de desarrollo del software, este proceso permite identificar, agrupar, procesar y monitorizar las necesidades de los usuarios y clientes a lo largo del ciclo de vida del software, permitiendo establecer las líneas base iniciales y sucesivas del producto.

### Análisis de los requerimientos del sistema

Su objetivo es transformar los requisitos de los stakeholders en un conjunto deseado de requisitos técnicos del sistema que guiarán el diseño del sistema.

Los resultados esperados del análisis de los requerimientos del sistema son:

- Definir requisitos funcionales y no funcionales.
- Aplicar técnicas para solución del proyecto.
- Comprobar precisión de requisitos.
- Establecer costos, calendario e impacto de los requisitos del sistema en el entorno de explotación.
- Priorizar y aprobar los requisitos del sistema.
- Establecer la trazabilidad entre los requisitos del sistema y los requisitos del cliente.

La tabla 6 muestra los productos de trabajo del proyecto para este proceso.

**Tabla 6** Lista de verificación del proceso análisis de los requerimientos del sistema. Fuente: elaboración propia.

| Resultados del proceso  | C | NC | OB | OM | NA | Referencias                                     |
|---|---|----|----|----|----|---|
| Total: 5 0 0 1 0  |   |    |    |    |    |   |
| Definir requisitos funcionales y no funcionales.  | x |    |    |    |    | Especificación de requerimientos.               |
| Aplicar técnicas para solución del proyecto.  |   |    |    | x  |    |   |
| Comprobar precisión de requisitos.  | x |    |    |    |    | Diagramas de caso de uso.                       |
| Establecer costos, calendario e impacto de los requisitos del sistema en el entorno de exploración. | x |    |    |    |    | Plan del proyecto.                              |
| Priorizar y aprobar los requisitos del sistema.   | x |    |    |    |    | Matriz de requerimientos.                       |
| Establecer la trazabilidad entre los requisitos del sistema y lo requisitos del cliente.            | x |    |    |    |    | Pantallas del sistema otorgadas por el cliente. |

En este proceso se definen los requerimientos funcionales y no funcionales además de priorizarlos, en el proyecto muestra se elaboró la especificación de requerimientos, donde fueron definidos dichos requerimientos.

Después de las entrevistas para la toma de requerimientos se elaboró la siguiente documentación:

- Matriz de requerimientos.
- Especificación de requerimientos.
- Casos de uso.
- Diagramas de caso de uso.
- Especificación de casos de uso.

En la matriz de requerimientos fueron priorizados todos los requerimientos funcionales; cabe señalar que para la matriz de trazabilidad se ocuparon las pantallas elaboradas por el cliente, comparándolas contra la especificación de requerimientos.

Los objetivos de este proceso están relacionados con los de definición de requerimientos del usuario, por lo que las organizaciones podrán decidir si documentar ambos procesos de una forma única o por separado.

## Nivel de madurez 2

Al implementar los procesos del nivel de madurez 2 de ISO/IEC 15504 y las áreas de proceso de CMMI, las organizaciones pueden saber el estado del proyecto en todo momento, ya que en ambos modelos se llevan a cabo prácticas básicas de gestión de proyectos, gestión de requerimientos y control de versiones, la tabla 7 muestra los procesos y áreas de proceso a implementar por parte de ambos modelos.

Tabla 7 Áreas de proceso y procesos del nivel de madurez 2 ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: adaptado de Torres (2007).

| Áreas de Procesos CMMI                            | Procesos ISO/IEC 15504                   |
|---|--|
| Gestión de requerimientos                         | Gestión del modelo del ciclo de vida     |
| Planificación del proyecto                        | Planificación del proyecto               |
| Seguimiento y control de proyectos                | Evaluación y control del proyecto        |
| Gestión de acuerdo con los proveedores            | Gestión de la configuración del software |
| Aseguramiento de la calidad de producto y proceso | Gestión de la configuración              |
| Gestión de la configuración                       | Medición                                 |
| Medición y análisis                               | Aseguramiento de la calidad de software  |

A continuación se detalla cada proceso de ambos modelos, empezando por los procesos de ISO/IEC 15504.

### Gestión del modelo del ciclo de vida

Tiene como objetivo definir, mantener y asegurar la disponibilidad de políticas, procesos y modelos del ciclo de vida, para que sean utilizados por la organización.

Los resultados esperados de la gestión del modelo del ciclo de vida son:

- Establecer políticas y procedimientos para la gestión y el despliegue de modelos y procesos del ciclo de vida.
- Definir autoridad y responsabilidades para la gestión del ciclo de vida.
- Definir, mantener e implementar mejoras en los procesos, modelos y procedimientos del ciclo de vida.

La tabla 8 muestra los productos de trabajo del proyecto para este proceso.

Tabla 8 Lista de verificación del proceso gestión del modelo del ciclo de vida. Fuente: elaboración propia.

| Resultados del proceso   | C | NC | OB | OM | NA | Referencias   |
|--|---|----|----|----|----|---|
| Total: 3 0 0 0 0   |   |    |    |    |    |   |
| Establecer políticas y procedimientos para la gestión y el despliegue de modelos y procesos del ciclo de vida. | X |    |    |    |    | Manual de calidad.<br>Manual técnico del sistema de gestión de acciones de mejora continua. |
| Definir autoridad y responsabilidades para la gestión del ciclo de vida.                                       | X |    |    |    |    | Directorio del equipo asesor.   |
| Definir, mantener e implementar mejoras en los procesos, modelos y procedimientos del ciclo de vida.           | X |    |    |    |    | Manual de procedimientos de mejora continua.  |

Las políticas para la gestión del ciclo de vida estaban establecidas en los manuales proporcionados por el cliente, donde se especifica el procedimiento de mejora continua definido por la DCV. Para la definición de la autoridad responsable de gestionar el ciclo de vida se estableció un directorio de las personas responsables para dar seguimiento al proyecto en cada una de sus fases.

Este proceso es de aplicación a todas las personas que de una u otra forma participen en alguna de las fases de un proyecto de software en aspectos tales como producción de software o gestión del proyecto y tendrá como finalidad determinar, dar a conocer y aplicar la metodología adoptada para dicho proyecto.

Además el proceso documentado de ciclo de vida permite indicar el resto de documentos o procesos que aplican en cada una de las etapas definidas, la finalidad es recoger formalmente la secuencia de las actividades o fases que deben de realizarse en un proyecto de una organización.

### Planificación del proyecto

Tiene como objetivo elaborar y comunicar los planes de proyecto, de forma efectiva y viable.

Los resultados esperados de la planificación del proyecto son:

- Definir el alcance del proyecto.
- Evaluar la viabilidad del proyecto (objetivos, recursos y restricciones).
- Estimar recursos, tamaño y esfuerzo de las tareas.
- Identificar relación entre los elementos del proyecto, con otros proyectos y con unidades de la organización.
- Definir plan de ejecución del proyecto.
- Puesta en marcha de los planes.



La tabla 9 muestra los productos de trabajo del proyecto para este proceso.

Tabla 9 Lista de verificación del proceso planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia.

| Resultados del proceso  | C | NC | OB | OM | NA | Referencias  |
|---|---|----|----|----|----|--|
| Total: 5 0 0 0 1  |   |    |    |    |    |  |
| Definir el alcance del proyecto.  | X |    |    |    |    | Plan del proyecto.   |
| Evaluar la viabilidad del proyecto.   | X |    |    |    |    | Presentación inicial "Sistema de gestión de acciones de mejora". |
| Estimar recursos, tamaño y esfuerzo de las tareas.  | X |    |    |    |    | Plan del proyecto.   |
| Identificar relación entre los elementos del proyecto, con otros proyectos y con unidades de la organización. | X |    |    |    |    | Reglas de negocio del sistema.                                   |
| Definir plan de ejecución del proyecto.   | X |    |    |    |    | Plan del proyecto.   |
| Puesta en marcha de los planes.   |   |    |    |    | X  |  |

El objetivo del proceso de Planificación del Proyecto se cumple, ya que en el Plan del proyecto del SMC fue establecido el alcance y los recursos a utilizar para su desarrollo, además de contar con un conjunto de documento los cuales definían las reglas de negocio del sistema.

El objetivo que condiciona el éxito de este proceso es si la organización cuenta con un método documentado para la estimación de esfuerzos para cada tarea definida en el plan de proyecto. En la realidad el dimensionamiento y cálculo de los proyectos es realizado por personas en base a su experiencia profesional en proyectos similares, lo que conlleva un alto grado de subjetividad a la duración y coste de los proyectos, lo ideal sería contar con un histórico de estimaciones pasadas agrupadas por fases del desarrollo, por componente o módulo.

### Evaluación y control del proyecto

Tiene como objetivo determinar el estado del proyecto y asegurar que se realice de acuerdo con los planes y el calendario establecido, presupuestos planificados y satisfaciendo los objetivos técnicos.

Los resultados esperados de la evaluación y control del proyecto son:

- Control e informes sobre proceso del proyecto.
- Control de la relación entre los elementos del proyecto, con otros proyectos y con unidades de la organización.
- Tomar acciones para corregir las desviaciones de los planes y prevenir problemas.
- Alcanzar y registrar los objetivos del proyecto.

La tabla 10 muestra los productos de trabajo del proyecto para este proceso.

Tabla 10 Lista de verificación del proceso evaluación y control del proyecto. Fuente: elaboración propia.

| Resultados del proceso  | C | NC | OB | OM | NA | Referencias                     |
|---|---|----|----|----|----|---------------------------------|
| Total: 2 2 0 0 0  |   |    |    |    |    |                                 |
| Control e informes sobre proceso del proyecto.  | X |    |    |    |    | Diagrama de Gantt del proyecto. |
| Control de la relación entre los elementos del proyecto, con otros proyectos y con unidades de la organización. |   | X  |    |    |    |                                 |
| Tomar acciones para corregir las desviaciones de los planes y prevenir problemas.                               |   | X  |    |    |    |                                 |
| Alcanzar y registrar los objetivos del proyecto.  | X |    |    |    |    | Informes de retroalimentación.  |

Este proceso es parcialmente implementado, ya que si bien se cuenta con un diagrama de Gantt para el control de actividades y un plan de proyecto, nunca se establecieron acciones a realizar en caso de desviaciones o problemas, la estimación de los tiempos sufrió muchos cambios a lo largo del proyecto, causando que la fecha de entrega fuera reformulada en varias ocasiones, viéndose reflejado en el versionado del diagrama de Gantt.

Con la implantación de este proceso, aseguramos que el documento del plan de proyecto es la base para monitorizar las actividades, comunicar el estado y tomar decisiones correctivas, el progreso se determina comparando los actuales elementos de trabajo: tareas, horas realizadas, coste y calendario actual, con los estimados en el plan de proyecto.

### Gestión de la configuración del software

Tiene como objetivo establecer y mantener la integridad de los elementos que forman el producto software de un proceso o proyecto y ponerlos a disposición de las partes interesadas.

Los resultados esperados de la gestión de la configuración del software son:

- Establecer una estrategia de gestión de configuración.
- Definir los productos generados por los procesos y el proyecto.
- Control de modificaciones y versiones.
- Registrar e informar el estado de los elementos y modificaciones.
- Asegurar la integridad y consistencia de los elementos.
- Controlar el almacenamiento, tratamiento y entrega de los productos.

La tabla 11 muestra los productos de trabajo del proyecto para este proceso.

**Tabla 11** Lista de verificación del proceso gestión de la configuración de software. Fuente: elaboración propia.

| Resultados del proceso   | C | NC | OB | OM | NA | Referencias   |
|--|---|----|----|----|----|---|
| Total: 6 0 0 0 0   |   |    |    |    |    |   |
| Establecer una estrategia de gestión de configuración.               | X |    |    |    |    | Uso de una herramienta de gestión de versiones (Subversion).  |
| Definir los productos generados por los procesos y el proyecto.      | X |    |    |    |    | Manual de procedimientos de mejora continua.<br>Manual del procedimiento de auditoría interna.<br>Manual técnico del sistema de gestión de acciones de mejora continua. |
| Control de modificaciones y versiones.                               | X |    |    |    |    | Versionado de los documentos.   |
| Registrar e informar el estado de los elementos y modificaciones.    | X |    |    |    |    | Versionado de los documentos.   |
| Asegurar la integridad y consistencia de los elementos.              | X |    |    |    |    | Versionado de los documentos.   |
| Controlar el almacenamiento, tratamiento y entrega de los productos. | X |    |    |    |    | Repositorio de documentos.  |

Cada vez que la documentación era cambia o actualizada a causa de una validación o cambio por parte del cliente, se actualizaba el versionado del documento, informando a todos los involucrados cual era la versión más reciente de los documentos, además cada producto generado iba de acuerdo con lo definido en el manual técnico del sistema de gestión de acciones de mejora continua.

Este proceso está enfocado en garantizar la integridad del código fuente del proyecto, así como para garantizar la correcta evolución de las aplicaciones software, durante el desarrollo.

La definición de la estrategia documentada para la gestión de la configuración del software en las organizaciones permitirá establecer qué recursos e infraestructura serán necesarios para realizar un adecuado tratamiento del código fuente que estará bajo control de configuración.

### Gestión de la configuración

Su objetivo es establecer y mantener la integridad de todos los productos de trabajo identificados de un proyecto o proceso y ponerlos a disposición de las partes interesadas.

Los resultados esperados de la gestión de la configuración son:

- Definir elementos para la gestión de la configuración.
- Gestionar cambios en los elementos.
- Controlar la configuración de los entregables.

- El estado de los elementos que están bajo gestión de la configuración debe estar disponible durante todo el ciclo de vida.

La tabla 12 muestra los productos de trabajo del proyecto para este proceso.

Tabla 12 Lista de verificación del proceso gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia.

| Resultados del proceso   | C | NC | OB | OM | NA | Referencias   |
|--|---|----|----|----|----|---|
| Total: 4 0 0 0 0   |   |    |    |    |    |   |
| Definir elementos para la gestión de la configuración.   | X |    |    |    |    | Repositorio vía web.<br>Herramienta de control de versiones (Subversion). |
| Gestionar cambios en los elementos, si es necesario.   | X |    |    |    |    | Historial de cambios.   |
| Controlar la configuración de los entregables.   | X |    |    |    |    | Repositorio vía web.  |
| El estado de los elementos que están bajo gestión de la configuración debe estar disponible durante todo el ciclo de vida. | X |    |    |    |    | Historial de cambios.   |

Se estableció un repositorio tanto para la documentación, como para el código que se estaba desarrollando, y el historial de cambios cuenta con la siguiente información:

1. Versión del documento.
2. Modificación o cambio.
3. Nombre del colaborador.
4. Fecha.

En este proceso las organizaciones aseguran la disponibilidad de las versiones consolidadas de cualquier documento que forma parte del ciclo de vida del proyecto. El concepto “línea base” es muy importante que quede bien fijado en la organización, dado que es el punto de partida, la versión inicial sobre la que se realizarán modificaciones o actualizaciones.

La finalidad es la misma que el anterior proceso por lo que es posible establecer un único proceso de gestión de la configuración en el que se incluyan los elementos software y no software, para ello es necesario definir una función dentro de la organización que se responsabilice de la tarea de definir, mantener y supervisar las políticas definidas en el proceso de gestión de la configuración.

## Medición

El objetivo de este proceso es recoger, analizar e informar sobre los datos relativos a los productos desarrollados y procesos implementados dentro de la unidad organizacional, para apoyar una gestión efectiva de los procesos y demostrar objetivamente la calidad de los productos.

Los resultados esperados de la medición son:

- Identificar las necesidades a evaluar de los procesos.
- Desarrollar un conjunto de medidas a partir de dichas necesidades.
- Se planifican actividades de medición.
- Los datos requeridos se recogen, almacenan, analizan y los resultados se interpretan.
- Los resultados facilitan la toma de decisiones.
- Se evalúa el proceso de medición y las medidas tomadas.
- Las mejoras se comunican al responsable del proceso de medición.

El objetivo del SMC es exactamente para gestionar todos los resultados de los procesos de mejora continua y poder aumentar la calidad en cada uno de ellos, a partir de los comentarios y observaciones de los colaboradores que participan en las auditorías internas y externas.

Llevar a cabo una gestión de las métricas alineadas que sean coherentes con los objetivos de la organización, es el punto que nos asegura que la organización ha definido una estrategia de medición que le permitirá evaluar el grado de cumplimiento de los procesos desde una perspectiva de negocio.

### Aseguramiento de la calidad de software

Su objetivo es asegurar que los productos de trabajo y los procesos cumplen con las disposiciones y planes predefinidos.

Los resultados esperados del aseguramiento de la calidad software son:

- Definir estrategia para asegurar la calidad.
- Producir y mantener evidencias para aseguramiento de la calidad.
- Identificar y registrar problemas con los requisitos.
- Verificar que los productos, procesos y actividades cumplen con estándares, procedimientos y requisitos.

La tabla 13 muestra los productos de trabajo del proyecto para este proceso.

Tabla 13 Lista de verificación del proceso aseguramiento de la calidad de software. Fuente: elaboración propia.

| Resultados del proceso   | C | NC | OB | OM | NA | Referencias                         |
|--|---|----|----|----|----|-------------------------------------|
| Total: 4 0 0 0 0   |   |    |    |    |    |                                     |
| Definir estrategia para asegurar la calidad.                     | X |    |    |    |    | Plan de pruebas.                    |
| Producir y mantener evidencias para aseguramiento de la calidad. | X |    |    |    |    | Casos prueba.<br>Escenarios prueba. |

| Resultados del proceso   | C | NC | OB | OM | NA | Referencias         |
|--|---|----|----|----|----|---------------------|
| Identificar y registrar problemas con los requisitos.  | X |    |    |    |    | Informe de pruebas. |
| Verificar que los productos, procesos y actividades cumplen con estándares, procedimientos y requisitos. | X |    |    |    |    | Informe de pruebas. |

Tomando en cuenta el objetivo del aseguramiento de la calidad, las evidencias que se generaron para un control de la calidad en el SMC se encuentran reflejadas en el plan de pruebas e informe de pruebas, en los cuales se registró el comportamiento esperado del sistema con respecto a los requerimientos documentados y el alcance del proyecto.

El proceso define un modelo sistemático y planificado que permite garantizar que las actividades y productos son conformes a los estándares, procedimientos, planes de proyecto y normas de referencia, además proporciona un mecanismo de obtención de información para mejorar los procesos que están siendo aplicados en el proyecto.

Tener un proceso de aseguramiento de calidad conlleva, la existencia de un perfil de responsable de calidad y una revisión continua y planificada de procesos y proyectos.

A continuación se explican las áreas de proceso para el nivel de madurez 2 de CMMI:

### Gestión de requerimientos

El propósito de la gestión de requerimientos es gestionar los requerimientos de los productos y de los componentes del producto del proyecto, e identificar inconsistencias entre esos requerimientos y los planes y productos de trabajo del proyecto.

Esta área de proceso está compuesta por 5 prácticas específicas las cuales son:

1. Obtener una comprensión de los requerimientos.
2. Obtener el compromiso sobre los requerimientos.
3. Gestionar los cambios en los requerimientos.
4. Mantener una trazabilidad bidireccional de los requerimientos.
5. Identificar las inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.

La tabla 14 muestra los productos de trabajo del proyecto para esta área de proceso.

