



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TESIS**

**CASO DE ESTUDIO: IMPLEMENTACIÓN DE NIVEL  
CUATRO DE CMMI EN ORGANIZACIÓN INTEGRADORA  
DE SOFTWARE**

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

**PRESENTA**

**OSCAR IVÁN ESQUIVEL GUELL**



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

**CIUDAD UNIVERSITARIA AGOSTO 2016**



# **AGRADECIMIENTOS**

*A mis padres mi principal motor de vida gracias por su tiempo, paciencia y apoyo dedicado para culminar mis estudios y cerrar este ciclo de mi vida, sin ustedes no sería lo que eh logrado hasta ahora los admiro, respeto. Los AMO, GRACIAS por su enorme apoyo.*

*A mis hermanos mis mejores amigos y compañeros de vida por formar parte de esta experiencia y juntos ser los pilares de nuestra familia.*

*A mi Director de Tesis por brindarme su tiempo y experiencia en la colaboración de este trabajo mi más sincero agradecimiento, que dios lo llene de bendiciones a usted y a su familia.*

*Y a mi Universidad Nacional Autónoma de México por haber creado mi perfil profesional y un estilo único de vida, ser PUMA se lleva en la sangre  
“Herencia de Orgullo”*

*“La familia es una de las obras maestras de la naturaleza.”  
(George Santayana)*



## Contenido

Contenido .....	5
Índice de Tablas .....	6
Índice de figuras .....	8
<b>CAPÍTULO 1: Introducción.....</b>	<b>10</b>
1.1 Antecedentes .....	12
1.2 Problema a resolver y tipo de estudio.....	15
1.3 Objetivo General.....	15
1.4 Objetivo particular .....	16
1.5 Justificación.....	16
1.6 Hipótesis.....	17
<b>CAPÍTULO 2: Marco de referencia .....</b>	<b>17</b>
2.1 Antecedentes .....	17
2.2 Introducción al ISO/IEC 15504 (SPICE).....	18
2.3 CMMI-SVC.....	26
2.4 Modelos de evaluación de la calidad en los procesos de software.....	46
2.5 SCRUM.....	48
2.6 Fundamentos de COBIT 5 .....	62
2.7 Fundamentos deMoProSoft.....	68
2.8 Verificación y validación de software .....	74
2.9 Administración de proyectos de software.....	77
2.10 Calidad.....	83
2. 11 Métodos ágiles de desarrollo y sus principios .....	89
2.12 Órganos reguladores o referencia .....	101
2.13 Metodología .....	102
<b>CAPÍTULO 3: Desarrollo de la tesis .....</b>	<b>103</b>
3.1 Estudio del estado actual de la empresa.....	103
3.2 Recolección de datos empíricos.....	105
3.3 Hallazgos del nivel 3.....	108
3. 4 Mapeo del nivel 4 CMMI-SVC.....	119
3.5 Proceso de mejora.....	123
<b>4. Resultados y Conclusiones .....</b>	<b>127</b>
4.1 Resultados .....	127
4.2 Conclusiones .....	147
<b>Bibliografía .....</b>	<b>151</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1 Certificaciones por país con Nivel de madurez 4, fuente CMMI Institute, 2015 .....	12
Tabla 2 Certificaciones en México con Nivel de madurez 4 recuperado de <a href="https://sas.CMMIinstitute.com/pars/pars.aspx">https://sas.CMMIinstitute.com/pars/pars.aspx</a> 2015 .....	13
Tabla 3 . Empresas certificadas en los últimos 3 años en México a nivel 4, (Ninguna vigente a la fecha) fuente, CMMI Institute, 2016 .....	14
Tabla 4 Niveles de Madure ISO/IEC 15504, fuente propia .....	21
Tabla 5 Niveles de capacidad y atributos de proceso, adaptación del modelo ISO/IEC 15504. ....	22
Tabla 6 Comparación entre nivele de capacidad y niveles de madurez, Adaptación de CMMI-SVC-V1.3.....	35
Tabla 7 Áreas de proceso, categorías y niveles de madurez, Adaptación CMMI-SVC, 2013 .....	42
Tabla 8 Modelos de calidad a nivel proceso fuente, adaptación de sistema de gestión de incidencias Jiménez cano, 2013.....	48
Tabla 9 Niveles de capacidad de proceso MoProSoft, fuente propia. ....	69
Tabla 10 Órganos reguladores en cuanto a la industria mexicana en materia de tecnología.....	101
Tabla 11 Áreas de proceso CMMI SVC, fuente propia.....	104
Tabla 12 Caracterización de las practicas, fuente propia.....	105
Tabla 13 Niveles de satisfaccion de nivel 2 para CMMI servicios .....	106
Tabla 14 Hallazgos de nivel de procesos organizacionales, fuente propia. ....	108
Tabla 15 Hallazgos de nivel definición de procesos organizacionales, fuente propia. ....	109
Tabla 16 Hallazgos del área de proceso entrenamiento organizacional, fuente propia. ....	110
Tabla 17 Hallazgos del área de proceso administración integrada del trabajo, fuente propia. ....	111
Tabla 18 Hallazgos del área de proceso administración de riesgos, fuente propia. ....	112

Tabla 19 Hallazgos del área de proceso administración de riesgos, fuente propia. .....	113
Tabla 20 Hallazgos del área de proceso administración de capacidad y disponibilidad, fuente propia.....	114
Tabla 21 Hallazgos del área de proceso prevención y resolución de incidentes, fuente propia. ....	115
Tabla 22 Hallazgos del área de proceso de administración estratégica de servicios, fuente propia. ....	116
Tabla 23 Hallazgos del área de proceso de administración estratégica de servicios, fuente propia. ....	117
Tabla 24 Hallazgos del área de proceso continuidad del servicio, fuente propia. ...	118
Tabla 25 Hallazgo de satisfacción de nivel 4 rendimiento organizativo de procesos, fuente propia .....	120
Tabla 26 Hallazgos de satisfacción del nivel 4 de gestión cuantitativa de trabajos, fuente propia. ....	122
Tabla 27 Backlog priorizado para el proceso de mejora, fuente propia.....	126
Tabla 28 Porcentaje de satisfacción para el rendimiento organizativo de procesos una vez implementado el proceso de mejora. ....	140
Tabla 29 Porcentaje de satisfacción para el área de gestión cuantitativa una vez implementado el proceso de mejora. ....	143

## Índice de figuras

Ilustración 1 Estructura del estándar ISO/IEC 15504, fuente propia. ....	19
Ilustración 2 Fases de certificación, modelo SO/IEC 15504. ....	23
Ilustración 3 Componentes de modelo de CMMI, fuente CMMI Institute 2013. ....	29
Ilustración 4 Estructura de la representación continua, Adaptación de CMMI para Servicios 2013. ....	33
Ilustración 5 Estructura de la representación por etapas, Adaptación de CMMI para Servicios 2013. ....	34
Ilustración 6 Áreas de proceso en la representación continua y por etapas, Fuente CMMI-SVC, 2013 .....	40
Ilustración 7 Principios de Scrum, fuente Guía SBOK 2016 .....	50
Ilustración 8 Perspectiva general del proceso Scrum, diseño propio. ....	61
Ilustración 9 Principios de COBIT 5, elaboración propia. ....	63
Ilustración 10 Necesidades de negocio Gobierno – Gestión, ISACA, 2012 .....	68
Ilustración 11 Categorías de Procesos, elaboración Propia. ....	70
Ilustración 12 Componentes de calidad de software, adaptación de Aseguramiento de la calidad de software. ....	85
Ilustración 13 Representación de las estrategias de trabajo, elaboración propia. ....	87
Ilustración 14 Plan de mejora de procesos. ....	107
Ilustración 15 modelo de trabajo Scrum, fuente recuperado abril 2016 de <a href="http://www.islavisual.com/articulos/desarrollo_web/scrum.jpg">http://www.islavisual.com/articulos/desarrollo_web/scrum.jpg</a> .....	123
Ilustración 16 Niveles de satisfacción para servicios, recolección de datos antes de la mejora de procesos, fuente propia. ....	127
Ilustración 17 Áreas de proceso de nivel dos, niveles de satisfacción para servicios, fuente propia. ....	128
Ilustración 18 Niveles de implementación antes del proceso de mejora para CMMI Servicios, fuente propia. ....	129