Tabla 14 Lista de verificación del proceso gestión de requerimientos. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar  | C | NC | OB | OM | NA | Referencias                             |
|--|---|----|----|----|----|---|
| Total: 7 2 0 0 0   |   |    |    |    |    |   |
| <b>Práctica específica 1: Obtener una comprensión de los requerimientos</b>                                      |   |    |    |    |    |   |
| Aplicación de un listado de criterios definidos para la evaluación y la aceptación de los requisitos.            | x |    |    |    |    | Matriz de requerimientos.               |
| Resultados del análisis de los requisitos frente a los criterios de aceptación.                                  | x |    |    |    |    | Especificación de requerimientos.       |
| <b>Práctica específica 2: Obtener el compromiso sobre los requerimientos</b>                                     |   |    |    |    |    |   |
| Documento de requisitos aceptado.  | x |    |    |    |    | Validación de los casos de uso.         |
| Acta de reunión donde se aceptan los requisitos.   | x |    |    |    |    | Minutas.                                |
| <b>Práctica específica 3: Gestionar los cambios en los requerimientos</b>  |   |    |    |    |    |   |
| Peticiones de cambio asociadas con requerimientos.   |   |    |    |    |    | Validación de requerimientos.           |
| Requerimientos versionados.  | x |    |    |    |    | Versionado de casos de uso.             |
| Tareas para cada petición de cambio con las tareas   |   | x  |    |    |    |   |
| <b>Práctica específica 4: Mantener una trazabilidad bidireccional de los requerimientos</b>                      |   |    |    |    |    |   |
| Matriz de trazabilidad entre requisitos y los demás elementos que componen el producto software.                 | x |    |    |    |    | Pantallas de la funcionalidad esperada. |
| <b>Práctica específica 5: Identificar las inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requerimientos</b> |   |    |    |    |    |   |
| Informe de pruebas.  | x |    |    |    |    | Informe de pruebas.                     |
| Listado de inconsistencias.  |   | x  |    |    |    |   |

Los procesos de gestión de requerimientos gestionan todos los requerimientos recibidos o generados por el proyecto, incluyendo tanto requerimientos técnicos como no técnicos, así como aquellos requerimientos impuestos al proyecto por la organización. En particular, si se implementa el área de proceso de desarrollo de requerimientos, sus procesos generarán requerimientos de producto y de componentes del producto que también serán gestionados por los procesos de gestión de requerimientos.

En el SMC para la gestión de requerimientos fue elaborado el documento especificación de requerimientos, donde fueron establecidos, los diagramas de caso de uso, descripción de módulos y el flujo general del sistema, además de contar con la matriz de requerimientos, en donde fueron priorizados los requerimientos del cliente.

Cabe mencionar que en el proyecto no se consideraron las tareas a realizar con cada cambio, además de que no se contó con un listado de inconsistencias, por lo cual esta área de proceso no es implementada por completo.

En esta área de proceso los requerimientos del sistema son definidos, validados y concentrados, se crea la matriz de trazabilidad para saber si se están cubriendo los requerimientos del sistema, ayudando a las organizaciones a obtener una eficiente gestión de cambios en los requerimientos, además de identificar cualquier inconsistencia entre el desarrollo y los requerimientos.

En el proyecto se gestionan los cambios a los requerimientos a medida que evolucionan e identifica cualquier inconsistencia que ocurra entre los planes, los productos de trabajo y los requerimientos. Parte de la gestión de requerimientos es documentar los cambios a los requerimientos y la razón, y mantener trazabilidad bidireccional entre los requerimientos fuente y todos los requerimientos de producto y de componentes del producto.

### **Planificación del proyecto**

El propósito de la planificación de proyecto es establecer y mantener planes que definan las actividades del proyecto.

Esta área de proceso está compuesta por tres objetivos específicos, los cuales son:

1. Establecer estimaciones  
Prácticas específicas:
  - i. Estimar el alcance del proyecto.
  - ii. Establecer las estimaciones de los atributos de trabajo y de las tareas.
  - iii. Definir el ciclo de vida del proyecto.
  - iv. Determinar las estimaciones de esfuerzo y costes.
2. Desarrollar un plan de proyecto.  
Prácticas específicas:
  - i. Establecer el presupuesto y el calendario.
  - ii. Identificar los riesgos del proyecto.
  - iii. Planificar la gestión de los datos.
  - iv. Planificar los recursos del proyecto.
  - v. Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.
  - vi. Planificar el involucramiento de las partes interesadas.
  - vii. Establecer el plan del proyecto.
3. Obtener el compromiso con el plan.  
Prácticas específicas:
  - i. Revisar los planes que afectan al proyecto.
  - ii. Reconciliar los niveles de trabajo y recursos.
  - iii. Obtener el compromiso con el plan.



## 1. Establecer estimaciones.

Las referencias con las que contó el proyecto en este objetivo específico se muestran en la tabla 15.

Tabla 15 Lista de verificación 1 del proceso planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar | C | NC | OB | OM | NA | Referencias |
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|
| Total: 6 3 0 0 0    |   |    |    |    |    |             |

### Práctica específica 1: Estimar el alcance del proyecto

|  |   |  |  |  |  |                           |
|--|---|--|--|--|--|---------------------------|
| Oferta o plan de proyecto donde se indican el alcance del sistema. | x |  |  |  |  | Plan del proyecto.        |
| Descripción de las tareas a realizar durante el proyecto.          | x |  |  |  |  | Word Breakdown Structure. |

### Práctica específica 2: Establecer las estimaciones de los atributos de trabajo y de las tareas

|   |   |   |  |  |  |                                 |
|---|---|---|--|--|--|---------------------------------|
| Diagrama de Gantt en el que se describe la duración de las tareas, en base a una estimación por analogía. | x |   |  |  |  | Diagrama de Gantt del proyecto. |
| Planificación del sprint backlog.   |   | x |  |  |  |                                 |
| Informe con los resultados de la estimación.  |   | x |  |  |  |                                 |

### Práctica específica 3: Definir el ciclo de vida del proyecto

|  |   |  |  |  |  |                           |
|--|---|--|--|--|--|---------------------------|
| Una sección usualmente incorporada al plan del proyecto donde se describe las fases que contendrá el proyecto, la relación entre estas fases y su ordenación temporal. | x |  |  |  |  | Word Breakdown Structure. |
|--|---|--|--|--|--|---------------------------|

### Práctica específica 4: Determinar las estimaciones de esfuerzo y costes

|  |   |   |  |  |  |                    |
|--|---|---|--|--|--|--------------------|
| Informe en el que se representan los resultados de la estimación del esfuerzo necesario y el método usado. |   | x |  |  |  |                    |
| Hoja de costes para el proyecto y el procedimiento de cálculo.   | x |   |  |  |  | Plan del proyecto. |
| Definición de recursos necesarios para la realización del proyecto.  | x |   |  |  |  | Plan del proyecto. |

El primer objetivo de la planificación del proyecto ayuda a definir el alcance del proyecto, establecer y planificar las tareas a realizar, definir el ciclo de vida además de establecer las estimaciones de esfuerzo y costo del proyecto.

En el SMC no se definió una lista de tareas por lo tanto no existe un plan para completar los objetivos seleccionados para cada iteración del producto, tampoco se analiza la estimación realizada al principio del proyecto, es decir no se definió un modelo para poder determinar la estimación del esfuerzo y costos necesarios.

## 2. Desarrollar un plan de proyecto.

Las referencias con las que contó el proyecto en este objetivo específico se muestran en la tabla 16.

Tabla 16 Lista de verificación 2 del proceso planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar  | C | NC | OB | OM | NA | Referencias  |
|--|---|----|----|----|----|--|
| Total: 10 4 0 0 0  |   |    |    |    |    |  |
| <b>Práctica específica 1: Establecer el presupuesto y el calendario</b>  |   |    |    |    |    |  |
| Sección de presupuesto del documento del plan de proyecto.   | x |    |    |    |    | Plan del proyecto.                                 |
| Diagrama de PERT en el que se identifican las distintas tareas y sus dependencias.                                     |   | x  |    |    |    |  |
| <b>Práctica específica 2: Identificar los riesgos del proyecto</b>   |   |    |    |    |    |  |
| Matriz de riesgos identificados para el proyecto.  | x |    |    |    |    | Plan de pruebas.                                   |
| Checklist que evalúa los riesgos para el proyecto.   | x |    |    |    |    | Plan de pruebas.                                   |
| <b>Práctica específica 3: Planificar la gestión de los datos</b>   |   |    |    |    |    |  |
| Listado de los datos gestionados en el proyecto, con la descripción del formato, requisitos de privacidad y seguridad. | x |    |    |    |    | Repositorio del sistema de mejora continua vía web |
| Descripción del sistema de Backup. Datos que requieren confidencialidad.   | x |    |    |    |    | Repositorio del sistema de mejora continua vía web |
| <b>Práctica específica 4: Planificar los recursos del proyecto</b>   |   |    |    |    |    |  |
| Listado de equipamiento, instalaciones y software asociado con el proyecto.  | x |    |    |    |    | Plan del proyecto.                                 |
| Listado de recursos humanos necesarios.  |   | x  |    |    |    |  |
| <b>Práctica específica 5: Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias</b>                                  |   |    |    |    |    |  |
| Listado de habilidades necesarias por parte de los miembros del equipo.  | x |    |    |    |    | Plan de pruebas.                                   |
| Plan de personal y de nuevas contrataciones.   |   | x  |    |    |    |  |
| <b>Práctica específica 6: Planificar el involucramiento de las partes interesadas</b>                                  |   |    |    |    |    |  |
| Listado de los participantes del proyecto y rol que juegan en el mismo.  | x |    |    |    |    | Plan del proyecto.                                 |
| Comunicación formal a las personas que participarán en el proyecto.  | x |    |    |    |    | Documento "Integrantes del equipo"                 |
| Plan de comunicación y relaciones entre los participantes.   |   | x  |    |    |    |  |
| <b>Práctica específica 7: Establecer el plan del proyecto</b>  |   |    |    |    |    |  |
| Plan de proyecto.  | x |    |    |    |    | Plan del proyecto.                                 |

El segundo objetivo permite a las organizaciones llevar una mejor gestión de tiempo y costos, una identificación temprana de riesgos, planificar los recursos, conocimientos y habilidades para el desarrollo de un proyecto además de identificar a las partes interesadas.

En el desarrollo del SMC no se generó un diagrama de PERT, además de que nunca se definió el listado de personal necesario, eso afectó a la larga ya que el equipo de desarrollo sufrió pérdidas de personal y el proyecto sufrió de constantes cambios en la estimación de tiempos.

### 3. Obtener el compromiso con el plan.

Las referencias con las que contó el proyecto en este objetivo específico se muestran en la tabla 17.

Tabla 17 Lista de verificación 3 del proceso planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar  | C | NC | OB | OM | NA | Referencias                       |
|--|---|----|----|----|----|-----------------------------------|
| Total: 2 1 0 0 2   |   |    |    |    |    |                                   |
| <b>Práctica específica 1: Revisar los planes que afectan al proyecto</b>   |   |    |    |    |    |                                   |
| Matriz de relaciones entre proyectos, planificación de proyectos y recursos asignados en la unidad organizacional. |   |    |    |    | x  |                                   |
| Registro de resolución de conflictos.  |   |    |    |    | x  |                                   |
| <b>Práctica específica 2: Reconciliar los niveles de trabajo y de recursos</b>                                     |   |    |    |    |    |                                   |
| Presupuestos renegociados. Control de la asignación y capacidad de los recursos.                                   | x |    |    |    |    | Plan del proyecto.                |
| Reestimación de las tareas de los implicados que tengan una dedicación que no sea aceptable.                       |   | x  |    |    |    |                                   |
| <b>Práctica específica 3: Obtener el compromiso con el plan</b>  |   |    |    |    |    |                                   |
| Aceptación por los afectados del plan de proyecto.   | x |    |    |    |    | Validación del plan del proyecto. |

En este objetivo las organizaciones pueden analizar los posibles conflictos entre los proyectos de la unidad encargada de desarrollo, además de considerar la renegociación y reestimación de las tareas y asignaciones del proyecto obtenido como resultado un claro compromiso del equipo con el proyecto.

En el SMC no se contempló la reestimación de tareas asignadas a los implicados en el proyecto, además de no contemplar acciones para la solución de conflictos, esto concluyó en un problema cuando el equipo sufrió modificaciones, quedando tareas sin dueño, ocasionado el reacomodo de dichas actividades, a causa de no lograr un correcto compromiso del equipo con el plan del proyecto.

Esta área de proceso incluye la estimación de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas, la determinación de los recursos necesarios, la negociación de los compromisos, la elaboración de un calendario y la identificación y el análisis de los riesgos del proyecto por su parte, el plan del proyecto usualmente necesitará corregirse a medida que el proyecto progrese, para dar tratamiento a los cambios en los requerimientos y en los compromisos, las estimaciones inexactas, las acciones correctivas y los cambios del proceso.

## **Seguimiento y control de proyectos**

El propósito de la monitorización y control de proyecto es proporcionar un entendimiento del progreso del proyecto para que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas, cuando el rendimiento del proyecto se desvíe significativamente del plan.

Esta área de proceso se divide en dos objetivos específicos:

1. Monitorizar el proyecto frente al plan.  
Prácticas específicas:
  - i. Monitorizar los parámetros de planificación del proyecto.
  - ii. Monitorizar los compromisos.
  - iii. Monitorizar los riesgos del proyecto.
  - iv. Monitorizar la gestión de datos.
  - v. Monitorizar la involucración de las partes interesadas.
  - vi. Llevar a cabo revisiones de progreso.
  - vii. Llevar a cabo revisiones de hitos.
2. Gestionar las acciones correctivas hasta su cierre.  
Prácticas específicas:
  - i. Analizar problemas.
  - ii. Llevar a cabo las acciones correctivas.
  - iii. Gestionar las acciones correctivas.

### **1. Monitorizar el proyecto frente al plan.**

Las referencias con las que contó el proyecto en este objetivo específico se muestran en la tabla 18.

Tabla 18 Lista de verificación 1 del proceso seguimiento y control de proyectos. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar | C | NC | OB | OM | NA | Referencias |
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|

Total: 11 2 0 0 0

**Práctica específica 1: Monitorizar los parámetros de planificación del proyecto**

|  |   |  |  |  |  |                                   |
|--|---|--|--|--|--|-----------------------------------|
| Actas de las reuniones de seguimiento llevadas a cabo. | x |  |  |  |  | Minutas.                          |
| Herramienta de seguimiento.                            | x |  |  |  |  | Versionado de documentos.         |
| Identificación de desviaciones en el proyecto.         | x |  |  |  |  | Versionado del diagrama de Gantt. |

**Práctica específica 2: Monitorizar los compromisos**

|   |   |  |  |  |  |          |
|---|---|--|--|--|--|----------|
| Actas de reunión de seguimiento, informes de avance, de cumplimiento de hitos, etc. | x |  |  |  |  | Minutas. |
|---|---|--|--|--|--|----------|

**Práctica específica 3: Monitorizar los riesgos del proyecto**

|   |   |   |  |  |  |                           |
|---|---|---|--|--|--|---------------------------|
| Histórico de cambios en los riesgos.                      | x |   |  |  |  | Versionado de documentos. |
| Identificación de nuevos riesgos a lo largo del proyecto. |   | x |  |  |  |                           |

**Práctica específica 4: Monitorizar la gestión de datos**

|   |   |   |  |  |  |                                  |
|---|---|---|--|--|--|----------------------------------|
| Servidor de integración continua.       |   | x |  |  |  |                                  |
| Registro de tareas de gestión de datos. | x |   |  |  |  | Documento "Tareas por realizar". |

**Práctica específica 5: Monitorizar la involucración de las partes interesadas**

|   |   |  |  |  |  |          |
|---|---|--|--|--|--|----------|
| Actas de reunión de entrega de hitos intermedios. | x |  |  |  |  | Minutas. |
|---|---|--|--|--|--|----------|

**Práctica específica 6: Llevar a cabo revisiones de progreso**

|                                     |   |  |  |  |  |                            |
|-------------------------------------|---|--|--|--|--|----------------------------|
| Informes de avance del seguimiento. | x |  |  |  |  | Observaciones del cliente. |
| Actas de reunión de seguimiento.    | x |  |  |  |  | Minutas.                   |

**Práctica específica 7: Llevar a cabo revisiones de hitos**

|  |   |  |  |  |  |          |
|--|---|--|--|--|--|----------|
| Actas de reunión de entrega intermedia, reuniones intermedias de chequeo con el cliente. | x |  |  |  |  | Minutas. |
| Acta de reunión de final de un Sprint.   | x |  |  |  |  | Minutas. |

En este objetivo de seguimiento y control de proyectos, las organizaciones pueden dar seguimiento a la planeación establecida, monitoriza los compromisos, establecer los posibles riesgos del proyecto, además de las tareas para gestionar los datos del proyecto y lleva a cabo revisiones del progreso del proyecto.

En el proyecto muestra no se estimaron riesgos futuros, como ajustes de tiempo y personal, estos riesgos ocasionaron que el sistema fuera entregado con un retraso considerable.

## 2. Gestionar las acciones correctivas hasta su cierre.

Las referencias con las que contó el proyecto en este objetivo específico se muestran en la tabla 19.

Tabla 19 Lista de verificación 2 del proceso seguimiento y control de proyectos. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar  | C | NC | OB | OM | NA | Referencias  |
|--|---|----|----|----|----|--|
| Total: 3 0 0 0 0   |   |    |    |    |    |  |
| <b>Práctica específica 1: Analizar problemas</b>                         |   |    |    |    |    |  |
| Incidencias registradas y analizadas.                                    | x |    |    |    |    | Observaciones del cliente.                         |
| <b>Práctica específica 2: Llevar a cabo las acciones correctivas</b>     |   |    |    |    |    |  |
| Documento o registro de acciones correctivas.                            | x |    |    |    |    | Versionado de documentos.                          |
| <b>Práctica específica 3: Gestionar las acciones correctivas</b>         |   |    |    |    |    |  |
| Histórico de acciones correctivas, participantes, planes derivados, etc. | x |    |    |    |    | Repositorio de Sistema de Mejora Continua vía Web. |

El SMC contó con una correcta administración de acciones correctivas, llevando el control de las actualizaciones y modificaciones de la documentación y código del sistema, fomentando una retroalimentación continua.

En esta área de proceso un plan documentado de proyecto es la base para la monitorización de las actividades, la comunicación del estado y la toma de acciones correctivas.

El progreso se determina principalmente comparando los atributos de los productos de trabajo y de las tareas, el esfuerzo, el coste y el calendario reales, con el plan en los hitos o niveles de control prescritos dentro del calendario del proyecto o de la estructura de descomposición del trabajo (WBS).

Cuando el estado real se desvía significativamente de los valores esperados, se llevan a cabo acciones correctivas según sea apropiado. Estas acciones pueden requerir replanificación, la cual puede incluir la corrección del plan original, el establecimiento de nuevos acuerdos o la inclusión de actividades adicionales de mitigación dentro del plan actual (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

### Gestión de acuerdo con proveedores

El propósito de la gestión de acuerdos con proveedores es gestionar la compra de productos.

Esta área de proceso no aplica en el proyecto muestra ya que se trata de un desarrollo interno, y sólo ha de ser implementada si las organizaciones externalizan

actividades relacionadas con el desarrollo software a otras empresas. Los objetivos y prácticas específicas de CMMI de esta área se muestran en la tabla 20.

Tabla 20 Prácticas específicas del proceso gestión de acuerdo con proveedores. Fuente: Alarcón, González y Rodríguez (2011).

| <b>Práctica específica</b>   | <b>Artefacto directo</b>   | <b>Artefacto indirecto</b>   |
|--|--|--|
| <b>Objetivo específico 1 Establecer los acuerdos con proveedores</b> |  |  |
| <b>Determinar el tipo de compra</b>                                  | Política de acuerdos con proveedores, definiendo los tipos de  | Requisito del proyecto donde se describe el módulo a contratar.    |
| <b>Seleccionar los proveedores</b>                                   | Plantilla de homologación de proveedores.<br><br>Listado de proveedores.                             | Informe de homologación.   |
| <b>Establecer los acuerdos con el proveedor</b>                      | Contrato con el proveedor  | Acta de reunión donde se ha realizado el acuerdo.                  |
| <b>Objetivo específico 2 Satisfacer los acuerdos del proveedor</b>   |  |  |
| <b>Realizar el acuerdo del proveedor</b>                             | Informes de cierre de acuerdos y de progreso del proveedor.  | Incidencias registradas.<br><br>Actas de reuniones de seguimiento. |
| <b>Monitorizar los procesos seleccionados del proveedor</b>          | Informes de seguimiento del proveedor.<br><br>Informes de discrepancias.                             | Horas imputadas a la monitorización de actividades del proveedor.  |
| <b>Evaluar los productos a medida seleccionados del proveedor</b>    | Listado de productos de trabajo seleccionados a evaluar del proveedor e informes sobre la selección. | Horas imputadas a la evaluación de productos de terceros.          |

| Práctica específica  | Artefacto directo   | Artefacto indirecto   |
|--|---|---|
| <b>Objetivo específico 2 Satisfacer los acuerdos del proveedor</b> |   |   |
| <b>Aceptar los productos adquiridos</b>                            | Listado de productos de trabajo seleccionados a evaluar del proveedor e informes sobre la selección.  | Incidencias históricas y resolución.  |
| <b>Transferir los productos</b>                                    | Planes de transición y despliegue, gestión del cambio, paso a producción, a pre-producción, etc.<br><br>Informes de formación sobre los nuevos productos. | Horas imputadas por cada empleado involucrado a actividades de formación relacionadas con el producto.<br><br>Informe de incidencias durante el despliegue. |

Esta área de proceso trata principalmente la compra de los productos y de los componentes del mismo que se entregan al cliente del proyecto.

Normalmente, los productos a adquirir por el proyecto se determinan durante las etapas iniciales de la planificación y del desarrollo del producto. El área de proceso de solución técnica proporciona soluciones para determinar los productos y los componentes del producto que pueden adquirirse de los proveedores (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

Cabe mencionar que esta área de proceso no trata directamente los acuerdos en los cuales el proveedor está integrado en el equipo del proyecto y usa los mismos procesos e informes para la misma gestión como los desarrolladores del producto.

### **Aseguramiento de la calidad de proceso y producto**

El propósito de aseguramiento de la calidad de proceso y de producto es proporcionar al personal y a la gerencia una visión objetiva de los procesos y de los productos de trabajo asociados.

Esta área de procesos se compone por dos objetivos específicos, los cuales son:

1. Evaluar objetivamente los procesos y los productos de trabajo.  
Prácticas específicas:
  - i. Evaluar objetivamente los procesos.
  - ii. Evaluar objetivamente los productos y los servicios.
2. Proporcionar una visión objetiva.



Prácticas específicas:

- i. Comunicar y asegurar la resolución de las no-conformidades.
- ii. Establecer registros.

### 1. Evaluar objetivamente los procesos y los productos de trabajo.

El SMC tiene como objetivo concentrar las acciones de mejora, correctivas y preventivas resultado de las auditorías internas y externas, por lo tanto los elementos a auditar en este objetivo específico no aplican, tal y como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21 Lista de verificación 1 del proceso aseguramiento de la calidad de procesos y producto. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar | C | NC | OB | OM | NA | Referencias |
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|
| Total: 1 0 0 0 4    |   |    |    |    |    |             |

#### Práctica específica 1: Evaluar objetivamente los procesos

|   |  |  |  |  |   |  |
|---|--|--|--|--|---|--|
| Plan de calidad donde se han registrado las diferentes auditorías independientes que se realizarán a los proyectos. |  |  |  |  | x |  |
| Informe de auditoría interna o externa.   |  |  |  |  | x |  |
| No conformidades detectadas durante la auditoría.   |  |  |  |  | x |  |

#### Práctica específica 2: Evaluar objetivamente los productos y los servicios

|  |   |  |  |  |   |                     |
|--|---|--|--|--|---|---------------------|
| Informes de pruebas de los productos y servicios.              | x |  |  |  |   | Informe de pruebas. |
| Informes de auditoría interna o externa realizada al proyecto. |   |  |  |  | x |                     |

### 2. Proporcionar una visión objetiva.

De igual forma este objetivo específico no aplica para el SMC debido a su naturaleza, tal y como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22 Lista de verificación 2 del proceso aseguramiento de la calidad de procesos y producto. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar | C | NC | OB | OM | NA | Referencias |
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|
| Total: 0 0 0 0 3    |   |    |    |    |    |             |

#### Práctica específica 1: Comunicar y asegurar la resolución de las no-conformidades

|   |  |  |  |  |   |  |
|---|--|--|--|--|---|--|
| No conformidades detectadas durante la auditoría comunicadas a los proyectos y asignadas al responsable de la resolución. |  |  |  |  | x |  |
|---|--|--|--|--|---|--|

#### Práctica específica 2: Monitorizar los compromisos

|   |  |  |  |  |   |  |
|---|--|--|--|--|---|--|
| Plan de calidad e informes de auditoría.                                |  |  |  |  | x |  |
| Almacenamiento de las no conformidades identificadas en las auditorías. |  |  |  |  | x |  |

Esta área de procesos da soporte a la entrega de productos y servicios de alta calidad, proporcionando a todo el equipo de trabajo, una apropiada visibilidad y realimentación sobre los procesos y los productos de trabajo asociados durante toda la vida del proyecto.

La objetividad en las evaluaciones de aseguramiento de la calidad de proceso y de producto es crítica para el éxito del proyecto. La objetividad se alcanza tanto con la independencia como por el uso de criterios.

Algunos ejemplos de formas de realizar evaluaciones objetivas son (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009):

- Auditorías formales por organizaciones de aseguramiento de la calidad separadas desde el punto de vista organizativo.
- Revisiones entre pares que pueden ser ejecutadas en varios niveles de formalidad.
- Revisiones en profundidad del trabajo en el lugar donde se realiza.
- Revisiones y comentarios distribuidos de productos de trabajo.

El objetivo principal del SMC anteriormente mencionado es gestionar todos los resultados de los procesos de mejora continua y poder aumentar la calidad en cada uno de ellos, a partir de los comentarios y observaciones de los colaboradores que participan en las auditorías internas y externas, cubriendo las prácticas específicas del primer objetivo del aseguramiento de la calidad de proceso y producto.

Esta área de proceso se aplica principalmente a las evaluaciones de las actividades y de los productos de trabajo de un proyecto, pero también se aplica a las evaluaciones de actividades y productos de trabajo que no son del proyecto, tales como actividades de formación.

## **Gestión de la configuración**

El propósito de la Gestión de configuración es establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo utilizando la identificación de configuración, el control de configuración, el registro del estado de configuración y las auditorías de configuración.

Esta área de proceso tiene tres objetivos específicos, los cuales son:

1. Establecer líneas base.  
Prácticas específicas:
  - i. Identificar elementos de configuración.
  - ii. Establecer un sistema de gestión de la configuración.
  - iii. Crear o liberar líneas base.
2. Seguir y controlar los cambios.  
Prácticas específicas:

- i. Seguir las peticiones de cambio.
  - ii. Controlar los elementos de configuración.
3. Establecer la integridad.
- Prácticas específicas:
- i. Establecer registros de gestión de la configuración.
  - ii. Realizar auditorías de configuración.

**1. Establecer líneas base.**

Las referencias con las que contó el proyecto en este objetivo específico se muestran en la tabla 23.

Tabla 23 Lista de verificación 1 del proceso gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar  | C | NC | OB | OM | NA | Referencias   |
|--|---|----|----|----|----|---|
| Total: 3 0 0 0 0   |   |    |    |    |    |   |
| <b>Práctica específica 1: Identificar elementos de configuración</b>   |   |    |    |    |    |   |
| Documento o herramienta donde se identifican los elementos de configuración de las líneas base.  | x |    |    |    |    | Plan de pruebas.<br>Informe de pruebas.             |
| <b>Práctica específica 2: Establecer un sistema de gestión de la configuración</b>   |   |    |    |    |    |   |
| Herramienta de gestión de la configuración.  | x |    |    |    |    | Repositorio del sistema de mejora continua vía web. |
| <b>Práctica específica 3: Crear o liberar líneas base</b>  |   |    |    |    |    |   |
| Descripción de las entregas formales a realizar durante el proyecto, tanto de productos software como de documentación, describiendo los elementos que contiene. | x |    |    |    |    | Histórico de entregas formales realizadas.          |

Establecer una línea base ayuda a las organizaciones a establecer un punto de partida del proyecto, monitoreando y evaluando el progreso y eficacia de una actividad durante la implementación de la misma y después de que se haya completado.

Estas actividades se llevaron a cabo de manera correcta durante el desarrollo del SMC, haciendo uso de la herramienta de gestión de versiones y documentando los entregables del proyecto.

## 2. Seguir y controlar los cambios.

Las referencias con las que contó el proyecto en este objetivo específico se muestran en la tabla 24.

Tabla 24 Lista de verificación 2 del proceso gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar | C | NC | OB | OM | NA | Referencias |
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|

Total: 2 0 0 0 1

### Práctica específica 1: Seguir las peticiones de cambio

|  |   |  |  |  |  |                            |
|--|---|--|--|--|--|----------------------------|
| Peticiones de cambio realizadas durante el proyecto. | x |  |  |  |  | Observaciones del cliente. |
|--|---|--|--|--|--|----------------------------|

### Práctica específica 2: Controlar los elementos de configuración

|  |   |  |  |  |   |   |
|--|---|--|--|--|---|---|
| Servidor de integración continua que integra periódicamente el código realizado hasta ese momento, identificando errores o conflictos. | x |  |  |  |   | Repositorio del Sistema de Mejora Continua vía Web. |
| No conformidades identificadas durante las auditorías internas y externas.   |   |  |  |  | x |   |

## 3. Establecer la integridad.

Las referencias con las que contó el proyecto en este objetivo específico se muestran en la tabla 25.

Tabla 25 Lista de verificación 3 del proceso gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar | C | NC | OB | OM | NA | Referencias |
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|

Total: 2 0 0 0 1

### Práctica específica 1: Establecer registros de gestión de la configuración

|   |   |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|
| Revisiones de las tareas de gestión de configuración.                         | x |  |  |  |  | Repositorio de Sistema de Mejora Continua vía Web. |
| Revisiones de los cambios implementados entre dos versiones de la línea base. | x |  |  |  |  | Versionado de documentos.                          |

### Práctica específica 2: Realizar auditorías de configuración

|   |  |  |  |  |   |  |
|---|--|--|--|--|---|--|
| Informe de auditoría interna o externa. |  |  |  |  | x |  |
|---|--|--|--|--|---|--|

Esta área de proceso es implementada en el proyecto muestra, ya que se llevó una correcta gestión y control de todos los elementos, definiendo las herramientas a utilizar para llevar a cabo dicha acción, además del versionado que se manejó en todos los documentos.

Entre los productos de trabajo incluidos en este proceso se encuentran, los que se entregan al cliente, los productos de trabajo internos designados, los productos

adquiridos, las herramientas y otros elementos que se usan para crear y describir estos productos de trabajo. Cabe destacar que los elementos de configuración se pueden descomponer en componentes de configuración y en unidades de configuración.

Las organizaciones pueden establecer las líneas base para poder obtener una base estable para la evolución continua de los elementos de configuración.

Al implementar esta área de proceso al organización logra tener un control de cambios en las líneas bases y la liberación de productos de trabajo, además de que esta área de proceso no sólo se aplica a la gestión de configuración en proyectos, sino que también a la gestión de configuración de los productos de trabajo de la organización, como son estándares, procedimientos y bibliotecas de reutilización.

Algunos ejemplos de productos de trabajo que pueden ponerse bajo gestión de configuración son (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009):

- Planes.
- Descripciones de proceso.
- Requerimientos.
- Datos de diseño.
- Dibujos.
- Especificaciones de producto.
- Código.
- Compiladores.
- Ficheros de datos de producto.
- Publicaciones técnicas de producto.

## **Medición y análisis**

El propósito de la medición y análisis es desarrollar y sustentar una capacidad de medición que se utiliza para poder dar soporte a las necesidades de información de la gerencia.

Esta área de proceso está compuesta por dos objetivos específicos, que son:

1. Alinear las actividades de medición y análisis.  
Prácticas específicas:
  - i. Establecer los objetivos de medición.
  - ii. Especificar las medidas.
  - iii. Especificar los procedimientos de recogida y de almacenamiento de datos.
  - iv. Especificar los procedimientos de análisis.
2. Proporcionar los resultados de la medición.  
Prácticas específicas:
  - i. Recoger los datos de la medición.

- ii. Analizar los datos de la medición.
- iii. Almacenamiento de datos y los resultados.
- iv. Comunicar los resultados.

## 1. Alinear las actividades de medición y análisis.

Tabla 26 Lista de verificación 1 del proceso medición y análisis. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar   | C | NC | OB | OM | NA | Referencias   |
|---|---|----|----|----|----|---|
| Total: 5 0 0 0 0  |   |    |    |    |    |   |
| <b>Práctica específica 1: Establecer los objetivos de medición</b>  |   |    |    |    |    |   |
| Documento con los objetivos de medición, donde se indican los objetivos de negocio y su relación con los indicadores de medición. | x |    |    |    |    | Reglas de negocio.  |
| <b>Práctica específica 2: Especificar las medidas</b>   |   |    |    |    |    |   |
| Descripción de los indicadores de medición.   | x |    |    |    |    | Informe de pruebas.   |
| <b>Práctica específica 3: Especificar los procedimientos de recogida y de almacenamiento de datos</b>                             |   |    |    |    |    |   |
| Descripción de los indicadores de medición: unidades de medida, mecanismo de recogida, etc.                                       | x |    |    |    |    | Plan de pruebas.  |
| Sección en la documentación donde se indica cómo se almacenan los datos.  | x |    |    |    |    | Manual técnico del sistema de gestión de acciones de mejora continua. |
| <b>Práctica específica 4: Especificar los procedimientos de análisis</b>  |   |    |    |    |    |   |
| Descripción de los indicadores de medición, umbrales y análisis a realizar.   | x |    |    |    |    | Informe de pruebas.   |

## 2. Proporcionar los resultados de la medición.

Las referencias con las que contó el proyecto en este objetivo específico se muestran en la tabla 27.

Tabla 27 Lista de verificación 2 del proceso medición y análisis. Fuente: elaboración propia.

| Elementos a auditar   | C | NC | OB | OM | NA | Referencias |
|---|---|----|----|----|----|-------------|
| Total: 1 3 0 0 0  |   |    |    |    |    |             |
| <b>Práctica específica 1: Recoger los datos de la medición</b>  |   |    |    |    |    |             |
| Informe que contenga los datos extraídos de la medición.        |   | x  |    |    |    |             |
| <b>Práctica específica 2: Analizar los datos de la medición</b> |   |    |    |    |    |             |
| Informe de análisis de los datos obtenidos.                     |   | x  |    |    |    |             |

| Elementos a auditar | C | NC | OB | OM | NA | Referencias |
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|
|---------------------|---|----|----|----|----|-------------|

**Práctica específica 3: Almacenamiento de datos y los resultados**

|   |  |   |  |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|--|
| Horas imputadas al análisis y almacenamiento de los resultados. |  | x |  |  |  |  |
|---|--|---|--|--|--|--|

**Práctica específica 4: Comunicar los resultados**

|  |   |  |  |  |  |                            |
|--|---|--|--|--|--|----------------------------|
| Correo electrónico, acta, etc. donde se evidencie la comunicación de los resultados. | x |  |  |  |  | Observaciones del cliente. |
|--|---|--|--|--|--|----------------------------|

La integración de las actividades de medición y análisis en los procesos del proyecto da soporte a:

- La planificación y estimación objetivas.
- El seguimiento del rendimiento real frente a los planes y objetivos establecidos.
- La identificación y resolución de problemas relativos al proceso.
- El suministro de una base para incorporar la medición en procesos adicionales en el futuro.

El personal requerido para implementar una capacidad de medición puede o no estar integrado dentro de un programa constituido a nivel organizativo por separado. La capacidad de medición puede integrarse dentro de proyectos individuales o dentro de otras funciones de la organización (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

La capacidad de medición puede resultar útil para tratar las necesidades de información de la organización y/o de toda la empresa. Para poder dar soporte a esta capacidad, las actividades de medición deberían dar soporte a las necesidades de información a varios niveles, incluyendo el negocio, la unidad organizativa y el proyecto, para minimizar el re-trabajo a medida que madura la organización.

Esta área de proceso ayuda a las organizaciones a definir y establecer los objetivos de medición, especificar los procedimientos de análisis, analizar los resultados de dicha medición y comunicar los resultados.

El proyecto muestra no cuenta con la evidencia suficiente para poder cumplir con los siguientes niveles de madurez, por lo que se concluye que el proyecto solo puede alcanzar hasta un nivel 2 de madurez.

Si bien se cuenta con puntos de revisión a lo largo del proyecto, los procesos son variables y la estimación de los tiempos sufrió muchos cambios, en la etapa de Desarrollo se deja de lado la cuestión de riesgos, la cual es incluida en el Plan de Pruebas, lo que deja una visión muy limitada.

### Nivel de madurez 3

En este nivel la forma de desarrollar proyectos de ingeniería está establecida, documentada y se cuenta con objetivos establecidos; los procesos comunes para desarrollo y mantenimiento del software están documentados, la mayoría de las organizaciones llegan a conformarse con los beneficios obtenidos hasta este nivel y no ven la necesidad de continuar.

Se presenta un problema con el proyecto muestra, ya que es necesario, que para complementar el nivel 3 de madurez se cumplan con las áreas y procesos del nivel 2, aun así se especificara en qué consiste cada proceso y área de proceso establecida por los modelos analizados.

Los procesos establecidos por el CMMI e ISO/IEC 15504 en este nivel se muestran en la tabla 28.

Tabla 28 Áreas y procesos de nivel madurez 3 de ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.

| Área de Procesos CMMI                     | Procesos ISO/IEC 15504                  |
|---|---|
| Desarrollo de requerimientos              | Análisis de requerimientos del software |
| Solución técnica                          | Diseño de la arquitectura del software  |
| Integración del producto                  | Diseño de la arquitectura del sistema   |
| Verificación                              | Gestión de infraestructura              |
| Validación                                | Gestión de recursos humanos             |
| Definición de procesos de la organización | Gestión de riesgos                      |
| Enfoque de procesos de la organización    | Gestión de la decisión                  |
| Formación organizativa                    | Integración de software                 |
| Gestión integrada del proyecto            | Integración del sistema                 |
| Gestión de riesgos                        | Verificación del software               |
| Análisis de decisiones y resolución       | Validación del software                 |

En la tabla 28 se puede observar una evidente compatibilidad entre CMMI e ISO/IEC 15504.

A continuación se especifican las diferentes áreas de procesos que componen el nivel 3 de madurez de CMMI:



## Desarrollo de requerimientos

El propósito del desarrollo de requerimientos es producir y analizar los requerimientos de cliente, de producto y de componente del producto.

En esta área de proceso se definen tres objetivos específicos:

1. Desarrollar requerimientos del cliente.  
Prácticas específicas:
  - i. Identificar necesidades del cliente.
  - ii. Desarrollar requerimientos del cliente.
2. Desarrollar requerimientos del producto.  
Prácticas específicas:
  - i. Establecer productos y requerimientos de componentes de productos.
  - ii. Ubicar requerimientos de productos y componentes.
  - iii. Identificar requerimientos de interfaces.
3. Analizar y validar requerimientos.  
Prácticas específicas:
  - i. Establecer conceptos y escenarios de operación.
  - ii. Establecer una definición de los requerimientos funcionales.
  - iii. Analizar requerimientos.
  - iv. Analizar requerimientos a llevar a cabo.
  - v. Validar requerimientos con métodos compresivos.

Esta área de proceso describe tres tipos de requerimientos: de cliente, de producto y de componente de producto. Tomados en conjunto, estos requerimientos tratan las necesidades de las partes interesadas relevantes, incluyendo aquellas pertinentes a las distintas fases del ciclo de vida del producto y a los atributos del producto, los requerimientos también tratan las restricciones causadas por la selección de soluciones de diseño.

Todos los proyectos de desarrollo tienen requerimientos, los cuales sufren cambios a lo largo de un proyecto, podrían documentarse en peticiones de cambio del cliente o de los usuarios, o podrían tomar la forma de nuevos requerimientos recibidos desde el proceso de desarrollo de requerimientos. Sin importar su fuente o forma, las actividades de mantenimiento, que son conducidas por los cambios a los requerimientos, se gestionan consecuentemente. Los requerimientos son la base para el diseño (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

Durante el desarrollo del SMC, los cambios de los requerimientos fueron muy pocos, por tal motivo una vez validados y establecidos no se realizaron análisis posteriores para categorizar dichos requerimientos.