Ilustración 19 Niveles de implementación después de implementar el proceso de mejora al nivel 2, fuente propia. ....	131
Ilustración 20 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (OPF), fuente propia. ....	132
Ilustración 21 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (OPD), fuente propia. ....	132
Ilustración 22 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (OT), fuente propia. ....	133
Ilustración 23 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (IWM), fuente propia. ....	134
Ilustración 24 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (RKSM), fuente propia. ....	134
Ilustración 25 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (DAR), fuente propia. ....	135
Ilustración 26 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (CAM), fuente propia. ....	136
Ilustración 27 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (IRP), fuente propia. ....	136
Ilustración 28 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (STSM), fuente propia. ....	137
Ilustración 29 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (SST), fuente propia. ....	138
Ilustración 30 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (SCON), fuente propia. ....	138
Ilustración 31 Niveles de satisfacción de rendimiento de procesos, fuente propia. .	140
Ilustración 32 Nivel de satisfacción y cumplimiento del proceso OPP, fuente propia. ....	142
Ilustración 33 Nivel de satisfacción del proceso QWM antes y después de la ejecución de mejora de procesos, fuente propia. ....	144
Ilustración 34 Nivel de satisfacción y cumplimiento del proceso QWM, fuente propia. ....	145
Ilustración 35 Niveles de satisfacción de las áreas OPP y QWM nivel 4 SVC, fuente propia. ....	146

## ***CAPÍTULO 1: Introducción***

En el mundo de los negocios se ha experimentado un desarrollo constante en los avances tecnológicos, debido a la rápida proliferación de las nuevas tecnologías de la información en la sociedad, así como el diseño y desarrollo de software basado en tecnologías de punta, hace que las empresas estén en un constante proceso de innovación para mantenerse en el mercado tanto nacional como internacional de las Tecnología de la Información y Comunicación (TIC).

De acuerdo con Humphrey "Cada negocio es un software de negocio" es muy importante utilizar el software en cualquier organización, independientemente de su línea de negocio. Sin embargo las compañías desean entregar mejores productos y servicios en menos tiempo y con mayor calidad. Lo cual conlleva a que las organizaciones deben tener en cuenta la calidad de sus productos

Al mismo tiempo, en los entornos de alta tecnología del siglo veintiuno, las organizaciones de la industria de desarrollo de software requieren que sus procesos de producción de software sean sencillos y eficientes. Para lograr dichos objetivos es recomendable mantener una constante innovación de sus procesos.

Dentro de este marco la mejora de procesos es un reto para todas las empresas con una estructura tradicional y sistemas jerárquicos convencionales. El desarrollo de software es una actividad que debe de ser ejecutada desde el principio y con orden ya que cualquier requerimiento mal identificado o ausencia de información sobre el producto a desarrollar podría provocar defectos que a lo largo del proyecto provocarían soluciones no requeridas por el usuario final del producto.

En el mercado actual existen modelos de madurez, estándares, metodologías y guías que pueden ayudar a una organización a mejorar la forma de hacer las cosas dentro del negocio. Para establecer una metodología y aplicar una mejora continua de los procesos primero se tiene que saber qué es lo que se va a mejorar.

Sin embargo, la mayoría de los enfoques de mejora existentes se centran en una parte específica de las actividades dentro de la organización y no tienen un enfoque sistemático de los problemas a los que se enfrentan la mayoría de las organizaciones (Hochsztain y Tasistro 2015).

El proceso de maduración de acuerdo al Software Engineering Institute (SEI), se basa en principio de que "la calidad del producto desarrollado depende directamente del proceso que se generó " (Quintella, Barros y Ferreira 2006).

Así, se puede representar la madurez, como una estimación de la calidad de los productos producidos en la empresa, por lo que muchas empresas están haciendo grandes inversiones en el proceso de aumento de la madurez.

Hay que tener en cuenta que para alcanzar la madurez puede haber muchas variables que pueden conducir al fracaso del esfuerzo.

Para apoyar estos esfuerzos, se han desarrollado varios modelos, llamados Modelos de Madurez, que permiten a las empresas la mejora de la calidad de sus servicios y productos.

Uno de los pioneros y modelos de madurez más populares y mejora procesos es el Modelo de Madurez de Capacidad (CMM) más tarde se desarrolló el modelo CMM Integración (CMMI), que fue compuesto por las mejores prácticas de el Modelo de Madurez de Capacidades para el Desarrollo Integrado de Productos (IPD – CMM) así es como CMMI surgió, con el fin de superar las limitaciones de la CMM (SEI, 2006).

CMMI proporciona un marco para evaluar la madurez de los procesos dentro de las organizaciones en una escala de cinco niveles, y las directrices que ayudan a mejorar el proceso de la calidad del software.

El propósito de este trabajo es conocer las mejores prácticas de nivel 4 de CMMI para servicios, y evaluar el impacto de estas en la productividad y calidad de productos o servicios de una empresa de software mexicana.

Alcanzar el nivel 4 en una empresa requiere un cambio radical en la forma en que se gestionan y llevan a cabo los proyectos. Trata de técnicas cuantitativas y estadísticas para el control de procesos de software y de calidad, y esto implica cambios sustanciales en la forma en que la organización se aproxima a las actividades del ciclo de vida del software.

A una organización que se encuentre en vísperas de implementar un modelo de procesos, evaluar su implementación de procesos o que decida llevar una innovación de procesos le será de gran utilidad este estudio para evitar retrabajos o posibles esfuerzos no controlados (Torres Garibay, 2014).

## 1.1 Antecedentes

Actualmente en las empresas con un giro de negocio en Tecnologías de la Información (IT) dedicadas al desarrollo de software, existen estándares o metodologías entre las cuales si no es que en la gran parte de ellas se encuentran ciertas dificultades como el no poder implementar nuevas mejoras en sus procesos tanto de calidad como en respuesta a sus servicios.

Los procedimientos pueden variar en cada organización, pero lo importante es que estén escritos, personalizados, adaptados a los procesos de la organización y que se sean cumplidos. Si no se sigue ninguna metodología siempre habrá falta de calidad. Todas las metodologías y herramientas tienen como único fin producir software de alta calidad. (Pressman, R.S, 2010)

En América Latina las certificaciones de Nivel de Madurez han crecido enormemente durante estos tres años, en alrededor del 21% anualmente (511 certificaciones en 2015 vs. 316 en 2012). Este bloque está siendo empujado principalmente por México y Colombia (224 y 84 certificaciones, respectivamente) como se muestran en la Tabla 1 y 2.

País/Nivel	Lv2	Lv3	Lv4	Lv5	Total
México	110	84	8	22	224
Estados Unidos	267	639	12	53	971
China	20	1843	87	128	2078
Japón	13	42	8	6	69
Brasil	48	52	1	7	108
Colombia	5	64		15	84

Tabla 1 Certificaciones por país con Nivel de madurez 4, fuente CMMI Institute, 2015

Estado /Nivel	Lv2	Lv3	Lv4	Lv5	Total
México	110	84	8	22	224
DF	16	36	3	14	69
Jalisco	38	18	3	4	63
Yucatán	4	2	1		7
Chihuahua	2	2	1		5

Tabla 2Certificaciones en México con Nivel de madurez 4 recuperado de <https://sas.CMMIinstitute.com/pars/pars.aspx> 2015

En México existen pocas empresas certificadas actualmente en CMMI a nivel 4 como se muestra en la Tabla 3, por lo tanto el propósito de esta tesis es muy importante y esencial. Este proceso es único y nuevo para la Facultad de Ingeniería en especial para los estudiantes dedicados al modulo de software, ya que representa un área de oportunidad ya que al implementar CMMI nivel 4, se podrá llevar un registro de la Gestión Cuantitativa del Trabajo (QWM) y el Rendimiento de Procesos de la Organización (OPP).

Es por eso que el propósito de la Gestión Cuantitativa del Trabajo es gestionar cuantitativamente el trabajo para lograr la calidad y el rendimiento del proceso por los objetivos establecidos a través de estadísticas y métricas que se implementan en este nivel de CMMI, de igual manera al aplicar este modelo se involucran más carreras haciendo de esto un equipo multidisciplinario aplicando todos estos procesos en tiempo real agregando el valor máximo al negocio.

Nombre de la Empresa	Fecha de Finalización	Nivel de Madurez
Tecnología de Gestión y Comunicación S.A. de C.V. Software Development- High Performance Teams	18/06/2015	Lv4
Aspel de México, S.A. de C.V. Software Factory	27/03/2015	Lv4
SERVICIOS TELEPRO S.A. de C.V. Operations Unit	30/07/2014	Lv4 y Lv5
CompuSoluciones y Asociados S.A de C.V. Internal IT Development Division and e-Valor@ Development Division	28/02/2014	Lv4
INGENIA GROUP INTERNET DESARROLLO SAPI de CV Development División	24/01/2014	Lv4
Innovación Inteligente S. de R.L. de C.V. Innox – JaguarLabs	27/09/2013	Lv4

Tabla 3. Empresas certificadas en los últimos 3 años en México a nivel 4, (Ninguna vigente a la fecha) fuente, CMMI Institute, 2016

## ***1.2 Problema a resolver y tipo de estudio***

Desarrollar software de calidad es un asunto que se hace sencillo cuando se ocupan procesos de madurez dentro de una organización, puesto que el tener un modelo de referencia y el lenguaje apropiado para comunicarse, aprovechar años de experiencia y ayudar a los usuarios y clientes a mejorar la disparidad de opiniones es de suma importancia cuando se desea competir a nivel mundial, ya no solo regional.

En el país solo hay 8 empresas con certificación de Capability Maturity Model Integration (CMMI) de nivel cuatro, sin embargo ninguna está vigente al día de hoy ( 28 de diciembre de 2015 y verificado de nuevo el 31 de marzo de 2016), por lo tanto, este trabajo es una de las oportunidades de aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad y experimentar con nuevas ideas y optimizar procesos que se presenta en este caso para alumnos de ingeniería del área de software, así mismo fue una oportunidad para colaborar en un caso de estudio de una empresa mexicana en proceso de certificación.

El tener un proceso medido y controlado cuantitativamente varía si es una empresa de desarrollo de software, servicios de software o procuración de proveedores, en este caso no hay referencia documentada de aplicación de prácticas de administración de software con casos mexicanos en la migración de áreas de software hacia servicios en nivel cuatro.

A nivel internacional se tienen diversas referencias de tesis de maestría y doctorado de temas relacionados, y pocas con evidencia ejecutada en campo, de ahí que esta tesis de licenciatura busca aplicar los conocimientos base de la carrera y aplicarlos en la industria.

## ***1.3 Objetivo General***

Implementar el proceso de administración cuantitativa de nivel cuatro de CMMI en una organización de tecnología mexicana y crecer de un modelo definido a uno controlado y presentarlo como caso de estudio para la Facultad.

Aplicar conocimientos de estadística básicos en la mejora del desempeño de una organización con procesos de CMMI.

## **1.4 Objetivo particular**

Obtener un análisis del proceso de administración cuantitativa implementado que funcione a modo de referencia con la conjunción o el resultado de la investigación aplicada en esta tesis.

## **1.5 Justificación**

El presente proyecto tiene como objetivo conocer la madurez de los procesos que se tienen integrados dentro de una empresa mexicana desarrolladora de software a través del Modelo de mejora continua CMMI; y a la vez, efectuar una implementación de un nivel de madurez 4 de servicios con la finalidad de observar el comportamiento de la Organización frente a un cambio en su forma de trabajo.

Se considera el método de evaluación SCAMPI clase B tanto para la generación de propuestas de mejora como para la caracterización de las diversas prácticas del Modelo CMMI. Estas características hacen del “Método estándar de Evaluaciones basadas en CMMI para la Mejora de Procesos” por sus siglas en inglés (SCAMPI) la base para el desarrollo del proyecto.

Actualmente gran parte de la población mundial depende de las aplicaciones de software para llevar a cabo sus actividades diarias.

En vista de esto, la cuestión de la calidad del software para los seres humanos ahora tiene una gran relación con su propia evolución. Organizaciones capaces de integrar, armonizar y acelerar sus procesos de desarrollo y mantenimiento de software tienen la primacía en el mercado.

Por lo tanto, bajo este punto de vista ha sido clave buscar modelos que proporcionan soluciones que garanticen un alto grado de competitividad, lo que resulta en la elección de modelos y normas que tratan de mejorar la calidad mediante la mejora de procesos de la organización para lograr un valor agregado a sus productos y al negocio.

El presente trabajo hace un análisis sobre un caso de estudio de una empresa mexicana desarrolladora de software en el que se implementa el modelo de madurez 4 de CMMI para servicios partiendo de un nivel 2 CMMI-DEV que ya se encuentra establecido y desplegado dentro de la misma. Así mismo se analiza la migración en su constelación de desarrollo (DEV) a servicios (SVC) y se observa durante este esfuerzo como la empresa aumenta su competitividad y productividad al innovar sus procesos internos y entrega de sus servicios.



## 1.6 Hipótesis

H1: El aplicar el nivel cuatro de CMMI mejora la productividad y calidad de productos o servicios de una empresa de software mexicana comparado contra una de nivel dos

# CAPÍTULO 2: Marco de referencia

## 2.1 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.

- Introducción a la Economía
- Probabilidad y estadística
- Sistemas operativos
- Ingeniería de software
- Ética profesional
- Administración de proyectos de software
- Costos y evaluación de proyectos
- Temas selectos de ingeniería de software
- Negocios electrónicos
- Verificación y validación 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.

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

En los últimos años, mientras que las empresas han sido el despliegue de sus procesos de desarrollo de software, ha habido una demanda en curso para mejorar los servicios de TI. Para satisfacer esta demanda, las normas internacionales (SPI) han evolucionado y se han adaptado para incorporar las mejores prácticas de Gestión de Servicios de TI.

Para las empresas de desarrollo de software, la aplicación de una norma de Administración de Sistemas de Tecnología de Información por sus siglas en inglés (ITSM) se ha convertido en la actualidad una de las principales prioridades para asegurar la continuidad y maximizar el retorno de la inversión y oportunidades de negocio.

Actualmente existen distintos modelos y métodos, como CMM o CMMI y la norma ISO/IEC 12207:2008, que permiten evaluar los niveles de madurez en los procesos, con base en estos modelos y principalmente a la norma ISO/IEC 12207:1995 surge la norma ISO/IEC 15504:2003 que inicialmente se orientó únicamente a evaluación de procesos software, pero en la actualidad puede ser aplicada para la evaluación de cualquier tipo de proceso, esta norma se caracteriza por ser un marco para métodos de evaluación y no un método o modelo en sí. (Rodríguez, Alonso, & Sánchez, 2005).

El estándar ISO/IEC 15504, también conocido como SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination) es una norma internacional para establecer y mejorar la capacidad y madurez de los procesos de las organizaciones, proporcionando los principios requeridos para realizar una evaluación de la calidad de los procesos.