El desarrollo de requerimientos incluye las siguientes actividades:

- Educción, análisis, validación y comunicación de las necesidades, las expectativas y las restricciones del cliente para obtener los requerimientos 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 requerimientos del ciclo de vida del producto.
- Establecimiento de los requerimientos de cliente.
- Establecimiento de los requerimientos iniciales de producto y de componente del producto, consistentes con los requerimientos de cliente.

Esta área de proceso trata todos los requerimientos de cliente, más que sólo los requerimientos a nivel de producto, ya que el cliente puede también proporcionar requerimientos específicos de diseño, además de los requerimientos de cliente, los requerimientos de producto y de componentes del producto también se derivan de las soluciones de diseño seleccionadas.

Al desarrollar los requerimientos de cliente se trata de definir un conjunto de requerimientos de cliente para usarlos en el desarrollo de los requerimientos de producto.

Al desarrollar los requerimientos de producto se trata de establecer un conjunto de requerimientos de componentes del producto para usarlos en el diseño de productos y de componentes del producto.

Al analizar y validar los requerimientos se realiza el análisis necesario de los requerimientos de cliente, de producto y de componentes del producto para poder definir, derivar y comprender los requerimientos.

## **Solución técnica**

El propósito de la solución técnica es diseñar, desarrollar e implementar soluciones para los requerimientos. Las soluciones, los diseños y las implementaciones engloban productos, componentes de producto y procesos del ciclo de vida asociados al producto, individualmente o en combinación, según sea apropiado.

Está compuesta por tres objetivos específicos:

1. Seleccionar soluciones de componentes del producto.  
Prácticas específicas:
  - i. Desarrollar alternativas de soluciones y criterios de selección.
  - ii. Desarrollar conceptos y escenarios de operación.
  - iii. Seleccionar soluciones para componentes de productos.
2. Desarrollar y diseñar.  
Prácticas específicas:

- i. Diseñar el producto y componentes del producto.
  - ii. Establecer un paquete técnico de datos.
  - iii. Diseñar interfaces usando criterios.
  - iv. Ejecutar análisis de creación, compra y reusabilidad.
3. Implementar del diseño del producto.  
Prácticas específicas:
  - i. Implementar el diseño.
  - ii. Documentar el soporte del producto.

El área de proceso de solución técnica es aplicable en cualquier nivel de la arquitectura de producto y a cada producto, componente de producto y proceso del ciclo de vida asociado al producto (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

El área de proceso se enfoca en:

- Evaluar y seleccionar soluciones que potencialmente satisfacen un conjunto apropiado de requerimientos asignados.
- Desarrollar diseños detallados para las soluciones seleccionadas.
- Implementar los diseños como un producto o componente de producto.

Los procesos de esta área no fueron contemplados para el desarrollo del SMC.

Normalmente, estas actividades se dan soporte interactivamente entre sí. Los prototipos o los pilotos pueden usarse como un medio de obtener conocimiento suficiente para desarrollar un paquete de datos técnicos o un conjunto completo de requerimientos

Las prácticas específicas de la solución técnica no se aplican sólo al producto y a los componentes de producto, sino también a los procesos del ciclo de vida asociados al producto. Los procesos del ciclo de vida asociados al producto se desarrollan de acuerdo con el producto o el componente de producto, tal desarrollo puede incluir la selección y la adaptación de los procesos existentes para su uso, así como el desarrollo de nuevos procesos.

### **Integración del producto**

El propósito de Integración de producto es ensamblar el producto a partir de sus componentes, asegurar que el producto, una vez integrado, funciona correctamente.

Integrada por tres objetivos específicos, que son:

1. Preparar para la integración de producto.  
Prácticas específicas:
  - i. Determinar la secuencia de integración.
  - ii. Establecer el entorno de integración de producto.

- iii. Establecer los procedimientos y los criterios de integración de producto.
- 2. Asegurar la compatibilidad de la interfaz.
  - Prácticas específicas:
    - i. Revisar la completitud de las descripciones de la interfaz.
    - ii. Gestionar las interfaces.
- 3. Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto.
  - Prácticas específicas:
    - i. Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para su integración.
    - ii. Ensamblar los componentes de producto.
    - iii. Evaluar los componentes de producto ensamblados.
    - iv. Empaquetar y entregar el producto o el componente de producto.

El alcance de esta área de proceso es lograr la integración del producto completo a través de una unión progresiva de los componentes, ya sea en una etapa o en etapas incrementales, de acuerdo a procedimiento de integración definido. Un aspecto a tomar en cuenta para asegurar la compatibilidad entre las interfaces es la gestión de interfaces internas y externas de los productos y de los componentes, ya que se debe poner atención a dicha gestión a lo largo de todo el proyecto (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

La integración de los módulos del SMC se llevó a cabo con la ayuda de la herramienta de gestión de versiones Subversión, donde cada desarrollador ingresaba el código del módulo que tenían asignado, la integración completa del sistema se realizó con el fin de ejecutar las pruebas establecidas en el plan de pruebas.

El proceso de integración de producto puede iniciar con análisis y simulaciones, para progresar firmemente mediante el aumento de funcionalidad incremental cada vez más realista, hasta que se logre el producto final.

En cada versión sucesiva se construyen, evalúan, mejoran y reconstruyen los prototipos en base al conocimiento en el proceso de evaluación.

### **Verificación**

El propósito de la verificación es asegurar que los productos de trabajo seleccionados cumplen sus requerimientos especificados.

Se compone de tres objetivos específicos:

- 1. Preparar la verificación.
  - Prácticas específicas:
    - i. Seleccionar productos para verificación.
    - ii. Establecer ambiente de verificación.
    - iii. Establecer procedimientos y criterios de verificación.

2. Ejecutar revisiones.  
Prácticas específicas:
  - i. Preparar para revisión.
  - ii. Conducir la revisión.
  - iii. Analizar datos de la revisión.
3. Verificar productos seleccionados.  
Prácticas específicas:
  - i. Ejecutar verificación.
  - ii. Analizar resultados de verificación e identificar acciones correctivas.

La verificación incluye la verificación del producto y de los productos de trabajo intermedios frente a todos los requerimientos seleccionados, incluyendo requerimientos del cliente, del producto y del componente de producto.

La verificación es inherentemente un proceso incremental, debido a que ocurre durante todo el desarrollo del producto y de los productos de trabajo, comenzando con la verificación de los requerimientos, progresando a través de la verificación de los productos de trabajo según van evolucionando y culminando en la verificación del producto finalizado (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

Las prácticas específicas de esta área de proceso se construyen de la siguiente forma:

- Seleccionar los productos de trabajo para la verificación: Permite la identificación de los productos de trabajo a verificar, los métodos a usar para realizar la verificación y los requerimientos a satisfacer por cada producto de trabajo seleccionado.
- Establecer el entorno de verificación: permite la determinación del entorno que será usado para llevar a cabo la verificación.
- Establecer los procedimientos y los criterios de verificación: Permite entonces el desarrollo de los procedimientos y de los criterios de verificación que están alineados con los productos de trabajo, requerimientos, métodos y características seleccionados del entorno de verificación.
- Realizar la verificación: Lleva a cabo la verificación de acuerdo a los métodos, procedimientos y criterios disponibles.

La verificación de los productos de trabajo incrementa substancialmente la probabilidad de que el producto vaya a cumplir los requerimientos del cliente, del producto y del componente de producto.

## Validación

El propósito de validación es demostrar que un producto o componente de producto se ajusta a su uso previsto cuando se sitúa en su entorno previsto.

El área de validación está compuesta por dos objetivos específicos:

1. Preparar la validación.  
Prácticas específicas:
  - i. Seleccionar productos para validación.
  - ii. Establecer el ambiente de validación.
  - iii. Establecer procedimientos y criterios de validación.
2. Validar productos y componentes del producto.  
Prácticas específicas:
  - i. Ejecutar validación.
  - ii. Analizar resultados de validación.

Las actividades de validación pueden aplicarse a todos los aspectos del producto en cualquiera de sus entornos previstos, tales como los servicios de operación, de formación, de fabricación, de mantenimiento y de soporte. Los métodos empleados para lograr la validación pueden aplicarse a los productos de trabajo, así como al producto y a los componentes de producto (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

Los métodos empleados para lograr la validación pueden aplicarse a los productos de trabajo, así como al producto y a los componentes de producto. El entorno de validación deberá representar el entorno previsto para el producto y los componentes de producto, ya que la validación demuestra que el producto satisface el uso previsto.

Siempre que sea posible, la validación debería realizarse usando el producto o el componente del producto operando en su entorno previsto. Se puede usar el entorno completo o sólo una parte del mismo, sin embargo, los problemas de validación pueden descubrirse pronto en la vida del proyecto usando productos de trabajo mediante la involucración de las partes interesadas relevantes producto (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

Las prácticas específicas de esta área de proceso se construyen entre sí de la siguiente forma:

- Seleccionar los productos a validar: Permite la identificación del producto o del componente de producto a validar y los métodos a usar para realizar la validación.
- Establecer el entorno de validación: Permite la determinación del entorno que será usado para llevar a cabo la validación.

- Establecer los procedimientos y los criterios de validación: Permite el desarrollo de los procedimientos y los criterios de validación que están alineados con las características de los productos seleccionados, las restricciones del cliente sobre validación, los métodos y el entorno de validación.
- Realizar la validación: Permite la realización de la validación de acuerdo a los métodos, los procedimientos y los criterios.

## **Definición de procesos de la organización**

El propósito de la definición de procesos de la organización es establecer y mantener un conjunto usable de activos de proceso de la organización y de estándares del entorno de trabajo.

Está compuesta por un solo objetivo específico:

1. Establecer los activos de proceso de la organización.
 

Prácticas específicas:

  - i. Establecer los procesos estándar.
  - ii. Establecer las descripciones de los modelos de ciclo de vida.
  - iii. Establecer los criterios y las guías de adaptación.
  - iv. Establecer el repositorio de medición de la organización.
  - v. Establecer la biblioteca de activos de proceso de la organización.
  - vi. Establecer los estándares del entorno de trabajo.

Los activos de proceso de la organización permiten conseguir un rendimiento de procesos consistente en toda la organización y proporcionan una base para beneficios acumulativos a largo plazo para la organización.

La biblioteca de activos de proceso de la organización es una colección de elementos que mantiene la organización para ser usados por el personal y los proyectos de la misma. Esta colección de elementos incluye descripciones de procesos y de elementos de proceso, descripciones de modelos del ciclo de vida, guías de adaptación de procesos, documentación relativa a procesos y datos. La biblioteca de activos de proceso de la organización da soporte al aprendizaje y la mejora de procesos, al permitir compartir las mejores prácticas y las lecciones aprendidas en la organización (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

Los activos de proceso de la organización se pueden organizar de muchas maneras, dependiendo de la implementación del área de proceso de definición de procesos de la organización, como lo son:

- Las descripciones de los modelos de ciclo de vida pueden documentarse como parte del conjunto de procesos estándar de la organización o pueden documentarse por separado.

- El conjunto de procesos estándar de la organización puede almacenarse en la biblioteca de activos de proceso de la organización o puede almacenarse por separado.
- Un único repositorio puede contener tanto las mediciones como la documentación relacionada con los procesos o puede almacenarse por separado.

## **Enfoque de procesos de la organización**

El propósito esta área de proceso es planificar, implementar y desplegar las mejoras de procesos de la organización, basadas en una comprensión completa de las fortalezas y debilidades actuales de los procesos y de los activos de proceso de la organización.

Está formada por tres objetivos específicos, los cuales son:

1. Determinar las oportunidades de mejora de procesos.  
Prácticas específicas:
  - i. Establecer las necesidades de procesos de la organización.
  - ii. Evaluar los procesos de la organización.
  - iii. Identificar las mejoras de procesos de la organización.
2. Planificar e implementar las mejoras de procesos.  
Prácticas específicas:
  - i. Establecer planes de acción de procesos.
  - ii. Implementar los planes de acción de procesos.
3. Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las lecciones aprendidas.  
Prácticas específicas:
  - i. Desplegar los activos de proceso de la organización.
  - ii. Desplegar los procesos estándar.
  - iii. Monitorizar la implementación.
  - iv. Incorporar las experiencias relativas al proceso en los activos de proceso de la organización.

Los procesos de la organización incluyen todos los procesos usados por la organización y sus proyectos. Las mejoras a los procesos se pueden obtener de diferentes fuentes, incluyendo la medición de procesos, las lecciones aprendidas en la implementación de los procesos, los resultados de las evaluaciones de procesos, los resultados de la evaluación comparativa frente a procesos de otras organizaciones, y recomendaciones desde otras iniciativas de mejora en la organización.

La mejora de procesos ocurre en el contexto de las necesidades de la organización y se usa para tratar los objetivos de la organización. La organización promueve la participación en actividades de mejora de procesos de aquellos que realizarán el proceso. La responsabilidad de facilitar y gestionar las actividades de mejora de procesos de la organización, incluyendo la coordinación de la participación de otros,



se asigna normalmente a un grupo de procesos. La organización proporciona el compromiso a largo plazo y los recursos requeridos para patrocinar a este grupo y para asegurar el despliegue eficaz y oportuno de las mejoras (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

Se requiere una planificación minuciosa para asegurarse que los esfuerzos de mejora de procesos en toda la organización están gestionados e implementados adecuadamente. La planificación para la mejora de procesos de la organización da lugar a un plan de mejora de procesos.

### **Formación organizativa**

El propósito de formación organizativa es desarrollar las habilidades y el conocimiento de las personas para que puedan realizar sus roles eficaz y eficientemente.

Está formado por dos objetivos específicos, los cuales son:

1. Establecer una capacidad de formación organizativa.  
Prácticas específicas:
  - i. Establecer las necesidades de formación estratégicas.
  - ii. Determinar qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización.
  - iii. Establecer un plan táctico de formación organizativa.
  - iv. Establecer la capacidad de formación.
2. Proporcionar la formación necesaria.  
Prácticas específicas:
  - i. Impartir la formación.
  - ii. Establecer los registros de formación.
  - iii. Evaluar la eficacia de la formación.

Formación organizativa incluye la formación para dar soporte a los objetivos del negocio de la organización y para cumplir las necesidades tácticas de formación comunes a los proyectos y grupos de soporte. Las necesidades específicas de formación identificadas por proyectos y grupos de soporte individuales se tratan a nivel de proyecto y de grupo de soporte, y están fuera del alcance de formación organizativa. Los proyectos y grupos de soporte son responsables de identificar y de tratar sus necesidades específicas de formación (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

Un programa de formación organizativa implica:

- Identificar las necesidades de formación de la organización.
- Obtener y proporcionar formación para tratar esas necesidades.
- Establecer y mantener la capacidad de formación.
- Establecer y mantener los registros de formación.

- Evaluar la eficacia de la formación.

Los componentes principales de la formación incluyen un programa gestionado de desarrollo de la formación, personal con dominio de disciplinas específicas y de otras áreas del conocimiento y mecanismos para medir la eficacia del programa de formación.

La identificación de las necesidades de formación en procesos se basa principalmente en las habilidades que se requieren para ejecutar el conjunto de procesos estándar de la organización. El éxito en la formación puede medirse en términos de la disponibilidad de oportunidades para adquirir las habilidades y el conocimiento necesarios para realizar actividades nuevas y en curso de la empresa.

### **Gestión integrada del proyecto**

El propósito de la gestión integrada de proyecto es establecer y gestionar el proyecto y la involucración de las partes interesadas relevantes de acuerdo a un proceso integrado y definido que se adapta a partir del conjunto de procesos estándar de la organización.

En esta área de proceso se definen dos objetivos específicos, que son:

1. Utilizar el proceso definido del proyecto.  
Prácticas específicas:
  - i. Establecer el proceso definido del proyecto.
  - ii. Utilizar los activos de proceso de la organización para planificar las actividades del proyecto.
  - iii. Establecer el entorno de trabajo del proyecto.
  - iv. Integrar los planes.
  - v. Gestionar el proyecto utilizando los planes integrados.
  - vi. Contribuir a los activos de proceso de la organización.
2. Coordinar y colaborar con las partes interesadas relevantes.  
Prácticas específicas:
  - i. Gestionar la involucración de las partes interesadas.
  - ii. Gestionar las dependencias.
  - iii. Resolver los problemas de coordinación.

La gestión integrada de proyecto implica:

- Establecer el proceso definido del proyecto al inicio del mismo, mediante la adaptación del conjunto de procesos estándar de la organización.
- Gestionar el proyecto utilizando el proceso definido del proyecto.
- Establecer el entorno de trabajo para el proyecto, basándose en los estándares del entorno de trabajo de la organización.
- Utilizar y contribuir a los activos de proceso de la organización.

- Permitir que las inquietudes de las partes interesadas relevantes sean identificadas, consideradas, y, cuando sea apropiado, tratadas durante el desarrollo del producto.

La gestión del esfuerzo, del coste, del calendario, de la dotación de personal, de los riesgos y de otros factores del proyecto, está ligada a las tareas del proceso definido del proyecto. La implementación y la gestión del proceso definido del proyecto se describen normalmente en el plan del proyecto. Ciertas actividades pueden cubrirse en otros planes que afectan al proyecto, tales como el plan de aseguramiento de la calidad, la estrategia de gestión de riesgos y el plan de gestión de configuración.

A partir de este proceso las organizaciones obtienen una coordinación de todas las actividades asociadas con el proyecto tales como:

- Actividades de desarrollo.
- Actividades de servicio.
- Actividades de adquisición.
- Actividades de soporte.

En esta área de proceso las partes interesadas son involucradas, realizando revisiones e intercambios periódicos, para asegurar que los problemas de coordinación reciben la atención adecuada y que cada uno de los implicados en el proyecto son conscientes del estado. Esta área de proceso en específico se puede aplicar en cualquier estructura de organización.

### **Gestión de riesgo**

El propósito de la gestión de riesgos es identificar los problemas potenciales antes de que ocurran para que las actividades de tratamiento de riesgos puedan planificarse e invocarse según sea necesario a lo largo de la vida del producto o del proyecto para mitigar los impactos adversos para alcanzar los objetivos.

Esta área la conforman tres objetivos específicos:

1. Preparar la gestión de riesgos.  
Prácticas específicas:
  - i. Determinar las fuentes y las categorías de los riesgos.
  - ii. Definir los parámetros de los riesgos.
  - iii. Establecer una estrategia de gestión de riesgos.
2. Identificar y analizar los riesgos.  
Prácticas específicas:
  - i. Identificar riesgos.
  - ii. Evaluar, categorizar y priorizar los riesgos.
3. Mitigar los riesgos.  
Prácticas específicas:
  - i. Desarrollar los planes de mitigación de riesgo.

- ii. Implementar los planes de mitigación de riesgo.

La gestión de riesgos incluye la identificación temprana y agresiva de cada riesgo a través de la colaboración y la involucración de las partes interesadas relevantes, es necesario un fuerte liderazgo entre las partes interesadas para establecer un entorno para la libre y abierta divulgación y discusión de los riesgos.

La detección temprana de riesgos es importante porque normalmente es más fácil, menos costosa y menos perjudicial hacer los cambios y corregir los esfuerzos de trabajo durante las fases más tempranas del proyecto, en lugar de en fases posteriores.

El área de proceso de gestión de riesgos describe una evolución de estas prácticas específicas para planificar, prevenir y mitigar los riesgos sistemáticamente a fin de minimizar proactivamente su impacto sobre el proyecto. Aunque el énfasis principal del área de proceso de Gestión de riesgos se realiza sobre el proyecto, los conceptos también pueden aplicarse para gestionar los riesgos de la organización (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

### **Análisis de decisiones y resolución**

El propósito del análisis de decisiones y resolución toma de decisiones es analizar las decisiones posibles utilizando un proceso de evaluación formal que evalúa alternativas identificadas frente a criterios establecidos.