Su estructura la conforman siete partes, las partes normativas (1, 2, 7), que se refieren a aquellas donde 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, 4, 5, 6), en donde se dan las guías de interpretación de los requisitos mínimos y en sí sobre la norma, como se muestra en la ilustración 1.

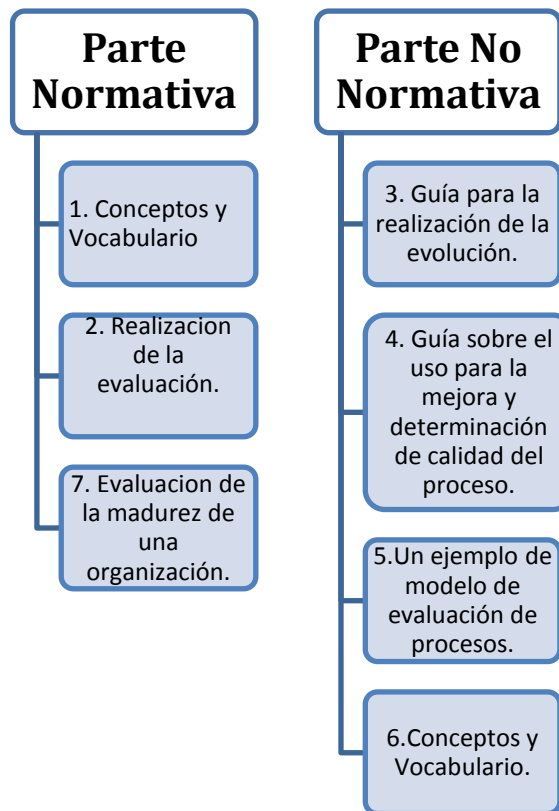


Ilustración 1 Estructura del estándar ISO/IEC 15504, fuente propia.

Una de las partes en las que se realiza una mayor profundización en la norma es la parte 7, en donde se definen los requisitos mínimos para realizar una evaluación de determinación de la madurez de una organización.

De acuerdo con la norma ISO / IEC 15504-7, la madurez de la organización se deriva de la evaluación de la capacidad de cada uno de los procesos establecidos en los niveles de madurez, los cuales se manejan en seis niveles mencionados a continuación (García y Garzas, 2008)

- Nivel 0 Inmadura

La organización no tiene una implementación efectiva de los procesos, 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.

- Nivel 1 Básica

La organización implementa y alcanza los objetivos de los procesos en donde también se alcanzan los resultados propuestos donde es posible identificar satisfactoriamente los resultados del proceso evaluado.

- Nivel 2 Gestionada

Este nivel adopta los mismos procesos del nivel de madurez 1, con la diferencia que en el nivel 2 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

La organización utiliza procesos definidos basados en estándares, en este nivel se componen de 11 procesos, todos ellos pertenecientes al modelo de procesos de referencia para la industria del software ISO 12207:2008

- Nivel 4 Predecible

Las organizaciones gestionan 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

La organización mejora continuamente los procesos para cumplir los objetivos del negocio, en donde se lleva a cabo una monitorización continua de los procesos y se analizan los datos obtenidos.

Cada nivel de madurez de la organización está determinado por un conjunto de procesos, lo que permite la mejora de los mismos a través de un conjunto predefinido en los que todos los resultados relacionados con las prácticas base y prácticas genéricas de gestión en el conjunto se logran.

## El modelo de evaluación

Para realizar la evaluación se debe determinar el nivel de capacidad de los procesos correspondientes y una vez obtenidos derivarán en el nivel de madurez de acuerdo a reglas de derivación establecidas en la norma como se muestra en la tabla 4.

NIVEL DE MADUREZ	DESCRIPCIÓN
Nivel de madurez 0	La organización no tiene una implementación efectiva de los procesos.
Nivel de madurez 1	Los procesos objeto de evaluación alcanzan el nivel de capacidad, es decir, existen productos resultantes para los mismos y el proceso se puede identificar.
Nivel de madurez 2	Los procesos de nivel de madurez 2 tienen nivel de capacidad 2 o superior.
Nivel de madurez 3	Los procesos de los niveles de madurez 2 y 3 tienen nivel de capacidad 3 o superior.
Nivel de madurez 4	Uno o más procesos tienen nivel de capacidad 4 o superior.
Nivel de madurez 5	Uno o más procesos tienen nivel de capacidad 5.

Tabla 4 Niveles de Madure ISO/IEC 15504, fuente propia

Para medir la capacidad de un proceso, se utiliza un conjunto de atributos de proceso (PA), donde cada atributo define un aspecto particular de capacidad de proceso como se muestra en la tabla 5. En este sentido, los atributos de proceso son comunes para todos los procesos y describen las características que deben estar presentes para institucionalizar un proceso (García y Garzas, 2008).

Nivel de capacidad	Atributo de proceso (PA)
Nivel 1: Proceso Realizado	PA 1.1 Realización del proceso
Nivel 2: Proceso Gestionado	PA 2.1 Gestión de la realización PA 2.2 Gestión del producto de trabajo
Nivel 3: Proceso Estable	PA 3.1 Definición del proceso PA 3.2 despliegue del proceso
Nivel 4: Proceso Predecible	PA 4.1 Medición del proceso PA 4.2 Control del proceso
Nivel 5: Proceso en optimización	PA 5.1 Innovación del proceso PA 5.2 Optimización continua

Tabla 5 Niveles de capacidad y atributos de proceso, adaptación del modelo ISO/IEC 15504.

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 en ISO/IEC 15504

Se incluyen 5 fases básicas que contribuyen, apoyan y guían el proceso de certificación en la norma ISO/IEC 15504, a las Pymes y los pequeños equipos de desarrollo de software, adaptándose al tamaño y tipo de negocio. (Ver Ilustración 2)

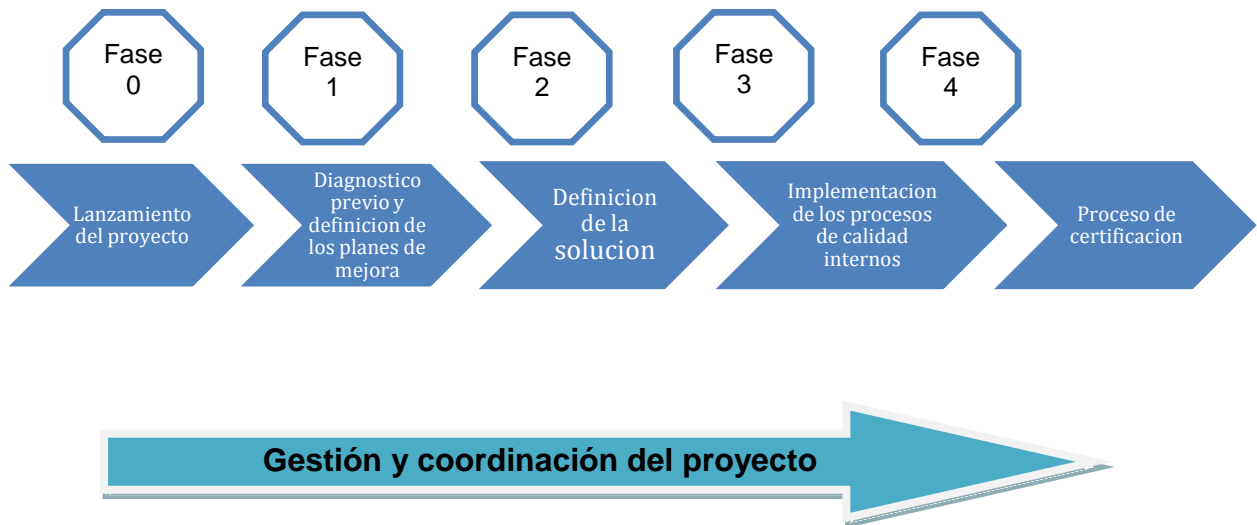


Ilustración 2 Fases de certificación, modelo ISO/IEC 15504, diseño propio.