Está formada por un objetivo específico, el cual es:

1. Evaluar las alternativas.

Prácticas específicas:

- i. Establecer guías para el análisis de decisiones.
- ii. Establecer criterios de evaluación.
- iii. Identificar soluciones alternativas.
- iv. Seleccionar métodos de evaluación.
- v. Evaluar alternativas.
- vi. Seleccionar soluciones.

El área de proceso de análisis de decisiones y resolución implica establecer guías para determinar qué problemas deberían estar sujetos a un proceso de evaluación formal y después aplicar los procesos de evaluación formal a estos problemas.

Un proceso de evaluación formal es un enfoque estructurado para evaluar soluciones alternativas frente a criterios establecidos con el fin de determinar una solución recomendada para tratar un problema (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009).

Un proceso de evaluación formal implica las siguientes acciones:

- Establecer los criterios para la evaluación de alternativas.
- Identificar soluciones alternativas.
- Seleccionar los métodos para la evaluación de las alternativas.
- Evaluar las soluciones alternativas utilizando los criterios y métodos establecidos.
- Seleccionar las soluciones recomendadas a partir de las alternativas en base a los criterios de evaluación.

Una de las ventajas que gana la organización estableciendo una evolución formal es que puede aplicarse a muchos problemas no técnicos, en particular cuando un proyecto está siendo planificado, los problemas que tienen múltiples soluciones alternativas y criterios de evaluación son propicios para un proceso de evaluación formal.

Los procesos de evaluación formal pueden variar en formalidad, tipo de criterios y métodos empleados. Las decisiones menos formales pueden analizarse en pocas horas, utilizan solamente algunos criterio. Las decisiones más formales pueden requerir planes separados, meses de esfuerzo, reuniones para el desarrollo y la aprobación de criterios, simulaciones, prototipos, experiencias piloto y documentación extensa.

Un proceso de evaluación formal identifica y evalúa soluciones alternativas. La selección resultante de una solución puede involucrar actividades iterativas de identificación y de evaluación. Pueden combinarse partes de las alternativas identificadas, las tecnologías emergentes pueden cambiar las alternativas, y la situación de negocio de los proveedores puede cambiar durante el periodo de evaluación.

A continuación se explican los procesos de ISO/IEC 15504:

### **Análisis de requerimientos del software**

El propósito del proceso de análisis de los requisitos de software es establecer los requisitos del software de los componentes del sistema.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- Los requisitos de los componentes de software del sistema y sus interfaces se definen para que coincida con las necesidades del cliente.
- Analizar, corregir y probar los requisitos de software que serán desarrollados.
- Conocer el impacto de los requisitos de software en el entorno operativo.
- La estrategia de lanzamiento de software es desarrollada de tal forma que define la prioridad para la implementación de los requisitos de software.

- Los requisitos de software serán aprobados y actualizados según sea necesario.
- Se establece una consistencia entre los requisitos del sistema y los requisitos de diseño y de software.
- Los requisitos de software se comunicarán a todas las partes afectadas.

### **Diseño de la arquitectura del software**

El propósito del proceso de diseño de software es definir un diseño para el software que implementa los requisitos y puede ser probado en contra de ellos.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- Desarrollar un diseño arquitectónico que describe los principales componentes de software poniendo en práctica los requerimientos de software.
- Se definen las interfaces internas y externas de cada componente de software.
- Se desarrolla un diseño detallado que describe las unidades de software que se pueden construir y probados.
- Se establece una consistencia entre los requerimientos de software y diseños de software.

Este proceso ayuda a analizar la efectividad del diseño para la consecución de los requerimientos fijados, además de reducir los riesgos asociados a la construcción del software, transformando los requerimientos en una arquitectura de alto nivel donde se pueden identificar los componentes software.

### **Diseño de la arquitectura del sistema**

El propósito del proceso de construcción del software es para producir unidades de software ejecutables y para verificar que se adecuadamente reflejar el diseño de software.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- Se establecen criterios de verificación para todas las unidades de software.
- Se producen unidades de software definidas por el diseño.
- Se establece una consistencia entre los requisitos de software y componentes de diseño y software.
- Se llevará a cabo la verificación de las unidades de software contra el diseño.

## **Gestión de infraestructura**

El propósito es mantener una infraestructura estable y fiable que se necesita para apoyar la realización de cualquier otro proceso. La infraestructura puede incluir hardware, software, métodos, herramientas, técnicas, normas, y las instalaciones para el desarrollo, operación o mantenimiento.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- Una infraestructura establecida que es consistente los procedimientos de proceso aplicables, normas, herramientas y técnicas.
- La infraestructura cumplirá con todos los requisitos de funcionalidad, rendimiento, seguridad, disponibilidad, espacio, equipos, costo, tiempo y la integridad de datos.

## **Gestión de recursos humanos**

El propósito del proceso de gestión de los recursos humanos es proporcionar a la organización proyectos con individuos que poseen habilidades y conocimientos para llevar a cabo eficazmente sus funciones y trabajar en grupo.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- Las funciones y competencias necesarias para las operaciones de la organización y el proyecto son identificadas a través de la revisión oportuna de los requerimientos organizativos y de proyectos.
- Será llevado a cabo una formación para asegurar que todas las personas han recibido los conocimientos necesarios para realizar su tareas, utilizando mecanismos tales como estrategias y materiales de capacitación.
- Personas con las habilidades y competencias requeridas serán identificados y reclutados, o van a ser entrenados para llevar a cabo las funciones de organización y de proyectos.
- Se apoyará interacción efectiva entre los individuos y los grupos.
- La fuerza de trabajo tendrá las habilidades para compartir información y coordinar sus actividades de manera eficiente.
- Se definirán criterios objetivos para supervisar el desempeño del grupo y el desempeño individual para proporcionar retroalimentación.

Una adecuada gestión de los recursos humanos dentro de una organización afecta significativamente a los objetivos planeados, el factor humano es el activo más importante dentro de cada organización, ya que de él depende el desarrollo estable, una mala gestión ocasionará graves daños al negocio.

Dentro de dicha gestión será necesario la correcta asignación de puestos de acuerdo a habilidades y características, todo como ya ha sido mencionado, de

acuerdo a los objetivos trazados por la organización, si la implementación es correcta se tendrán ganancias dentro del negocio, de lo contrario se reflejaran perdidas, o se dudara de la calidad de los procesos de salida de cada proyecto.

### **Gestión de riesgos**

El propósito del proceso de gestión de riesgos es identificar y mitigar los riesgos de los proyectos de forma continua a lo largo el ciclo de vida de un proyecto. El proceso consiste en el establecimiento de un enfoque en la vigilancia de los riesgos, tanto en el proyecto y niveles de la organización.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- Se determina el ámbito de la gestión de riesgos a realizarse para el proyecto.
- Se definen e implementan las estrategias de gestión de riesgos adecuadas.
- Se identifican los posibles riesgos para el proyecto en la estrategia del proyecto.
- Se analizan los riesgos y se priorizan los recursos para monitorear dichos riesgos.
- Las métricas de riesgo son definidas, aplicadas, y evaluadas para determinar el cambio en el estado de riesgo y el progreso de las actividades de vigilancia.
- Se tomarán las medidas adecuadas para corregir o evitar el impacto del riesgo.

La implementación de una gestión de riesgos en cualquier proyecto y/o organización, permite desarrollar con mayor agilidad, aunque no es posible controlar o evitar totalmente los riesgos, no da margen de planeación y la seguridad de recuperación si es que es necesaria; una mala implementación o falta de ella, afectara a todas las áreas involucradas en el proyecto, lo que se verá reflejado en los tiempos de entrega y en la calidad del proyecto a cliente.

Dentro del SMC no se llevó a cabo una correcta gestión de riesgos, lo que derivó en atrasos en la fecha de entrega, ya que no se contemplaron las pérdidas de personal, el ajuste en los tiempos de prueba y los cambios en los requerimientos.

### **Gestión de la decisión**

El propósito del proceso de la decisión es asegurar que se analizan y resuelven todos los problemas descubiertos.



Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- Se identificarán las actividades de resolución de problemas para garantizar que se analizan todos los problemas descubiertos y resuelto.
- Los informes de problemas serán preparados ante la detección de problemas (incluyendo las no conformidades) en un software producto o actividad.
- Un mecanismo será proporcionado para reconocer y actuar sobre las tendencias de los problemas identificados.

### **Integración de software**

El propósito del proceso de integración del software es combinar las unidades de software, la producción de software integrado artículos y verificar que las unidades de software integradas reflejan adecuadamente el diseño de software.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- Una estrategia de integración es desarrollada para unidades de software, consistente con la estrategia de liberación.
- Se desarrollan criterios de verificación para los elementos de software que garantice el cumplimiento de los requisitos de software.
- Los elementos de software son definidos por la estrategia de integración.
- Los elementos de software se verifican mediante los criterios de aceptación definidos.
- Se registran los resultados de las pruebas de integración.
- Se establece una consistencia entre los requisitos de software y elementos de software.
- La estrategia de regresión se desarrollará para volver a verificar los elementos de software si se produce un cambio en las unidades de software.
- Las pruebas de regresión se llevarán a cabo según sea necesario.

Culminando la etapa de integración se puede decir que el software está completamente ensamblado, se ha encontrado y corregido errores de la interfaces y se puede comenzar una serie final de prueba del software.

Cuando se construye el software se hace una serie de pruebas de aceptación que tiene como propósito que el cliente valide todos los requisitos, de acuerdo a la forma en que será usado por el usuario final.

### **Integración del Sistema**

El propósito del proceso de integración es integrar los componentes de software con otros componentes, como las operaciones manuales, produciendo un sistema completo que satisfaga a la expectativa del cliente. Los recursos destinados a la

integración de sistemas deben incluir alguien familiarizado con el componente de software.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- La estrategia de integración es desarrollada para construir unidades de agregados al sistema de acuerdo con la estrategia de liberación.
- Los criterios de aceptación para cada agregado se desarrollan para verificar el cumplimiento de los requisitos del sistema asignado a las unidades.
- Los agregados del sistema se verifican mediante los criterios de aceptación definidos.
- Se registran los resultados de pruebas.
- La estrategia de regresión se desarrollará para los agregados de nuevas pruebas o el sistema integrado debe realizar un cambio a los componentes existentes.
- Las pruebas de regresión se llevarán a cabo según sea necesario.

La preparación para la integración de los componentes de producto implica el establecimiento y el mantenimiento de una secuencia de integración, el entorno para la realización de la integración y los procedimientos de integración.

### **Verificación de software**

El propósito del proceso de verificación es para confirmar que cada producto de trabajo de software y/o servicio de un proceso o proyecto refleja adecuadamente los requisitos especificados.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- La estrategia de verificación será desarrollada e implementada.
- Son identificados los criterios para la verificación de todos los productos de trabajo de software necesarios.
- Se llevarán a cabo actividades de verificación requeridas.
- Los defectos serán identificados, encontrados y eliminados de los productos de trabajo de software.
- Los resultados de las actividades de verificación serán puestos a disposición del cliente y de otras organizaciones involucradas.

### **Validación de Software**

El propósito del proceso de validación es confirmar que los requerimientos para el uso previsto del software se cumplen.

Los resultados esperados al implementar el proceso son:

- Una estrategia de validación será desarrollada e implementada.
- Son identificados los criterios para la validación de todos los productos de trabajo.
- Se llevarán a cabo actividades de validación requeridas.
- Todos los problemas identificados serán resueltos.
- Evidencia que pruebe que los productos de trabajo son adecuados para el uso previsto.
- Resultados de las actividades de validación serán puestos a disposición del cliente y de otras organizaciones involucradas.

La verificación y validación establecen que el software es adecuado a los requerimientos establecidos al inicio del proyecto, lo cual no significa que esté libre de defectos.

El nivel de confianza depende de lo crítico que sea el sistema para una organización, así como de las expectativas del usuario, realizar una correcta implementación de ambos métodos permitirá a la organización mejorar la calidad significativamente, ya que a diferencia de los demás procesos, estos procesos dan pruebas suficientes para asegurar que las salidas final del proyecto cumplen con los requisitos planeados, ya que permiten corregir una vez estando en marcha el proyecto, desarrollando planes de prueba, pero no son procesos aislados, se apoyan en gran medida en procesos de gestión.

La implementación de ambos, debe de ser en todas las etapas del proyecto, no solo en etapas de integración de software o hardware, como se realizó en el SMC, lo que ocasionaría huecos en su documentación, y falta de calidad.

#### **Nivel de madurez 4**

Etapla dedicada a la administración de los procesos, donde se realiza una cuantificación y medición de los procesos en tiempos limites determinados.

Los proyectos usan objetivos medibles para alcanzar las necesidades del cliente, la organización y el usuario final; esta mide la calidad del producto y del proceso de forma cuantitativa en base a objetivos establecidos. Se comprende la calidad y el rendimiento del proceso en términos estadísticos, realizando un proceso de gestión.

ISO/IEC 15504 dentro de este nivel se gestionan cuantitativamente los procesos ya implementados, es decir, mide y analiza el tiempo de su realización, ya que controla utilizando diferentes técnicas cuantitativas y estadísticas, es conocida en forma cuantitativa el rendimiento de los procesos dentro de los proyectos, lo que hace posible su predicción, todas las prácticas son objetivamente administradas, y la calidad de las mismas es conocida, mientras que en el modelo CMMI se deben de implementar dos áreas de proceso:

- Rendimiento de procesos de la organización.

- Gestión cuantitativa de proyecto.

### **Rendimiento de procesos de la organización**

El propósito del rendimiento de procesos de la organización es establecer y mantener una comprensión cuantitativa del rendimiento de los procesos establecidos dentro de la organización, apoyando a los objetivos de calidad y de rendimiento, proporcionando datos, líneas base, así como modelos de rendimiento para mejorar la calidad de cada proceso ejecutado dentro de la organización.

El rendimiento de los procesos es una medida de los resultados reales logrados mediante el monitoreo de los procesos en cada proyecto, este se caracteriza mediante el monitoreo de medidas del proceso y medidas de producto.

La expectativa de rendimiento de los procesos puede utilizarse para establecer los objetivos de calidad y de rendimiento de los procesos a nivel de proyecto y como línea base con la que comparar el rendimiento real del proyecto.

Cuando la organización define medidas, datos y técnicas analíticas relacionadas a las características críticas del proceso, del producto y del servicio, los beneficios que se obtienen son (Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S., 2009):

- Determinar si los procesos se comportan consistentemente o tienen tendencias estables.
- Identificar los procesos donde el rendimiento está dentro de los límites naturales que son consistentes en todos los equipos que están implementando el proceso.
- Establecer los criterios para identificar si un proceso o subproceso debería gestionarse estadísticamente, y determinar las medidas y las técnicas analíticas pertinentes que deben utilizarse en dicha gestión.
- Identificar los procesos que muestran un comportamiento inusual.
- Identificar cualquier aspecto de los procesos que pueda mejorarse en el conjunto de procesos estándar de la organización.
- Identificar la implementación de un proceso que se ejecuta de la mejor manera.

### **Gestión cuantitativa de proyecto**

El propósito de esta área de proceso es gestionar cuantitativamente el proceso definido del proyecto para alcanzar los objetivos establecidos de calidad y de rendimiento.

Esta área de proceso implica:

- Establecer y mantener los objetivos de calidad y de rendimiento del proceso en el proyecto.

- Identificar los subprocesos adecuados que constituyen el proceso definido del proyecto en base a los datos históricos de estabilidad y de capacidad encontrados en las líneas base.
- Seleccionar los subprocesos del proceso definido del proyecto a ser gestionados estadísticamente.
- Monitorizar el proyecto para determinar si los objetivos de calidad y de rendimiento del proceso en el proyecto están siendo satisfechos, e identificar la acción correctiva apropiada.
- Seleccionar las medidas y las técnicas analíticas a usarse en la gestión estadística de los subprocesos seleccionados.
- Registrar los datos de gestión estadística y de calidad en el repositorio de medición de la organización.

Para llevar a cabo eficazmente las prácticas específicas en esta área de proceso, la organización debe tener establecido un conjunto de procesos estándar y activos de proceso de la organización relacionados, tales como el repositorio de medición y la biblioteca de activos de proceso.

Esta área de proceso se aplica a la gestión de un proyecto, pero los conceptos encontrados aquí, también se aplican a la gestión de otros grupos y funciones. Aplicar estos conceptos a la gestión de otros grupos y funciones no necesariamente puede contribuir a alcanzar los objetivos de negocio de la organización, es necesario el establecimiento de relaciones eficaces con los proveedores para la implementación con éxito de las prácticas específicas.

Otro punto a tomar en cuenta en su implementación es el flujo de ejecución, ya que facilita la gestión de medidas y líneas base identificadas, su implementación dentro de proyectos como el SMC permitiría mejorar la calidad de procesos en específicos, y del producto de salida, ayudando a mejorar la toma de decisiones dentro de cada área, gestionando los riesgos que afectan al proyecto, siempre y cuando este cuente con la suficiente información.

### **Nivel de madurez 5**

Nivel de optimización que comprueba la adaptación de los procesos anteriores, pero busca que se obtenga una mejora continua que cumpla con los alcances acordados, se trata del proceso de monitoreo continuo de todos los procesos para mejorar la calidad del proyecto una vez entregado, a diferencia con el nivel 4, tanto para CMMI como ISO/IEC 15504, es que el nivel 5 es un enfoque de gestión y mejora en el desempeño de la organización en activos específicos, dando soluciones más prácticas, a diferencia de los niveles anteriores, se ocupa del desempeño de la organización a partir de datos recogidos de varios grupos de trabajo, analiza e identifica deficiencias, centrándose en los problemas comunes, lo que ayuda a impulsar la mejora de procesos, centrado en el mejoramiento continuo del desempeño de los procesos dentro de la organización.

El nivel 5 de los modelos de evaluación permite mejorar la calidad de los procesos ejecutados en niveles anteriores, dando como resultado soluciones rápidas y precisas que permiten tener un control optimizado de cada etapa del proyecto, centrándose en un ciclo de mejora continua a través de cada activo ejecutado, facilitándonos la ejecución de modelos como el ciclo de Deming (PDCA), para la administración de proyectos.

Las áreas de proceso que hay que implantar de CMMI son:

### **Análisis y resolución de las causas**

Su propósito es identificar las causas de los resultados seleccionados y actuar para mejorar el rendimiento de proceso.

Propone mejorar la calidad mediante la prevención de defectos o problemas y la identificación de forma apropiada de las causas de un mayor rendimiento de proceso

Esta área de proceso implica las siguientes actividades:

- Identificar y analizar las causas de los resultados seleccionados, los cuales pueden representar defectos y problemas cuya ocurrencia puede prevenirse en el futuro.

Tomar acciones para:

- Eliminar las causas y prevenir la recurrencia de defectos en el futuro.
- Analizar los datos para identificar problemas potenciales.

Las actividades del análisis causal y resolución proporcionan un mecanismo a los proyectos para evaluar sus procesos a nivel local y buscar las mejoras que puedan implementarse.

Las prácticas específicas de esta área de proceso se aplican a un proceso que es seleccionado para la gestión cuantitativa. El uso de las prácticas específicas de esta área de proceso puede añadir valor en otras situaciones, pero los resultados pueden no proporcionar el mismo grado de impacto en los objetivos de calidad y de rendimiento de proceso de la organización.

### **Gestión del rendimiento de la organización**

El propósito de la gestión del rendimiento de la organización es gestionar proactivamente el rendimiento de la organización para satisfacer sus objetivos de negocio.

Permite gestionar el rendimiento de la organización analizando iterativamente los datos agregados de proyectos, identificando faltas en el rendimiento frente a los objetivos de negocio.