### 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).

### 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, 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).

## **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).

## **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).

## **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 (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 (Garzás, Fernández & Piattini, 2009).

Para poder realizar la auditoría la organización debe tener en cuenta las evidencias generadas como salida en cada uno de los procesos, identificar con anterioridad unos “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, que evidencien los procesos del nivel de madurez al cual se está aspirando.

Por su parte, el equipo de auditores deberá 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 (Garzás, Fernández & Piattini, 2009).



El equipo de auditores por su parte se apoyará 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” (Calvo et al, 2009).

### **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.

El estándar es a menudo comparado con CMMI. Son similares, pero hay algunas diferencias importantes: Varios procesos en ISO / IEC 15504 no tienen equivalente directo en CMMI (Operación, Auditoría, Gestión, Infraestructura y Reciclar).

Así mismo la Capacidad Organizacional se describe explícitamente en CMMI en términos de niveles de madurez, mientras que la norma ISO/IEC 15504 ofrece una representación continua en la que la madurez organizacional está implícita en los procesos.

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).

### 2.3 CMMI-SVC

CMMI (Capability Maturity Model Integration) es un modelo de madurez de mejora de procesos para el desarrollo de productos y de servicios, la cual consiste en mejores prácticas que tratan las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren el ciclo de vida de un producto, desde su concepción hasta la entrega y el mantenimiento.

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-SVC, 2013).

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, Piñón 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.

CMMI-SVC contiene 24 áreas de proceso. De esas áreas de proceso, 16 son áreas de proceso esenciales, 1 es un área de proceso compartida, y 7 son áreas de proceso específicas de servicios que incluyen 1 extensión (CMMI-SVC, 2013).

Las 24 áreas de proceso se presentan a continuación por orden alfabético de sus acrónimos en inglés:

- Gestión de Capacidad y Disponibilidad (CAM)
- Análisis Causal y Resolución (CAR)
- Gestión de Configuración (CM)
- Análisis de Decisiones y Resolución (DAR)
- Resolución y Prevención de Incidencias (IRP)
- Gestión Integrada de Trabajos (IWM)
- Medición y Análisis (MA)
- Definición Organizativa de Procesos (OPD)
- Enfoque Organizativo en Procesos (OPF)
- Gestión del Rendimiento Organizativo (OPM)
- Rendimiento Organizativo de Procesos (OPP)
- Capacitación Organizativa (OT)
- Aseguramiento de Calidad de Procesos y Productos (PPQA)
- Gestión Cuantitativa de Trabajos (QWM)
- Gestión de Requisitos (REQM)
- Gestión de Riesgos (RSKM)
- Gestión de Acuerdos de Suministro (SAM)
- Continuidad del Servicio (SCON)
- Prestación de Servicios (SD)
- Desarrollo del Sistema de Servicio (SSD)
- Transición del Sistema de Servicio (SST)
- Gestión Estratégica de Servicios (STSM)
- Monitorización y Control de Trabajos (WMC)
- Planificación de Trabajos (WP)

Todas las prácticas de CMMI-SVC se centran en actividades del proveedor de servicios. Siete áreas de proceso se centran en prácticas específicas de servicios, abordando los procesos para la gestión de capacidad y disponibilidad, continuidad del servicio, prestación de servicios, resolución y prevención de incidencias, transición del servicio, desarrollo del sistema de servicio, y gestión estratégica de servicios (CMMI-SVC, 2013).

CMMI-SVC no especifica que un grupo de trabajo o una organización deban seguir un flujo de proceso concreto o que se tenga que prestar un cierto número de servicios por día o lograr ciertos objetivos de rendimiento. El modelo especifica que deben tener procesos que aborden las prácticas relativas a servicios.

## **Marco CMMI**

El Marco CMMI proporciona la estructura necesaria para crear modelos, capacitación, y componentes de evaluación CMMI. Para posibilitar el uso de varios modelos dentro del Marco CMMI, los componentes de modelo se clasifican como comunes a todos los modelos CMMI o aplicables a un modelo específico. El material común se llama “Bases del Modelo CMMI” o Fundación Modelo CMMI “CMF” (CMMI-SVC, 2013).

Los componentes del CMF forman parte de todos los modelos generados a partir del Marco CMMI. Dichos componentes se combinan con material aplicable a un área de interés (p. ej., adquisición, desarrollo, servicios) para producir un modelo.

Una “constelación” se define como una colección de componentes de CMMI que se utilizan para construir modelos, materiales de capacitación, y documentos relacionados con evaluaciones para un área de interés (p. ej. adquisición, desarrollo, servicios). El modelo de la constelación de Servicios se denomina “CMMI para Servicios” o “CMMI-SVC” (CMMI-SVC, 2013).

## **CMMI para Servicios**

CMMI-SVC surge de conceptos y prácticas de CMMI y de otros estándares y modelos centrados en servicios, incluyendo los siguientes:

- Information Technology Infrastructure Library (ITIL)
- ISO/IEC 20000: Information Technology—Service Management
- Control Objectives for Information and related Technology (COBIT)
- Information Technology Services Capability Maturity Model (ITSCMM)

No se requiere estar familiarizado con estos y otros estándares y modelos orientados a servicios para entender CMMI-SVC, ni este modelo se ha estructurado de forma que pretenda ajustarse a ninguno de ellos. Sin embargo, conocer otros estándares y modelos puede proveer un entendimiento más rico de CMMI-SVC.

El modelo CMMI-SVC cubre las actividades requeridas para establecer, prestar y gestionar servicios. Según se define en el contexto de CMMI, un servicio es un producto intangible no-almacenable. El modelo CMMI-SVC ha sido desarrollado para ser compatible con esta amplia definición (CMMI-SVC, 2013).

Las metas y prácticas de CMMI-SVC son, por tanto, potencialmente relevantes a cualquier organización interesada en prestar servicios, incluyendo empresas en sectores tales como defensa, tecnologías de la información (TI), salud, finanzas, y transporte (CMMI Institute, 2013).

Los primeros usos de CMMI-SVC incluyen organizaciones que prestan servicios tan variados como capacitación, logística, mantenimiento, servicios a refugiados, cuidado de jardines, bibliotecas, investigación, consultoría, auditoría, verificación y validación independiente, recursos humanos, gestión financiera, salud, y servicios de TI.

### Componentes del modelo

Los componentes de modelo asociados se resumen como se muestra en la ilustración 3.

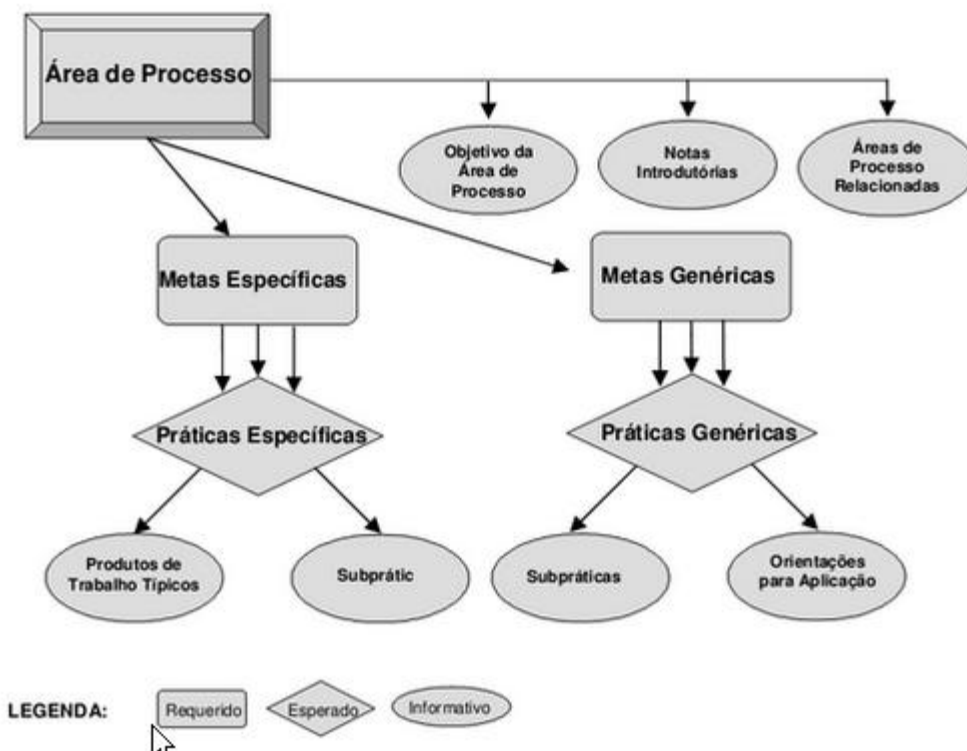


Ilustración 3 Componentes de modelo de CMMI, fuente CMMI Institute 2013.