Los objetivos de negocio de esta área de proceso son:

- Mejora de la calidad del producto.
- Aumento de la productividad.
- Aumento de la eficiencia y eficacia del proceso.
- Aumento de la regularidad en el cumplimiento del presupuesto y del calendario.
- Reducción del tiempo de ciclo.
- Mayor satisfacción del cliente y del usuario final.
- Reducción del tiempo de desarrollo o de producción para cambiar la funcionalidad, añadir nuevas características o adaptarse a las nuevas tecnologías.
- Mejora del rendimiento de una cadena de suministro que involucre a múltiples proveedores.
- Mejora del uso de los recursos en toda la organización.

Cabe mencionar que los procesos de análisis causal y resolución pueden utilizarse también para identificar áreas potenciales de mejora.

La ejecución de las mejoras y sus efectos sobre los objetivos de calidad y de rendimiento de proceso dependen de la capacidad para identificar, evaluar, implementar y desplegar con eficacia mejoras sobre los procesos y las tecnologías de la organización. Los beneficios que puede obtener la organización dependen del compromiso del personal para identificar y evaluar las posibles mejoras y para mantener el foco en la planificación a largo plazo que incluya la identificación de innovaciones.

Las propuestas de mejora se evalúan y se validan para determinar su eficacia en el entorno objetivo, en base a esta evaluación, se priorizan y se seleccionan las mejoras para el despliegue en nuevos proyectos y en proyectos en curso.

Las prácticas específicas de esta área de proceso se aplican a organizaciones cuyos proyectos se gestionan cuantitativamente. El uso de las prácticas específicas puede añadir valor en otras situaciones, pero los resultados pueden no proporcionar el mismo grado de impacto en los objetivos de calidad y de rendimiento del proceso de la organización.

### **Parámetros para la evaluación y comparación**

Cuando una organización ha conseguido mejorar sus procesos e implantar los correspondientes a un nivel de madurez CMMI o ISO/IEC 15504, para poder corroborar dicha implantación se requiere de una auditoría, y es ahí cuando se toman en cuenta los siguientes criterios:

## Métodos de evaluación

### CMMI

Par obtener el diploma acreditativo que indica el nivel de madurez alcanzado de CMMI se debe superar la evaluación SCAMPI que es el acrónimo de “Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement”, es un método sobre cómo evaluar los diferentes procesos de la organización, se distinguen tres tipos de SCAMPI A, B o C el SCAMPI A es el que permite obtener el nivel de madurez oficial. El SCAMPI A debe ser realizado por una figura denominada Lead appraiser, la cual es una persona acreditada por el SEI (Software Engineering Institute) para realizar la evaluación CMMI, finalmente es el Lead appraiser quién emite lo que se conoce como “Appraisal Disclosure Statement”, documento que muestra los resultados de la evaluación (Garzás, Irrazábal y Santa, 2011).

### ISO/IEC 15504

El equipo de auditores se apoya en una guía de evaluación TR29110-3, esta guía se encarga de informar a los auditores el proceso que han de seguir para realizar una evaluación que determine las capacidades de proceso y madurez organizativa.

Los criterios de evaluación que tienen en cuenta los auditores son:

- CI (Completamente Implementado) entre 86% y 100%, hay evidencias de una completa y sistemática aproximación, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado.
- AI (Ampliamente Implementado), entre 51% y 85%, hay evidencias de una aproximación sistemática, y logro significativo, del cumplimiento del atributo en el proceso evaluado.
- PI (Parcialmente Implementado), entre 16% y 50%, se posee evidencia de alguna aproximación, y algún logro, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado, pero algunos aspectos del proceso no se han implementado completamente.
- NI (No Implementado), entre 0% y 15%. Hay muy poco o incluso ninguna evidencia de cumplimiento del atributo definido en el proceso evaluado.

Cuando el equipo de auditores ha calificado los atributos de proceso, pueden determinar el nivel de capacidad de cada proceso, para alcanzar un nivel de capacidad, los atributos de proceso inferiores deben ser calificados CI, y los atributos de proceso del nivel de capacidad deben ser calificados AI o CI, por último, el nivel de madurez, que evalúa a la organización tomará en cuenta la calificación de los niveles de capacidad obtenidos para el conjunto de procesos evaluados pertenecientes a dicho nivel (Alarcón, González y Rodríguez 2011).



## **Duración de la certificación**

En CMMI los resultados de la evaluación son válidos durante un máximo de 3 años desde la fecha en que se emite el Appraisal Disclosure Statemen.

Mientras que una certificación de ISO/IEC 15504 es válida por tres años, una auditoría de vigilancia se lleva a cabo durante el segundo y tercer año.

## **Costes internos**

En CMMI durante la auditoría, 4 personas de la organización deben de participar plenamente durante la misma, aproximadamente entre 8 y 12 días. Estas 4 personas deben cumplir con requisitos bastante estrictos por lo que normalmente corresponden con perfiles cualificados dentro de la empresa (Garzás, Irrazábal y Santa, 2011).

En ISO/IEC 15504 si es la auditoría final, se deben tener en cuenta salidas para cada uno de los resultados del proceso y de las prácticas atributo, que son los resultados arrojados por los atributos de proceso.

Los componentes definidos para una evidencia objetiva son: un documento de descripción del proceso, un artefacto directo en el cual debe mostrarse una evidencia de los resultados de la aplicación realizada, un artefacto indirecto que puede ser desde un acta de una reunión en la que se trató el proceso, hasta una afirmación oral por parte de las personas que conforman el equipo de trabajo.

## **Fases de la auditoría**

El método SCAMPI define varias actividades a realizar, que abarcan desde que la definición de los objetivos de la auditoría hasta el reporte de los resultados de la evaluación (Chrissis, Konrad y Shrum 2009).

Las etapas que afectan más a la organización se pueden agrupar en 3 fases que son:

1. Preparación y planificación de la auditoría: en esta fase se seleccionan los objetivos de la mejora, se define el método de captura de evidencias, etc. Tiene una duración aproximada de 2 jornadas.
2. Readiness-review: en esta fase se estudia si la organización está preparada para la auditoría. La duración de esta fase, que es realizada por el equipo de evaluación, es de aproximadamente 3 jornadas.
3. Ejecución de la auditoría y comunicación de resultados: durante esta actividad se realiza la auditoría final de concesión de un nivel de madurez de CMMI. Es realizada por el equipo de evaluación, y su duración estimada depende del nivel de madurez que se quiera alcanzar.

En la norma ISO/IEC 15504 se incluyen 5 fases básicas que contribuyen, apoyan y guían el proceso de certificación (Alarcón, González y Rodríguez, 2011):

1. Fase de lanzamiento del proyecto: Esta fase incluye la toma de decisión por parte de la empresa para comenzar su proceso de certificación.
2. Fase diagnóstico previo y definición de los planes de mejora: En esta fase se realiza una auditoría inicial en la empresa, que se estima tenga una duración aproximada de 4 días, con el fin de conocer cómo son manejados los procesos de desarrollo de software en la empresa y estipular un plan de cambios y mejoras para que los procesos cumplan con los estándares definidos en la norma.
3. Fase de definición de la solución: Esta fase comienza con la aplicación e implantación del plan de mejora surgido en la fase anterior.
4. Fase de implantación de los procesos de calidad internos: Se realiza un seguimiento al plan de mejora, de mínimo 16 días, para revisar que se esté cumpliendo a cabalidad. En caso de no ser así se deben realizar algunos ajustes por medio de la realización de auditorías que evalúen los procesos internos de desarrollo.
5. Fase de proceso de certificación: Incluye la realización de la auditoría final, que se llevará a cabo en 6 días y que otorgará la certificación a la empresa, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, dichos resultados serán registrados por el organismo certificador que haya elegido la empresa para el proceso de certificación.

## Capítulo 4

### Resultados y conclusiones

#### Resultados

Gracias a la relación existente entre los niveles de madurez de los modelos de evaluación de procesos CMMI e ISO/IEC 15504 se puede suponer que si una organización alcanza un nivel de madurez N en un modelo entonces, el nivel de madurez en el segundo modelo no podría ser menor al que ya se alcanzó en el primero, para sostener dicha suposición se utilizó el siguiente enfoque:

- Las prácticas específicas CMMI se compararon contra los resultados del proceso ISO/IEC 15504.
- Se determinó el nivel de madurez ISO/IEC 15504-7 que aseguró CMMI-DEV en su representación por etapas.

Los resultados al combinar los procesos y área de procesos de los diferentes niveles de madurez fueron los siguientes:

Al no existir requisitos especiales para obtener el nivel de madurez 1 de CMMI, sólo se tomaron en cuenta los procesos de IOS/IEC 15504 para el primer nivel de madurez del modelo propuesto (tabla 29), los cuales ayudan a la organización a implementa y alcanza de forma básica los resultados del proceso.

Tabla 29 Procesos del nivel de madurez 1 al combinar ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.

| Procesos nivel de madurez 1                  |
|--|
| Suministro                                   |
| Definición de los requerimientos del usuario |
| Análisis de los requerimientos del sistema   |

En el nivel de madurez 2, se pudo observar durante el análisis, que 6 de los procesos de ISO/IEC 15504 se empatan con 5 áreas de proceso de CMMI, eso quiere decir que al cumplir con este nivel de madurez de ISO/IEC 15504 se podría obtener de igual manera el nivel 2 de CMMI o al menos cubrir parcialmente.

Resulta factible la unión de los procesos y áreas de proceso, si se toma en cuenta el propósito general de cada uno de ellos, además del objetivo que se persigue.

En la tabla 30 se puede observar los procesos y áreas de procesos que muestran una similitud en el nivel 2 de madurez.

**Tabla 30 Similitud de áreas y procesos de nivel de madurez 2 ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.**

| Área de proceso CMMI                              | Procesos ISO/IEC 15504                   |
|---|--|
| Planificación del proyecto                        | Planificación del proyecto               |
| Seguimiento y control de proyectos                | Evaluación y control del proyecto        |
| Gestión de la configuración                       | Gestión de la configuración              |
|   | Gestión de la configuración del software |
| Medición y análisis                               | Medición                                 |
| Aseguramiento de la calidad de producto y proceso | Aseguramiento de la calidad de software  |

Dicha similitud se puede observar al comparar los resultados esperados de cada proceso con los objetivos específicos de las áreas de proceso.

### Proceso y área de proceso planificación del proyecto

En la tabla 31 se puede observar los resultados esperados del proceso de planificación del proyecto y los objetivos específicos del área de proceso planificación del proyecto.

**Tabla 31 Resultados esperados del proceso planificación del proyecto y objetivos específicos del área de planificación del proyecto. Fuente: elaboración propia.**

| Resultados esperados   | Objetivos específicos   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir el alcance del proyecto.</li> <li>• Evaluar la viabilidad del proyecto (objetivos, recursos y restricciones).</li> <li>• Estimar recursos, tamaño y esfuerzo de las tareas.</li> <li>• Identificar relación entre los elementos del proyecto, con otros proyectos y con unidades de la organización.</li> <li>• Definir plan de ejecución del proyecto.</li> <li>• Puesta en marcha de los planes.</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer estimaciones.<br/>Prácticas específicas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar el alcance del proyecto.</li> <li>• Establecer las estimaciones de los atributos de trabajo y de las tareas.</li> <li>• Definir el ciclo de vida del proyecto.</li> <li>• Determinar las estimaciones de esfuerzo y costes.</li> </ul> </li> <li>2. Desarrollar un plan de proyecto.<br/>Prácticas específicas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer el presupuesto y el calendario.</li> <li>• Identificar los riesgos del proyecto.</li> <li>• Planificar la gestión de los datos.</li> <li>• Planificar los recursos del proyecto.</li> <li>• Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.</li> <li>• Planificar el involucramiento de las partes interesadas.</li> <li>• Establecer el plan del proyecto.</li> </ul> </li> <li>3. Obtener el compromiso con el plan.<br/>Prácticas específicas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar los planes que afectan al proyecto.</li> <li>• Reconciliar los niveles de trabajo y recursos.</li> <li>• Obtener el compromiso con el plan.</li> </ul> </li> </ol> |

En ambos modelos se define el alcance del proyecto, se estiman los recursos y esfuerzos, además de establecer el plan del proyecto. Al unir las dos estructuras para crear un proceso único, la organización podría crear una base de planeación donde se lleve el registro de anteriores estimaciones que podrían servir para futuras implementaciones, definiendo de mejor manera las actividades del proyecto.

### Proceso de evaluación y control del proyecto y área de proceso de seguimiento y control de proyectos

En la tabla 32 se puede observar los resultados esperados del proceso de evaluación y control del proyecto, y los objetivos específicos del área de proceso de seguimiento y control de proyectos.

**Tabla 32 Resultados esperados del proceso de evaluación y control del proyecto y objetivos específicos del área de proceso de seguimiento y control. Fuente: elaboración propia.**

| Resultados esperados  | Objetivos específicos   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control e informes sobre el proceso del proyecto.</li> <li>• Control de la relación entre los elementos del proyecto, con otros proyectos y con unidades de la organización.</li> <li>• Tomar acciones para corregir las desviaciones de los planes y prevenir problemas.</li> <li>• Alcanzar y registrar los objetivos del proyecto.</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitorizar el proyecto frente al plan.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorizar los parámetros de planificación del proyecto.</li> <li>• Monitorizar los compromisos.</li> <li>• Monitorizar los riesgos del proyecto.</li> <li>• Monitorizar la gestión de datos.</li> <li>• Monitorizar la involucración de las partes interesadas.</li> <li>• Llevar a cabo revisiones de progreso.</li> <li>• Llevar a cabo revisiones de hitos.</li> </ul> </li> <li>2. Gestionar las acciones correctivas hasta su cierre.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar problemas.</li> <li>• Llevar a cabo las acciones correctivas.</li> <li>• Gestionar las acciones correctivas.</li> </ul> </li> </ol> |

Ambos modelos ayudan a determinar el estado del proyecto asegurando que se lleva a cabo respecto a lo planeado, además de identificar las relaciones con otros proyectos de la organización, fomentando el establecimiento de acciones correctivas a realizar si el rendimiento del proyecto se desvía del plan, tomando en cuenta los conocimientos y habilidades necesarias para el proyecto.

Eso quiere decir que al combinar estas estructuras, se puede implementar un proceso más robusto, donde se monitorea el progreso del proyecto, confirmando que se lleve a cabo según lo establecido, además de contar con acciones correctivas en caso de no ser así.

## Área de proceso de gestión de la configuración y los procesos de gestión de la configuración y gestión de la configuración del software

En la tabla 33 se puede observar los resultados esperados de los procesos de gestión de la configuración y gestión de la configuración del software y los objetivos específicos del área de proceso de gestión de la configuración.

Tabla 33 Resultados esperados de los procesos gestión de la configuración y gestión de la configuración del software y objetivos específicos del área de proceso de gestión de la configuración. Fuente: elaboración propia.

| Resultados esperados  | Objetivos específicos   |
|---|---|
| <p>Gestión de la configuración del software</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer una estrategia de gestión de configuración.</li> <li>• Definir los productos generados por los procesos y el proyecto.</li> <li>• Control de modificaciones y versiones.</li> <li>• Registrar e informar el estado de los elementos y modificaciones.</li> <li>• Asegurar la integridad y consistencia de los elementos.</li> <li>• Controlar el almacenamiento, tratamiento y entrega de los productos.</li> </ul> | <p>1. Establecer líneas base.<br/>Prácticas específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar elementos de configuración.</li> <li>• Establecer un sistema de gestión de la configuración.</li> <li>• Crear o liberar líneas base.</li> </ul> <p>2. Seguir y controlar los cambios.<br/>Prácticas específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir las peticiones de cambio.</li> <li>• Controlar los elementos de configuración.</li> </ul> <p>3. Establecer la integridad.<br/>Prácticas específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer registros de gestión de la configuración.</li> <li>• Realizar auditorías de configuración.</li> </ul> |
| <p>Gestión de la configuración</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir elementos para la gestión de la configuración.</li> <li>• Gestionar cambios en los elementos.</li> <li>• Controlar la configuración de los entregables.</li> <li>• El estado de los elementos que están bajo gestión de la configuración debe estar disponible durante todo el ciclo de vida.</li> </ul>  |   |

La diferencia entre los procesos gestión de la configuración y gestión de la configuración del software, radica en que el primero reúne toda la documentación del proyecto, mientras que el segundo reúne los elementos que forman el parte del software, pero esto no impide que se puedan unir estableciendo un único proceso de gestión de la configuración en el que se incluyan los elementos de software y toda la documentación existente, alienando estos procesos con el objetivo del área de proceso gestión de la configuración, se logra un repositorio donde se concentren

todos los elementos que forman parte del proyecto, manteniendo la integridad a partir del establecimiento de políticas para gestionar los cambios en cada uno de los ellos.

### Proceso de aseguramiento de la calidad de software y área de procesos de aseguramiento de la calidad del producto y proceso

En la tabla 34 se puede observar los resultados esperados del proceso de aseguramiento de la calidad de software y los objetivos específicos del área de proceso de aseguramiento de la calidad del producto y proceso.

Tabla 34 Resultados esperados del proceso aseguramiento de la calidad de software y objetivos específicos del área de proceso aseguramiento de la calidad del producto y proceso. Fuente: elaboración propia.

| Resultados esperados  | Objetivos específicos  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir estrategia para asegurar la calidad.</li> <li>• Producir y mantener evidencias para aseguramiento de la calidad.</li> <li>• Identificar y registrar problemas con los requisitos.</li> <li>• Verificar que los productos, procesos y actividades cumplen con estándares, procedimientos y requisitos.</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar objetivamente los procesos y los productos de trabajo.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar objetivamente los procesos.</li> <li>• Evaluar objetivamente los productos y los servicios.</li> </ul> </li> <li>2. Proporcionar una visión objetiva.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicar y asegurar la resolución de las no-conformidades.</li> <li>• Establecer registros.</li> </ul> </li> </ol> |

El proceso de ISO/IEC 15504 proporciona información para la mejora de procesos que se están llevando a cabo en el proyecto, proponiendo un perfil responsable del aseguramiento de la calidad, de igual manera el área de proceso de CMMI propone establecer personal que vigile que los procesos y productos de trabajo estén bajo los estándares definidos para poder entregar un producto de calidad

Al unir estos objetivos se puede fortalecer el soporte a la entrega de productos y servicios de alta calidad, proporcionando a todo el equipo de trabajo una apropiada visibilidad y realimentación sobre los procesos y los productos de trabajo.

## Proceso de medición y área de proceso medición y análisis

En la tabla 35 se puede observar los resultados esperados del proceso de medición y los objetivos específicos del área de proceso medición y análisis.

Tabla 35 Resultados esperados del proceso de medición y objetivos específicos del área de proceso medición y análisis. Fuente: elaboración propia.

| Resultados esperados  | Objetivos específicos  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar las necesidades a evaluar de los procesos.</li><li>• Desarrollar un conjunto de medidas a partir de dichas necesidades.</li><li>• Se planifican actividades de medición.</li><li>• Los datos requeridos se recogen, almacenan, analizan y los resultados se interpretan.</li><li>• Los resultados facilitan la toma de decisiones.</li><li>• Se evalúa el proceso de medición y las medidas tomadas.</li><li>• Las mejoras se comunican al responsable del proceso de medición.</li></ul> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Alinear las actividades de medición y análisis.<br/>Prácticas específicas:<ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer los objetivos de medición.</li><li>• Especificar las medidas.</li><li>• Especificar los procedimientos de recogida y de almacenamiento de datos.</li><li>• Especificar los procedimientos de análisis.</li></ul></li><li>2. Proporcionar los resultados de la medición.<br/>Prácticas específicas:<ul style="list-style-type: none"><li>• Recoger los datos de la medición.</li><li>• Analizar los datos de la medición.</li><li>• Almacenamiento de datos y los resultados.</li><li>• Comunicar los resultados.</li></ul></li></ol> |

En ambos modelos el objetivo es recoger y analizar información para apoyar a la gestión de procesos, además de cubrir las necesidades de información de la organización. Al unificar estas estructuras la organización pueden establecer objetivos de medición demostrando la calidad de los productos además de comunicar los resultados de dicha medición.

La tabla 36 muestra como quedaría el nivel de madurez 2 del modelo propuesto en este trabajo.



Tabla 36 Procesos del nivel de madurez 2 de la combinación ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.

| Procesos nivel de madurez 2                        |
|--|
| Gestión de requerimientos                          |
| Gestión del modelo del ciclo de vida               |
| Planificación del proyecto                         |
| Seguimiento, evaluación y control del proyecto     |
| Gestión de la configuración                        |
| Gestión de acuerdo con los proveedores             |
| Aseguramiento de la calidad del producto y proceso |
| Medición y análisis                                |

Al llegar al nivel de madurez 3, existen 5 áreas de proceso de CMMI que pueden cubrir 6 procesos de los 11 propuesto por el ISO/IEC 15504, como se muestra en la tabla 37.

Tabla 37 Similitud de procesos del nivel de madurez 3 de ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.

| Área de proceso CMMI                | Procesos ISO/IEC 15504      |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Integración del producto            | Integración de software     |
|                                     | Integración del sistema     |
| Verificación                        | Verificación                |
| Validación                          | Validación                  |
| Gestión de riesgos                  | Gestión de riesgos          |
| Formación organizativa              | Gestión de recursos humanos |
| Análisis de decisiones y resolución | Gestión de la decisión      |

## Área de proceso de integración del producto y procesos de integración de software e integración del sistema

En la tabla 38 se puede observar los resultados esperados de los procesos de integración de software e integración del sistema y los objetivos específicos del área de proceso de integración del producto.

**Tabla 38 Resultados esperados de los procesos de integración de software e integración del sistema y objetivos específicos del área de integración del producto.**

| Resultados esperados   | Objetivos específicos  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una estrategia de integración es desarrollada para unidades de software, consistente con la estrategia de liberación.</li> <li>• Se desarrollan criterios de verificación para los elementos de software que garantice el cumplimiento de los requisitos de software.</li> <li>• Los elementos de software son definidos por la estrategia de integración.</li> <li>• Los elementos de software se verifican mediante los criterios de aceptación definidos.</li> <li>• Se registran los resultados de las pruebas de integración.</li> <li>• Se establece una consistencia entre los requisitos de software y elementos de software.</li> <li>• La estrategia de regresión se desarrollará para volver a verificar los elementos de software si se produce un cambio en las unidades de software.</li> <li>• Las pruebas de regresión se llevarán a cabo según sea necesario.</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparar para la integración de producto.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la secuencia de integración.</li> <li>• Establecer el entorno de integración de producto.</li> <li>• Establecer los procedimientos y los criterios de integración de producto.</li> </ul> </li> <li>2. Asegurar la compatibilidad de la interfaz.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la completitud de las descripciones de la interfaz.</li> <li>• Gestionar las interfaces.</li> </ul> </li> <li>3. Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para su integración.</li> <li>• Ensamblar los componentes de producto.</li> <li>• Evaluar los componentes de producto ensamblados.</li> <li>• Empaquetar y entregar el producto o el componente de producto.</li> </ul> </li> </ol> |

Ambos modelos fomentan el establecimiento de una estrategia de integración del producto, lo cual ayuda a saber cuáles son los componentes que lo constituyen.

Es factible la unión de estos procesos ya que los tres tienen como objetivo ensamblar el producto asegurando que el producto una vez integrado, funciona correctamente, hasta lograr el producto final.

Al terminar esta etapa de integración se puede decir que se estableció el entorno para la realización de la integración y los procedimientos de integración, además de

que el software está completamente ensamblado, y ha pasado las pruebas de aceptación.

### Proceso y área de proceso de verificación

En la tabla 39 se puede observar los resultados esperados del proceso de verificación y los objetivos específicos del área de proceso de verificación.

**Tabla 39 Resultados esperados del proceso de verificación y objetivos específicos del área de proceso de verificación. Fuente: elaboración propia.**

| Resultados esperados  | Objetivos específicos  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• La estrategia de verificación será desarrollada e implementada.</li> <li>• Son identificados los criterios para la verificación de todos los productos de trabajo de software necesarios.</li> <li>• Se llevarán a cabo actividades de verificación requeridas.</li> <li>• Los defectos serán identificados, encontrados y eliminados de los productos de trabajo de software.</li> <li>• Los resultados de las actividades de verificación serán puestos a disposición del cliente y de otras organizaciones involucradas.</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparar la verificación.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar productos para verificación.</li> <li>• Establecer ambiente de verificación.</li> <li>• Establecer procedimientos y criterios de verificación.</li> </ul> </li> <li>2. Ejecutar revisiones.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar para revisión.</li> <li>• Conducir la revisión.</li> <li>• Analizar datos de la revisión.</li> </ul> </li> <li>3. Verificar productos seleccionados.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar verificación.</li> <li>• Analizar resultados de verificación e identificar acciones correctivas.</li> </ul> </li> </ol> |

Otro de los procesos importantes en ambos modelos, orientado a comprobar que el producto cumple con todo lo estipulado en etapas anteriores. Al unir los objetivos permite a la organización identificar defectos en etapas tempranas de la creación del producto y reducir los altos costos asociados a la identificación y corrección de defectos que se pueden presentar más adelante, brindando seguridad en las salidas.

## Proceso y área de proceso de validación

En la tabla 40 se puede observar los resultados esperados del proceso de validación y los objetivos específicos del área de proceso de validación.

Tabla 40 Resultados esperados del proceso de validación y objetivos específicos del área de proceso de validación. Fuente: elaboración propia.

| Resultados esperados   | Objetivos específicos   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Una estrategia de validación será desarrollada e implementada.</li><li>• Son identificados los criterios para la validación de todos los productos de trabajo.</li><li>• Se llevarán a cabo actividades de validación requeridas.</li><li>• Todos los problemas identificados serán resueltos.</li><li>• Evidencia que pruebe que los productos de trabajo son adecuados para el uso previsto.</li><li>• Resultados de las actividades de validación serán puestos a disposición del cliente y de otras organizaciones involucradas.</li></ul> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Preparar la validación.<br/>Prácticas específicas:<ul style="list-style-type: none"><li>• Seleccionar productos para validación.</li><li>• Establecer el ambiente de validación.</li><li>• Establecer procedimientos y criterios de validación.</li></ul></li><li>2. Validar productos y componentes del producto.<br/>Prácticas específicas:<ul style="list-style-type: none"><li>• Ejecutar validación.</li><li>• Analizar resultados de validación.</li></ul></li></ol> |

Proceso importante en ambos modelos de evaluación, orientado a los productos entregados y utilizados por el cliente o usuarios finales. Las prácticas de validación deben aplicarse en un ambiente similar, o lo más cercano posible, al ambiente real de operación del producto, que permita ubicar al usuario en el contexto de uso y determinar cualquier problema que se pueda presentar. Ambos modelos implementan la etapa de validación junto a otros procesos de prueba y de control de riesgos, lo que los hace altamente compatibles.

## Proceso y área de proceso gestión de riesgos

En la tabla 41 se puede observar los resultados esperados del proceso de gestión de riesgos y los objetivos específicos del área de proceso de gestión de riesgos.

Tabla 41 Resultados esperados del proceso de gestión de riesgos y objetivos específicos del área de proceso de gestión de riesgos. Fuente: elaboración propia.

| Resultados esperados  | Objetivos específicos  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Se determina el ámbito de la gestión de riesgos a realizarse para el proyecto.</li><li>• Se definen e implementan las estrategias de gestión de riesgos adecuadas.</li><li>• Se identifican los posibles riesgos para el proyecto en la estrategia del proyecto.</li><li>• Se analizan los riesgos y se priorizan los recursos para monitorear dichos riesgos.</li><li>• Las métricas de riesgo son definidas, aplicadas, y evaluadas para determinar el cambio en el estado de riesgo y el progreso de las actividades de vigilancia.</li><li>• Se tomarán las medidas adecuadas para corregir o evitar el impacto del riesgo.</li></ul> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Preparar la gestión de riesgos.<br/>Prácticas específicas:<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar las fuentes y las categorías de los riesgos.</li><li>• Definir los parámetros de los riesgos.</li><li>• Establecer una estrategia de gestión de riesgos.</li></ul></li><li>2. Identificar y analizar los riesgos.<br/>Prácticas específicas:<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar riesgos.</li><li>• Evaluar, categorizar y priorizar los riesgos.</li></ul></li><li>3. Mitigar los riesgos.<br/>Prácticas específicas:<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollar los planes de mitigación de riesgo.</li><li>• Implementar los planes de mitigación de riesgo.</li></ul></li></ol> |

Su propósito dentro de ambos modelos es identificar los problemas potenciales antes de que ocurran para que las actividades de gestión de riesgos puedan ser planificadas y utilizadas según sea necesario a lo largo de la vida del producto o del proyecto y así mitigar los impactos adversos para alcanzar los objetivos.

Al implementar esta etapa la organización puede ampliar las prácticas iniciales definidas al establecer principios que permiten anticipar y mitigar de manera proactiva los riesgos que se puedan presentar en un proyecto.

Las actividades de mitigación incluyen tanto las actividades para controlar la ocurrencia del riesgo como para minimizar el efecto en caso de que se presente, frecuentemente identificado como planes de contingencia.

## Proceso gestión de recursos humanos y área de proceso formación organizativa

En la tabla 42 se puede observar los resultados esperados del proceso de recursos humanos y los objetivos específicos del área de proceso de formación organizativa.

Tabla 42 Resultados esperados del proceso de gestión de recursos humanos y objetivos específicos del área de proceso de formación organizativa. Fuente: elaboración propia.

| Resultados esperados  | Objetivos específicos   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las funciones y competencias necesarias para las operaciones de la organización y el proyecto son identificadas a través de la revisión oportuna de los requerimientos organizativos y de proyectos.</li> <li>• Sera llevado a cabo una formación para asegurar que todas las personas han recibido los conocimientos necesarios para realizar su tareas, utilizando mecanismos tales como estrategias y materiales de capacitación.</li> <li>• Personas con las habilidades y competencias requeridas serán identificados y reclutados, o van a ser entrenados para llevar a cabo las funciones de organización y de proyectos.</li> <li>• Se apoyara interacción efectiva entre los individuos y los grupos.</li> <li>• La fuerza de trabajo tendrá las habilidades para compartir información y coordinar sus actividades de manera eficiente.</li> <li>• Se definirán criterios objetivos para supervisar el desempeño del grupo y el desempeño individual para proporcionar retroalimentación.</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer una capacidad de formación organizativa.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer las necesidades de formación estratégicas.</li> <li>• Determinar qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización.</li> <li>• Establecer un plan táctico de formación organizativa.</li> <li>• Establecer la capacidad de formación.</li> </ul> </li> <li>2. Proporcionar la formación necesaria.<br/>Prácticas específicas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impartir la formación.</li> <li>• Establecer los registros de formación.</li> <li>• Evaluar la eficacia de la formación.</li> </ul> </li> </ol> |

Ambos modelos proponen estrategias de formación, para que el personal cuente con los conocimientos necesarios para realizar las tareas de su respectivo rol.

Al combinar ambos objetivos la organización obtiene un proceso único, donde se podrá identificar fácilmente las necesidades específicas de la formación a partir de revisiones oportunas de los requerimientos organizativos, además de una correcta asignación de puestos de acuerdo a habilidades y características de cada colaborador, aumentando la eficiencia del factor humano y por consiguiente se obtendrá un desarrollo estable.

## Proceso de gestión de la decisión y área de proceso análisis de decisiones y resolución

En la tabla 43 se puede observar los resultados esperados del proceso de recursos gestión de la decisión y los objetivos específicos del área de proceso de decisiones y resolución.

Tabla 43 Resultados esperados del proceso de gestión de la decisión y objetivos específicos del área de proceso de análisis de decisiones y resolución. Fuente: elaboración propia.

| Resultados esperados   | Objetivos específicos  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Se identificarán las actividades de resolución de problemas para garantizar que se analizan todos los problemas descubiertos y resuelto.</li><li>• Los informes de problemas serán preparados ante la detección de problemas (incluyendo las no conformidades) en un software producto o actividad.</li><li>• Un mecanismo será proporcionado para reconocer y actuar sobre las tendencias de los problemas identificados.</li></ul> | <p>1. Evaluar las alternativas.</p> <p>Prácticas específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Establecer guías para el análisis de decisiones.</li><li>• Establecer criterios de evaluación.</li><li>• Identificar soluciones alternativas.</li><li>• Seleccionar métodos de evaluación.</li><li>• Evaluar alternativas.</li><li>• Seleccionar soluciones.</li></ul> |

Los modelos se enfocan en analizar las soluciones a los posibles problemas, orientados a brindar mejores soluciones. Básicamente estas prácticas se integran en otros procesos como parte del proceso de toma de decisiones del día a día.

En esta etapa se requiere llevar un proceso formal que permita documentar criterios y alternativas consideradas para poder respaldar las decisiones tomadas y garantizar la mayor objetividad posible. La cuestión clave en el área de proceso tiene que ver con la identificación y documentación de las guías que establecen los criterios para determinar en qué situaciones se requiere realizar un proceso formal de evaluación. Una mala decisión influiría en el desarrollo del proyecto en etapas posteriores, lo que mermaría la calidad de todo el proceso.

De tal manera que los procesos para el nivel de madurez 3 del modelo propuesto quedarían como se muestra en la tabla 44.

Tabla 44 Procesos del Nivel de madurez 3 al combinar ISO/IEC 15504 y CMMI. Fuente: elaboración propia.

| <b>Procesos nivel de madurez 3</b>                   |
|--|
| Análisis de requerimientos del software              |
| Desarrollo de requerimientos                         |
| Solución técnica                                     |
| Diseño de la arquitectura del software               |
| Diseño de la arquitectura del sistema                |
| Gestión de infraestructura                           |
| Gestión de recursos humanos y formación organizativa |
| Integración del producto                             |
| Definición de procesos de la organización            |
| Enfoque de procesos de la organización               |
| Gestión integrada del proyecto                       |
| Gestión de riesgos                                   |
| Gestión y análisis de decisiones                     |
| Verificación   |
| Validación   |

En el nivel de madurez 4 al unir la Gestión cuantitativa con las dos áreas de proceso de CMMI permite mejoras generales a todos los procesos dentro del desarrollo del software.

En la gestión de cuantitativa del proyecto se gestiona cuantitativamente los objetivos establecidos de calidad y de rendimiento de cada proceso, mientras que en el área de proceso de rendimiento de procesos de la organización, se establece y mantiene una comprensión cuantitativa del rendimiento de los procesos seleccionados del conjunto de procesos estándar de la organización para lograr los objetivos de calidad y de rendimiento de procesos; proporcionando datos, líneas base y modelos de rendimiento de los procesos para gestionar cuantitativamente cada proyecto realizado dentro de las organizaciones.

Esto ayudara a dar dinámica a los procesos de mejora, involucrando a todas las partes de la organización, ya que se requerirá una continua revisión y aportación, el nivel 4 de madurez realiza un monitoreo de todas las etapas del proyecto, asegurando la calidad de cada proceso, el éxito en su implementación recaerá en la capacidad que debe de tener la organización para poder cubrir estos procesos sin descuidar o afecta procesos en ejecución.

En el nivel de madurez 5, se realiza una mejora continua en cada proceso a lo largo de su desarrollo, para poder cumplir con los objetivos de negocio, el propósito es



realizar un incremento a la calidad del software desarrollado, teniendo como diferencia con el nivel de madurez 4 de ISO/IEC 15504, el método de monitoreo.

Para la implementación de este nivel, debemos cumplir con los niveles de madurez anteriores, esto para el ISO/IEC 15504, así como implementar dos áreas de proceso importantes dentro del CMMI.

La gestión cuantitativa de proyecto ayuda a las organizaciones a alcanzar los objetivos establecidos de calidad y de rendimiento del proceso del proyecto, mientras que el Rendimiento de procesos de la organización ayuda a establecer y mantener una comprensión cuantitativa del rendimiento de los procesos seleccionados, además de identificar las fallas en el rendimiento de la organización frente a los objetivos de negocio.

Dado como resultado un continuo crecimiento por parte de todas las partes involucradas, donde es necesario dar continuos aportes que ayuden a mejorar la calidad de las salidas en cada proceso; una vez implementados todos los procesos anteriores, se cuenta con un gran material de trabajo en la organización.

Se puede decir que al conseguir el nivel 5 de madurez tanto en CMMI como ISO/IEC 1550, la organización realiza un seguimiento de los procesos ejecutados durante el proyecto, mejorando la calidad del trabajo final, dando la ventaja de realizar adecuaciones antes de la entrega, así como cumplir con las expectativas de los interesados, llegar a este nivel significaría para cualquier organización que sus procesos son completamente maduros, además de ser también una muestra de que sus procesos han sido correctamente implementados lo que en la actualidad es un añadido a la reputación de la organización que lo implementa, dando la seguridad de que el proyecto ejecutado tendrá la más alta calidad, lo que se traduce como una organización competitiva.

De acuerdo a los datos obtenidos, la implementación de ambos modelos dentro de un proyecto real beneficia la gestión de los procesos implementados, permitiendo a los interesados conocer el estado de cada etapa del proyecto, desde su concepción, hasta su entrega.

Cada proceso es gestionado, es decir las salidas de cada proceso se controlan y mantienen; es establecido, la organización utiliza procesos definidos basados en estándares; es predecible, es decir se realiza una gestión cuantitativa de los resultados de cada proceso; y es optimizado, se realiza una mejora continua en cada proceso a lo largo de su vida, para poder cumplir con los objetivos de negocio, el propósito es realizar un incremento a la calidad del software desarrollado.

Así como se tiene claro los beneficios de la implementación de ambos modelos, también se pudieron observar las desventajas de no implementarlo, durante el análisis del "Sistema de Mejora Continua".

Durante el proyecto SMC se contó con la definición de requerimientos, plan de proyecto y plan de pruebas, así como una comunicación constante con todos los interesados, se realizaron omisiones que impidieron el correcto desarrollo en etapas posteriores. Debido a la inexistencia de una correcta gestión de riesgos, se fueron presentando atrasos, que mermaron la calidad de los procesos de salida.

La correcta implementación de los procesos da como resultado ventajas sostenibles en proyectos de corto o largo plazo, según sea el caso, lo que no se logró dentro del proyecto de SMC, debido a las ausencias de procesos desde el nivel 2, provocando retrasos continuos en las fechas de entrega. La implementación del modelo propuesto, permitirá mejorar la calidad de las salidas del proyecto en periodos cortos, siendo este, factor importante para el mejoramiento de la competitividad de la organización.

## Caso práctico

Para poder visualizar de mejor manera dichos beneficios, a continuación se explicara el proceso de pruebas establecido en la DCV, y como se podría mejorar cada fase de dicho proceso al implementar los modelos de evaluación CMMI e ISO/IEC 15504.

Las fases del proceso de pruebas de la DCV son:

1. Planeación.
2. Preparación de casos de prueba.
3. Ejecución de pruebas.
4. Cierre.

En la fase de planeación el líder técnico del proyecto solicitar al responsable de pruebas la realización de pruebas a través del sistema de solicitudes anexando la especificación de pruebas de software, además de solicitar el acceso para los desarrolladores al sistema de gestión de defectos, dicha solicitud debe ser a través del sistema de solicitudes.

El responsable de pruebas comunica la asignación del proyecto al líder de pruebas e integra el equipo de trabajo de probadores. El líder de pruebas tiene acceso al repositorio del proyecto para consultar información y poder generar el plan de pruebas.

En la fase de preparación de casos de prueba el líder de pruebas y los probadores de software asignados al proyecto revisar y analizar la especificación de requerimientos, casos de uso y el diseño detallado del software, acto siguiente los probadores definen y elaboran los casos de prueba y escenarios de prueba de acuerdo al tipo de pruebas a realizar.

Al terminal el líder de pruebas revisa y valida los casos y escenarios elaborados por los probadores de software.

En la fase de ejecución de pruebas el líder técnico incorpora los datos del ambiente de pruebas al ticket del proyecto en el anexo de la especificación de pruebas de software.