### Área 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 Institute, 2013).

## **Declaraciones del propósito**

Una declaración del propósito describe la finalidad del área de proceso y es un componente informativo.

Por ejemplo, la declaración del propósito del área de proceso Definición de Procesos de la Organización es “El propósito de la Definición de Procesos de la Organización (OPD) es establecer y mantener un conjunto utilizable de activos de procesos de la organización, estándares del entorno de trabajo, y reglas y guías para los equipos” (CMMI-SVC, 2013).

## **Notas introductorias**

Describe los conceptos principales cubiertos por el área de proceso y es un componente informativo.

Un ejemplo de notas introductorias del área de proceso Monitorización y Control del Proyecto es “Cuando el estado real se desvía significativamente de los valores esperados, se llevarán a cabo acciones correctivas según proceda”(CMMI-SVC, 2013).

## **Áreas de proceso relacionadas**

Enumera las referencias a áreas de proceso relacionadas y refleja las relaciones de alto nivel entre las áreas de proceso. La sección de áreas de proceso relacionadas es un componente informativo.

Un ejemplo de una referencia encontrada en la sección de áreas de proceso relacionadas del área de proceso Planificación del Proyecto es “Para más información sobre cómo identificar, analizar y mitigar los riesgos, consúltese el área de proceso Gestión de Riesgos”(CMMI-SVC, 2013).

## **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.

Por ejemplo, una meta específica del área de proceso Gestión de Configuración es “Se establece y mantiene la integridad de las líneas base”(CMMI-SVC, 2013).

## **Metas genéricas**

Las metas genéricas 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-SVC, 2013).

Una meta genérica es un componente requerido del modelo y se utiliza en las evaluaciones para determinar si se satisface un área de proceso.

Un ejemplo de meta genérica es “El proceso está institucionalizado como un proceso definido” (CMMI-SVC, 2013).

## **Resúmenes de metas y prácticas específicas**

Proporciona un resumen de alto nivel de las metas específicas y prácticas específicas. El resumen de las metas y prácticas específicas es un componente informativo.

## **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 esperan para lograr como resultado la meta específica de un área de proceso. Las prácticas específicas son componentes de modelo esperados (CMMI-SVC, 2013).

## **Ejemplos de productos de trabajo**

Enumera una muestra de resultados de la práctica específica. Los ejemplos de productos de trabajo son componentes de modelo informativos (CMMI-SVC, 2013).

## **Subprácticas**

Las subprácticas son descripciones detalladas que orientan en la interpretación e implementación de las prácticas específicas o genéricas. Las subprácticas pueden estar redactadas como si fuesen preceptivas, pero realmente son componentes informativos que sólo intentan dar ideas que puedan ser útiles para la mejora de procesos (CMMI-SVC, 2013).

## **Prácticas genéricas**

Las prácticas genéricas se llaman “genéricas” porque la misma práctica se aplica a varias áreas de proceso. Las prácticas genéricas asociadas a una meta genérica describen las actividades que se consideran importantes para lograr la meta genérica y contribuyen a la institucionalización de los procesos asociados al área de proceso. Las prácticas genéricas son componentes de modelo esperados (CMMI-SVC, 2013).

## **Elaboraciones de la práctica genérica**

Las elaboraciones de prácticas genéricas aparecen después de las prácticas genéricas, para orientar la forma en que las prácticas genéricas pueden aplicarse de forma única a un área de proceso. Las elaboraciones de prácticas genéricas son componentes de modelo informativos

Por ejemplo, una elaboración de práctica genérica que aparece después de la práctica genérica "Establecer y mantener una política organizativa para planificar y realizar el proceso" para el área de proceso Planificación de Trabajos es "Esta política establece las expectativas organizativas sobre estimar parámetros de planificación, realizar compromisos internos y externos, y desarrollar el plan para gestionar el trabajo"(CMMI-SVC, 2013).

## **Extensiones**

Las extensiones son componentes de modelo claramente resaltadas que contienen información de interés para usuarios concretos. Las extensiones pueden ser material informativo, prácticas específicas, metas específicas, o un área de proceso completa que extienda el alcance del modelo o enfatice un aspecto concreto sobre su uso (CMMI-SVC, 2013).

## **Entendiendo los niveles.**

Los niveles se utilizan en CMMI-SVC para describir el camino evolutivo recomendado para una organización que quiera mejorar los procesos que se utilizan para proporcionar servicios.

CMMI permite dos caminos de mejora que usan niveles. Un camino permite a las organizaciones mejorar de forma incremental los procesos que correspondan a una rea de proceso concreta(o grupo de áreas de proceso) seleccionada por la organización. El otro camino permite a las organizaciones mejorar un conjunto de procesos relacionados abordando incrementalmente conjuntos sucesivos de áreas de proceso (CMMI-SVC, 2013).

Las dos representaciones se denominan "continua" y "por etapas". Si se utiliza la representación continua se logran "niveles de madurez".

Para alcanzar un nivel concreto, la organización debe satisfacer todas las metas del área de proceso o del conjunto de áreas de proceso que son el objeto de la mejora, independientemente de si se trata de niveles de capacidad o de madurez.



## Estructura de las representaciones continua y por etapas

Las diferencias entre las estructuras son sutiles, aunque significativas. La representación por etapas utiliza niveles de madurez para caracterizar el estado global de los procesos de la organización con respecto al modelo como uno todo, mientras que la representación continua utiliza niveles de capacidad para caracterizar el estado de los procesos de la organización con respecto a un área de proceso concreta. (Ver Ilustración 4 y 5)

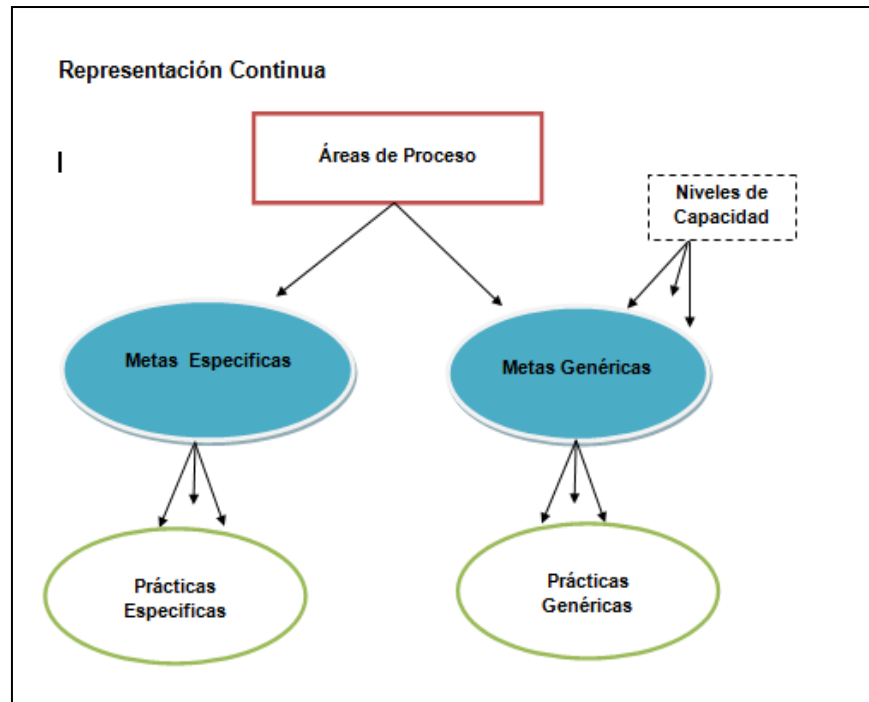
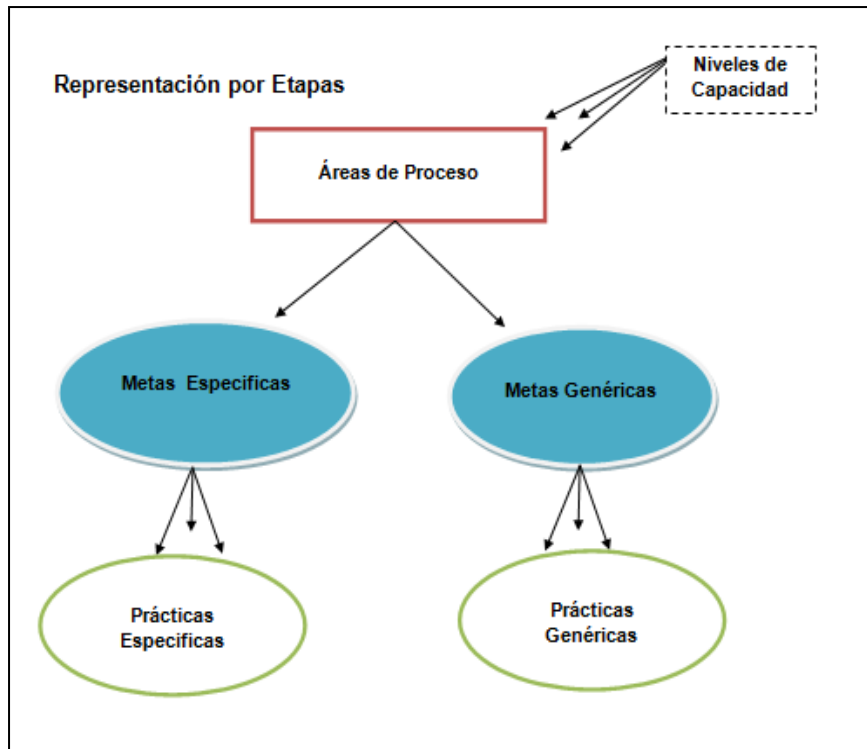


Ilustración 4 Estructura de la representación continua, Adaptación de CMMI para Servicios 2013.



**Ilustración 5** Estructura de la representación por etapas, Adaptación de CMMI para Servicios 2013.

La representación continua se centra en la capacidad del área de proceso medida según niveles de capacidad, y la representación por etapas se centra en la madurez global medida según niveles de madurez.

Los niveles de capacidad se aplican a los logros de mejora de procesos de la organización en áreas de proceso concretas. Estos niveles son un medio para mejorar incrementalmente los procesos asociados a un área de proceso determinada. Los cuatro niveles de capacidad se numeran de 0 a 3.

Los niveles de madurez se aplican a logros de mejora de procesos de una organización, transversales a varias áreas de proceso. Estos niveles son un medio para mejorar los procesos asociados a un conjunto de áreas de proceso determinado (esto es, un nivel de madurez). Los cinco niveles de madurez se enumeran de 1 a 5. (Ver tabla 6)

Nivel	Representación continua	Representación por etapas
	Niveles de capacidad	Niveles de madurez
<b>Nivel 0</b>	Incompleto	
<b>Nivel 1</b>	Realizado	Inicial
<b>Nivel 2</b>	Gestionado	Gestionado
<b>Nivel 3</b>	Definido	Definido
<b>Nivel 4</b>		Gestionado cuantitativamente
<b>Nivel 5</b>		En optimización

Tabla 6 Comparación entre niveles de capacidad y niveles de madurez, Adaptación de CMMI-SVC-V1.3

La representación continua se ocupa de seleccionar tanto un área de proceso concreta a mejorar como el nivel de capacidad deseado para esa área de proceso. En este contexto, es importante conocer si un proceso se ha realizado o está incompleto. Por tanto, al punto de partida de la representación continua se le da el nombre de “Incompleto”.

La representación por etapas se ocupa de seleccionar varias áreas de proceso a mejorar dentro de un nivel de madurez; su interés principal no es que los procesos individuales se realicen o estén incompletos. Por tanto, al punto de partida de la representación por etapas se le da el nombre de “Inicial”.

Tanto los niveles de capacidad como los niveles de madurez proporcionan formas de mejorar los procesos de una organización y de medir cuánto pueden mejorar y mejoran dichos procesos. No obstante, sus estrategias de mejora de procesos son distintas.

### Niveles de capacidad

Los cuatro niveles de capacidad, siendo cada uno de los cuales una capa de la base para la continua mejora de procesos, se designan utilizando números de 0 al 3:

0. Incompleto
1. Realizado
2. Gestionado
3. Definido

Se logra un nivel de capacidad de un área de proceso cuando se satisfacen todas sus metas genéricas hasta ese nivel. El hecho de que los niveles de capacidad 2 y 3 utilicen los mismos términos que las metas genéricas 2 y 3 es intencionado porque cada una de estas metas y prácticas genéricas refleja el significado de los niveles de capacidad de las metas y prácticas. A continuación se describe brevemente cada uno de los niveles de capacidad (CMMI-SVC, 2013).

#### *Nivel de capacidad 0: Incompleto*

Un proceso incompleto es un proceso que no se realiza o se realiza parcialmente. Al menos una de las metas específicas del área de proceso no se satisface, y no existen metas genéricas para este nivel, ya que no hay ninguna razón para institucionalizar un proceso realizado parcialmente (CMMI-SVC, 2013).

#### *Nivel de capacidad 1: Realizado*

Un proceso de nivel de capacidad 1 se caracteriza como un proceso realizado. Un proceso realizado es un proceso que logra que se lleve a cabo el trabajo que se necesita para producir productos de trabajo; las metas específicas del área de proceso se satisfacen (CMMI-SVC, 2013).

#### *Nivel de capacidad 2: Gestionado*

Un proceso de nivel de capacidad 2 se caracteriza como un proceso gestionado. Un proceso gestionado es un proceso realizado que se planifica y ejecuta acorde a políticas; que emplea personas cualificadas que disponen de recursos adecuados para producir resultados controlados; que involucra a las partes interesadas relevantes; que se monitoriza, controla y revisa; y para el que se evalúa el cumplimiento de su descripción de proceso (CMMI-SVC, 2013).

#### *Nivel de capacidad 3: Definido*

Un proceso de nivel de capacidad 3 se caracteriza como un proceso definido. Un proceso definido es un proceso gestionado que se adapta a partir del conjunto de procesos estándar de la organización de acuerdo a las guías de adaptación de la organización; tiene una descripción de proceso que se mantiene; y contribuye con activos relacionados con procesos a los activos de proceso organizativos (CMMI-SVC, 2013).