El líder de pruebas junto con los probadores de software revisan que los accesos al ambiente de pruebas hayan sido asignados adecuadamente de acuerdo con la especificación de pruebas de software. En caso de ser pruebas de desempeño, se crean los datos de prueba y su automatización.

Los probadores de software ejecutan los casos de prueba y escenarios de prueba en el software desarrollado, realizan revisiones técnicas a la documentación y en caso de pruebas funcionales realizan el registro de defectos, documentando los hallazgos (defectos, observaciones y sugerencias de mejora) detectados de acuerdo con el

anexo del procedimiento de pruebas de software. En caso de pruebas de usabilidad, desempeño y aceptación se realiza el Informe de resultados de las pruebas.









El líder de pruebas revisar y/o modificar los hallazgos reportados, en el registro de defectos o en el informe de resultados de las pruebas, y los asigna al líder técnico del proyecto. El líder técnico aprueba o declina los hallazgos, actualizando su registro.

Por último el equipo de desarrollo y el ingeniero de requerimientos revisan los hallazgos asignados, corrigen los defectos encontrados y actualizar el registro de defectos de acuerdo a la solución propuesta para cada uno de ellos.

En la fase de cierre, el equipo de pruebas da seguimiento a los hallazgos reportados.

Quedando las entradas, salidas y roles involucrados como se muestra en la tabla 45.

Tabla 45 Procedimiento de pruebas de software de la DCV. Fuente: elaboración propia.

| Entradas   | Roles involucrados   | Salidas  |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li> Casos de uso</li> <li> Especificación de pruebas de software</li> <li> Especificación de requerimientos</li> <li> Diseño detallado del software</li> <li> Software</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollador de software</li> <li>• Ingeniero de requerimientos</li> <li>• Líder de proyecto</li> <li>• Líder técnico</li> <li>• Líder de pruebas</li> <li>• Probador</li> <li>• Responsable de pruebas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li> Plan de pruebas</li> <li> Registro de defectos</li> <li> Informe de resultados de las pruebas</li> </ul> |

Los procesos que se pueden aplicar por parte de ISO/IEC 15504, para mejorar la fase de pruebas son:

#### Planificación del proyecto

Ayudaría en la fase de planeación, ya que a partir del resultado de la evaluación de la viabilidad del proyecto, se mejorarían las estimaciones de los recursos y los esfuerzos para las tareas de pruebas. Actualmente la DCV no realiza una estimación de pruebas al iniciar el proyecto, dicha tarea se realiza a partir de que el responsable de pruebas recibe la especificación de pruebas con fechas ya establecidas, teniendo que acomodar las actividades en dichas fechas, ocasiona retrasos en el cierre de las pruebas.

La fase de planeación se mejoraría a partir de los resultados de la identificación de los elementos del proyecto con los del área de pruebas, además de poder realizar un correcto dimensionamiento y cálculo para definir las pruebas a aplicar y fechas de entrega de resultados, el equipo de pruebas de la DCV realiza el plan de pruebas,

hasta que el primer entregable de desarrollo esté listo, ocasionando que dichas fechas sufran cambios durante el desarrollo de las pruebas.

### Evaluación y control del proyecto

En este proceso el plan de proyecto es la base para monitorizar las diferentes actividades que lo componen, el progreso se determina comparando los actuales elementos de trabajo: tareas, horas realizadas, coste y calendario actual, con los estimados en el plan de proyecto, mejorando así la fase de planeación, ya que se realiza una adecuada estimación de tiempo para las actividades de pruebas, actualmente en la DCV cada inicio de proyecto se establecen las pruebas a realizar, pero no se analiza a profundidad los elementos que intervendrán para poder llevar a cabo las pruebas.

### Gestión de la configuración

En este proceso se definen los elementos para el control de la configuración y establece que los elementos de trabajo estarán disponibles durante todo el ciclo de vida. Se podría mejorar la fase de preparación de las pruebas, ya que la DCV libera los accesos al personal de pruebas hasta definir quién participara en el proyecto, esta asignación la realiza el líder de pruebas conforme al perfil y tiempos de cada uno de los integrantes del equipo, una vez asignados al proyecto los probadores de software tienen que esperar la liberación de permisos para poder ingresar al repositorio del proyecto, perdiendo tiempo de pruebas ocasionando retrasos en la elaboración de los casos de prueba y escenarios de prueba.

### Aseguramiento de la calidad de software

En este proceso se producen y mantienen evidencias para el aseguramiento de la calidad, además se verifica que los productos cumplen con estándares, procedimientos y requisitos. Dicho proceso ayudaría a mejorar la fase de cierre, ya que en el equipo de pruebas de la DCV en la fase de cierre sólo da seguimiento a los hallazgos reportados, informando al líder técnico cuantas incidencias fueron reportadas, cuantas quedaron abiertas y con que nivel de severidad.

El líder técnico con esta información, toma la decisión de dar por terminado el proyecto o establecer un nuevo ciclo de pruebas, en el caso de establecer un nuevo ciclo la decisión es comunicada con pocas horas antes del lanzamiento de un nuevo ambiente de pruebas, mermando la posibilidad de obtener una adecuada base de conocimiento para futuras pruebas.

### Verificación de software

Este proceso confirma que el software refleja adecuadamente los requisitos especificados, a los defectos son identificados, encontrados y eliminados de los productos de trabajo de software además los resultados de las actividades de

verificación serán puestos a disposición del cliente. En la fase de ejecución de las pruebas este proceso mejoraría la corrección de defectos registrados, ya que muchas veces algunos defectos no son corregidos por la premura del tiempo, ya que la mayoría de las veces el equipo de desarrollo y el ingeniero de requerimientos revisan los hallazgos asignados, corrigen los defectos encontrados, pero no actualizan el registro de defectos, ocasionando que el líder técnico se retrase en el establecimiento de un nuevo ciclo de pruebas.

Indudablemente al alcanzar un nivel de madurez 4, ayudaría a la DCV a gestionar cuantitativamente el proceso de pruebas establecido, midiendo y analizando el tiempo de sus actividades, llevándolo a término de manera consistente el proceso de pruebas.

En el nivel 5 la adaptación del proceso de pruebas obtendrá una mejora continua de tal manera que contribuya al alcance de los objetivos de negocio de la DCV, llevando a cabo una monitorización continua del proceso, además de analizar los datos obtenidos, para finalizar las actividades de dicho proceso en tiempo y forma.

Las áreas de proceso de CMMI que se podrían aplicar para mejorar el proceso de pruebas son:

#### Planificación del proyecto

Esta área de proceso ayudaría a mejorar la etapa de planeación, ya que se toman en cuenta la estimación de los atributos de trabajo y de las tareas, además de planificar el involucramiento de las partes interesadas. Se toma en cuenta la elaboración de un calendario y la identificación de los riesgos del proyecto, es decir la estimación de tareas de pruebas y participación del equipo de pruebas serian adecuadamente planeadas desde un inicio.

Ya que el responsable de pruebas establece las actividades del equipo una vez que el calendario ya fue establecido por el líder técnico, teniendo que acortar algunas actividades para poder ejecutar un ciclo completo de pruebas según la exigencia del proyecto.

#### Aseguramiento de la calidad de proceso y producto

Esta área de proceso da soporte a la entrega de productos y servicios de alta calidad, proporcionando a todo el equipo de trabajo, una apropiada visibilidad y realimentación sobre los procesos y los productos de trabajo asociados durante toda la vida del proyecto.

En la fase de planeación una vez generado el plan de pruebas por premuras en los tiempos el líder de pruebas termina realizando las actualizaciones al documento, ocasionado que el quipo no conozca las modificación al plan.

Partiendo de este objetivo ayudaría a mejorar las fases de ejecución de pruebas y cierre, ya que es donde se elabora el registro de defectos, y se comunica al líder técnico el estatus de las pruebas, donde la DCV no lleva un monitoreo cercano de las incidencias reportadas por el equipo de pruebas mermando la calidad del producto.

#### Gestión de la configuración

Esta área de proceso se ocupa de mantener la integridad de los productos de trabajo estableciendo un sistema de gestión de la configuración, la fase beneficiada de este proceso sería la de preparación de casos prueba, ya que se podría mejorar la asignación de permisos en el repositorio del proyecto, para que el equipo de pruebas pueda acceder sin contratiempos, ya que el líder técnico tiene que informar al responsable del repositorio para la liberación de los accesos, este procedimiento ocasiona retrasos, esto debido a que no se hace uso adecuado del sistema de solicitudes establecido en la DCV.

#### Verificación

Esta área de proceso ayuda a en la fase de ejecución de pruebas, ya que es en esta fase donde se registran los defectos, al terminar dicha fase el líder técnico analiza los resultados y decide si se debe ejecutar otro ciclo de pruebas, pero no hay una correcta preparación de la verificación, por lo cual regularmente los productos no alcanzan el nivel de calidad deseado.

#### Rendimiento de procesos de la organización

En esta área de procesos facilitaría el monitoreo del proceso de pruebas establecido, dando a conocer su rendimiento para mejorar la calidad dentro de la DCV, identificando si el proceso se comportan consistentemente o tienen tendencias estables, ya que actualmente el equipo de pruebas no tiene acceso a los resultados de la encuesta de satisfacción unas vez terminadas las pruebas, para poder tener un punto de partida y mejorar las actividades del proceso de pruebas.

#### Análisis y resolución de las causas

Las actividades del análisis causal y resolución proporcionarían un mecanismo para evaluar y buscar las mejoras que puedan implementarse, buscando la constante mejora de dicho proceso aumentando la calidad de los sistemas probados en la DCV, se informa de los hallazgos encontrados al líder técnico, pero los resultados sólo son visibles para el líder de pruebas, ocasionando que el equipo no tenga una correcta retroalimentación de las actividades realizadas.

Al implementar el modelo propuesto en esta tesis el proceso de pruebas mejoraría de la siguiente forma:

#### Proceso y área de proceso planificación del proyecto

Se contaría con una base de planeación donde se lleve el registro de anteriores estimaciones que podrían servir para futuras implementaciones, en la fase de planeación se estimarían tiempos reales contemplando holguras y con los recursos necesarios para el proceso de pruebas. Logrando que el equipo de pruebas participe en la planeación de actividades y fechas para evitar retrasos en las actividades de pruebas.

#### Proceso evaluación y control del proyecto y área de proceso seguimiento y control de proyectos

Nuevamente las fase de planeación saldría beneficiadas ya que la combinación de estos procesos ayuda a determinar el estado del proyecto asegurando que se tomaría en cuenta los conocimientos y habilidades necesarias para el proyecto, involucrando correctamente al equipo de pruebas durante el ciclo de vida de desarrollo, confirmando que se lleve a cabo las actividades de pruebas respecto al plan de pruebas, evitando recortar el tiempo de ejecución de las pruebas.

#### Área de proceso gestión de la configuración y los procesos gestión de la configuración y gestión de la configuración del software

Al implementar un repositorio donde se concentren todos los elemento que forman parte del proyecto, manteniendo la integridad a partir del establecimiento de políticas para gestionar los cambios en cada uno de los ellos, el equipo de pruebas podrá tener un acceso constante a dicho repositorio logrando crear el plan de pruebas, los casos de prueba y escenarios de prueba en tiempo y forma mejorando las fases de planeación y preparación de casos prueba.

#### Proceso de aseguramiento de la calidad de software y área de procesos aseguramiento de la calidad del producto y proceso

Se puede fortalecer el soporte a la entrega de productos y servicios de alta calidad, proporcionando a todo el equipo de trabajo una apropiada visibilidad y realimentación sobre los procesos y los productos de trabajo, mejorando las fases de ejecución de prueba y cierre.

#### Proceso y área de proceso de verificación

La unión de este proceso y área de procesos identifica defectos en etapas tempranas del proyecto ayudando en la corrección de defectos, brindando seguridad en las salidas, mejorando notablemente la actual fase de ejecución de pruebas.



En la unión de los niveles de madurez 4 de ambos modelos, el proceso de pruebas establecido será gestionado cuantitativamente, aportando una continua revisión y aportación, asegurando la calidad de dicho proceso, ocasionando que se dé un adecuado seguimiento y revisión a la documentación de pruebas.

Mientras que en el nivel de madurez 5, se realiza una mejora continua del proceso a lo largo de su desarrollo, para poder cumplir con los objetivos de negocio.

La gestión cuantitativa del proyecto ayudaría a al DCV a alcanzar los objetivos establecidos de calidad y de rendimiento del proceso de pruebas, además de identificar las fallas en el rendimiento en dicha área frente a los objetivos de negocio, permitiendo que el equipo se involucre más durante el ciclo de desarrollo y así pueda preparar las pruebas adecuadas.

## Conclusiones

Durante el desarrollo de este trabajo se observaron las prácticas y procesos que componen los niveles de madurez de CMMI e ISO/IEC 15504, al principio se puede tener la creencia de ser complicada la implementación de ambos modelos, ya que requiere un análisis y recolección de información de los procesos actuales de la organización, además de un compromiso de todos los colaboradores, pero los beneficios que se pueden obtener ayudarán a la organización a alcanzar un nivel de calidad alto.

A pesar que la DCV cuenta con procesos ya establecidos para el desarrollo de sistemas, que ayudaron durante la planeación del SMC, es evidente que el uso de las mejores prácticas de los modelos CMMI e ISO/IEC 15504 pudo haber aumentado de sobre manera la calidad del producto final, estableciendo puntos de control en cada uno de los entregables, logrando terminar en tiempo y forma el sistema.

Concluyendo que el proceso de pruebas establecido en la DCV puede mejorar en todas las fases que lo comprenden, ya que implementando los modelos individualmente se lograría una mejor estimación, gestión y organización de los tiempos y actividades del área de pruebas, evitando retrasos y por consiguiente aumentando la calidad del producto desarrollado.

Pero al implementar un modelo que une las mejores prácticas y procesos de CMMI e ISO/IEC 15504, no sólo se obtendría un proceso único y más estable, donde los involucrados puedan generar toda la documentación de pruebas en tiempo y forma, sino que también se podría garantizar la entrega de un producto de calidad que fue gestionando correctamente para que la solución de software cubriera las necesidades del cliente, lo cual al hacer el piloto de evaluación pudimos comprobar una mejora de ahorro de tiempo de un 15% versus el proceso anterior.

Con lo anterior podemos afirmar que al combinar las mejores prácticas y procesos de CMMI y ISO/IEC 15504 en una empresa de desarrollo de software, se mejoran los resultados de calidad en el proceso de desarrollo como también los niveles de servicio en la entrega de proyectos, a partir de un continuo mejoramiento de los procesos ya establecidos.

## Referencias

- Alarcón, A. C., González, J. S. y Rodríguez, S. L. (2011). Guía para pymes desarrolladoras de software, basada en la norma ISO/IEC 15504. Obtenido en junio 25, 2015, de la página <http://www.redalyc.org/pdf/1942/194222473013.pdf>
- Álvarez C. (2002). *Órganos reguladores de Telecomunicaciones*. Obtenido en julio 6, 2015, de la página <http://www.tfjfa.gob.mx/investigaciones/pdf/organosreguladores.pdf>
- Carnegie Mellon University. (2010). *CMMI para Desarrollo, Versión 1.3*. Obtenido en Abril 13, 2015, de la página <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/whitepapers/Spanish%20Technical%20Report%20CMMI%20V%201%203.pdf>
- Chrissis, M. B., Konrad, M. y Shrum, S. (2009). *CMMI Guía para la integración de procesos y la mejora de productos*. Obtenido en julio 30, 2015, de la página <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/cmmi-dev-v12-spanish.pdf>
- CMMI Institute. (2011). *Introduction to CMMI Appraisals*. Obtenido en julio 16, 2015, de la página [http://cmmiinstitute.com/sites/default/files/resource\\_asset/Introduction%20to%20CMMI%20Appraisals.pdf](http://cmmiinstitute.com/sites/default/files/resource_asset/Introduction%20to%20CMMI%20Appraisals.pdf)
- Drake, J. y López, P. (2009). *Verificación y Validación*. Obtenido en junio 9, 2015, de la página [http://www.ctr.unican.es/asignaturas/Ingenieria\\_Software\\_4\\_F/Doc/M7\\_09\\_VerificacionValidacion-2011.pdf](http://www.ctr.unican.es/asignaturas/Ingenieria_Software_4_F/Doc/M7_09_VerificacionValidacion-2011.pdf)
- García, M. y Garzás, J. (2008). *La certificación por niveles de madurez de ISO/IEC 15504*. Obtenido en abril 29, 2015, de la página [http://www.kybeleconsulting.com/wp-content/uploads/2011/11/MCGarcia\\_CertificacionNivelesMadurez\\_ISO15504.pdf](http://www.kybeleconsulting.com/wp-content/uploads/2011/11/MCGarcia_CertificacionNivelesMadurez_ISO15504.pdf)
- Garzás, J., Irrazábal, E. y Santa R. (2011). *Guía práctica de supervivencia en una auditoría CMMI*. Obtenido en abril 29, 2015, de la página <http://www.etsii.urjc.es/investigacion/archivos/BoletinETSII-2011-002.pdf>
- Gómez, P. (2007). *MoProSoft: Un Camino Hacia el Éxito Mundial en el Desarrollo del Software Mexicano*. Obtenido en julio 6, 2015, de la página <http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/publications/congress/PggITP07.pdf>
- Gutiérrez, M., Piñón, L. y Sapién, A. (2011). *Modelos de calidad usados en PyMEs de tecnología de información ubicadas en el parque de innovación y transferencia de tecnología (PIT2) de la Cd. De Chihuahua*. Consultado en junio 8, 2015, de la página <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/es/docs/anteriores/xvi/docs/2G.pdf>
- Hernández, M. (2001). *Investigación sobre las prácticas de ingeniería de software en México*. Obtenido en junio, 2015, de la página <http://www.angelfire.com/dc/marcodorantes/capitulo42.PDF>

- Impressum. (2015). *wibas CMMI Browser*. Recuperado en julio 17, 2015, de la página <http://cmmi.de/cmmi>
- ISACA. (2012). *Un Marco de Negocio para el Gobierno y la Gestión de las TI de las empresa*. Obtenido en abril 24 de 2015, de la página [www.isaca.org](http://www.isaca.org)
- Mancilla, F. (2008). *Administración de proyectos promoviendo la obtención de beneficios*. Obtenido julio 11, 2015, de la página <https://www.kpmg.com/MX/es/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/DE2008/05admonproyectos.pdf>
- Mendoza, M. (2007). *Metodología para la administración de proyectos: Una nueva cultura de trabajo*. Obtenido en julio 11, 2015, de la página [http://www.web.facpya.uanl.mx/rev\\_in/Revistas/4.1/A2.pdf](http://www.web.facpya.uanl.mx/rev_in/Revistas/4.1/A2.pdf)
- Oktaba, H. (2005). *Modelo de Procesos para la Industria de Software*. Obtenido en julio 8, 2015, de la página <http://kualikaans.fciencias.unam.mx/images/kuali/documentos/MoProSoft.pdf>
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico* (7.<sup>a</sup> ed.). México; McGraw Hill.
- Project Management Institute, Inc. (2008). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos* (Guía del PMBOK®) (4.<sup>a</sup> ed.). Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Scalone, F. (2006). *Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software*. Tesis de maestría no publicada, Universidad Tecnología Nacional, Buenos Aires, Argentina.
- Secretaría de Economía. (2007). *Programa para el Desarrollo de la Industria del Software Prosoft*. Obtenido en julio 6, 2015, de la página <http://www.economia.gob.mx/?P=1128>
- Secretaría de Economía. (2014). *Prosoft*. Consultado en junio 7, 2015, de la página <https://prosoft.economia.gob.mx/acercade/>
- Torres, M. (2007). *Estudio Comparativo entre los Estándares ISO/IEC TR 15504 y CMMI*. Obtenido en junio 15, 2015, de la página <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/240/1/CD-0637.pdf>
- Ventura, M. y Peñaloza, M. (2008). *MoProSoft: modelo de procesos de software hecho en México*. Obtenido en junio 8, 2015, de la página <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2006/marzo/moprosoft.htm>