En el nivel de capacidad 3, los procesos habitualmente se describen de forma más rigurosa que en el nivel de capacidad 2. Un proceso definido establece claramente el propósito, las entradas, los criterios de entrada, las actividades, los roles, las medidas, los pasos de verificación, las salidas, y los criterios de salida. En el nivel de capacidad 3, los procesos se gestionan de forma más proactiva utilizando y entendiendo las interrelaciones entre las actividades del proceso y las medidas detalladas del proceso y sus productos de trabajo.

## **Avanzando a través de los niveles de capacidad**

Los niveles de capacidad de un área de proceso se logran aplicando las prácticas genéricas o alternativas adecuadas a los procesos asociados a esa área de proceso.

Alcanzar el nivel de capacidad 1 en un área de proceso es equivalente a decir que los procesos asociados a esa área de proceso son procesos realizados.

Alcanzar el nivel de capacidad 2 en un área de proceso es equivalente a decir que existe una política que establece que se realizará el proceso.

Alcanzar el nivel de capacidad 3 en un área de proceso es equivalente a decir que existe un proceso estándar organizativo asociado a esa área de proceso, el cual puede adaptarse a las necesidades del trabajo.

Cuando se continúa en el camino de mejora de esta forma, la organización puede obtener mayores beneficios seleccionando en primer lugar las áreas de proceso OPP y QWM, y llevando dichas áreas de proceso a los niveles de capacidad 1, 2 y 3. Haciendo esto, los grupos de trabajo y las organizaciones alinean mejor la selección y análisis de procesos con sus objetivos de negocio (CMMI-SVC, 2013).

## **Niveles de madurez**

Un nivel de madurez consta de las prácticas específicas y genéricas relacionadas con un conjunto predefinido de áreas de proceso que mejoran el rendimiento global de la organización. El nivel de madurez de la organización proporciona una forma de caracterizar su rendimiento (CMMI-SVC, 2013).

Un nivel de madurez es una plataforma evolutiva definida para la mejora de procesos organizativa. Cada nivel de madurez madura un subconjunto importante de los procesos de la organización, preparándola para pasar al siguiente nivel de madurez y se miden por el logro de las metas genéricas y específicas asociadas a cada uno de los conjuntos predefinidos de áreas de proceso.

Los cinco niveles de madurez, se designan utilizando números de 1 al 5:

1. Inicial.
2. Gestionado.
3. Definido.
4. Gestionado cuantitativamente.
5. En optimización.

Los niveles de madurez se utilizan para caracterizar la mejora organizativa relativa a un conjunto de áreas de proceso, y los niveles de capacidad caracterizan la mejora organizativa relativa a un área de proceso concreta.

### *Nivel de madurez 1: Inicial*

Los procesos son generalmente ad hoc y caóticos. La organización generalmente no proporciona un entorno estable de soporte a los procesos.

Las organizaciones con nivel de madurez 1 se caracterizan por una tendencia a comprometerse en exceso, a abandonar sus procesos en momentos de crisis, y a no ser capaces de repetir sus éxitos.

### *Nivel de madurez 2: Gestionado*

Los grupos de trabajo establecen las bases para que la organización se convierta en un proveedor de servicios eficaz, por medio de institucionalizar procesos seleccionados de Gestión de Proyectos y Trabajos, Soporte, y Establecimiento y Prestación de Servicios. Los grupos definen una estrategia de servicio, crean planes, monitorizan y controlan el trabajo para asegurar que los servicios se presten según lo planeado.

### *Nivel de madurez 3: Definido*

Los proveedores de servicios utilizan procesos definidos para gestionar el trabajo. Éstos integran las doctrinas de gestión de proyectos y trabajos con las buenas prácticas de servicios, tales como la continuidad del servicio y la resolución y prevención de incidencias, dentro del conjunto de procesos estándar. El proveedor de servicios verifica que los productos de trabajo seleccionados cumplan sus requisitos, y valida que los servicios cubran las necesidades del cliente y el usuario final. Estos procesos están bien caracterizados y se entienden, y están descritos por medio de estándares, procedimientos, herramientas, y métodos.

El conjunto de procesos estándar de la organización, el cual es la base del nivel de madurez 3, se establece y se mejora a lo largo del tiempo. Estos procesos estándar se utilizan para establecer la consistencia en toda la organización (CMMI-SVC, 2013).

En el nivel de madurez 3, los procesos habitualmente se describen de forma más rigurosa que en el nivel de madurez 2. Para lograr el nivel de madurez 3, es necesario aplicar las prácticas genéricas asociadas a la meta genérica 3 que no se abordaron en el nivel de madurez 2.

### *Nivel de madurez 4: Gestionado cuantitativamente*

Los proveedores de servicios establecen objetivos cuantitativos para la calidad y el rendimiento de procesos, y los utilizan como criterios de gestión de procesos. Los objetivos cuantitativos se basan en las necesidades del cliente, los usuarios finales, la organización, y los implementadores del proceso. La calidad y el rendimiento de procesos son entendidos en términos estadísticos y se gestionan durante la vida de los procesos.

Para subprocesos seleccionados, se recogen y analizan estadísticamente medidas específicas de rendimiento de procesos. Cuando se seleccionan los subprocesos a analizar, es crítico entender las relaciones entre distintos subprocesos y el impacto que tienen sobre el logro de objetivos de calidad y rendimiento de procesos.

Este enfoque ayuda a asegurar que la monitorización de subprocesos y la utilización de técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas se apliquen donde globalmente tengan más valor para el negocio. Las líneas base y los modelos de rendimiento de procesos pueden utilizarse para ayudar a establecer objetivos de calidad y rendimiento de procesos que ayuden a lograr objetivos de negocio.(CMMI-SVC, 2013).

Una diferencia crítica entre los niveles de madurez 3 y 4 es la predictibilidad del rendimiento de procesos. En el nivel de madurez 4, el rendimiento de procesos se controla utilizando técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas, y las predicciones se basan, en parte, en el análisis estadístico de datos de proceso detallados.

#### *Nivel de madurez 5: En optimización*

La organización mejora continuamente sus procesos basándose en entender de forma cuantitativa sus objetivos de negocio y necesidades de rendimiento. La organización utiliza un enfoque cuantitativo para entender la variación inherente en el proceso y las causas de los resultados del proceso.

El nivel de madurez 5 se centra en mejorar continuamente el rendimiento de los procesos mediante mejoras de proceso y tecnológicas incrementales e innovadoras.

Los objetivos de calidad y rendimiento de procesos de la organización se establecen, se actualizan continuamente para reflejar los cambios en los objetivos de negocio y el rendimiento organizativo, y se utilizan como criterios para gestionar la mejora de procesos (CMMI-SVC, 2013).

Los efectos de las mejoras de procesos se miden utilizando técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas, una diferencia entre el nivel 4 y 5 es el enfoque en gestionar y mejorar el rendimiento organizativo.

En el nivel de madurez 4, la organización y los grupos de trabajo se centran en entender y controlar el rendimiento a nivel de subproceso y en utilizar los resultados para gestionar proyectos.

En el nivel de madurez 5, la organización se preocupa por el rendimiento organizativo global utilizando datos recogidos de varios grupos de trabajo. El análisis de los datos identifica deficiencias o brechas en el rendimiento.

Esas brechas se utilizan para dirigir la mejora de procesos organizativa que genere mejoras en el rendimiento medibles (CMMI-SVC, 2013).

### Avanzando a través de niveles de madurez

Las organizaciones pueden lograr mejorar progresivamente su madurez si primero logran el control a nivel de grupos de trabajo y prosiguen hasta el nivel más avanzado utilizando una toma de decisiones tanto de datos cualitativos como cuantitativos. Así mismo establecer mejoras de proceso sin una base apropiada pueden fallar en el momento en que más se necesiten (CMMI-SVC, 2013).

Un proceso definido, que es característico de organizaciones de nivel de madurez 3, puede ponerse en gran riesgo si las prácticas de gestión del nivel 2 son deficientes.

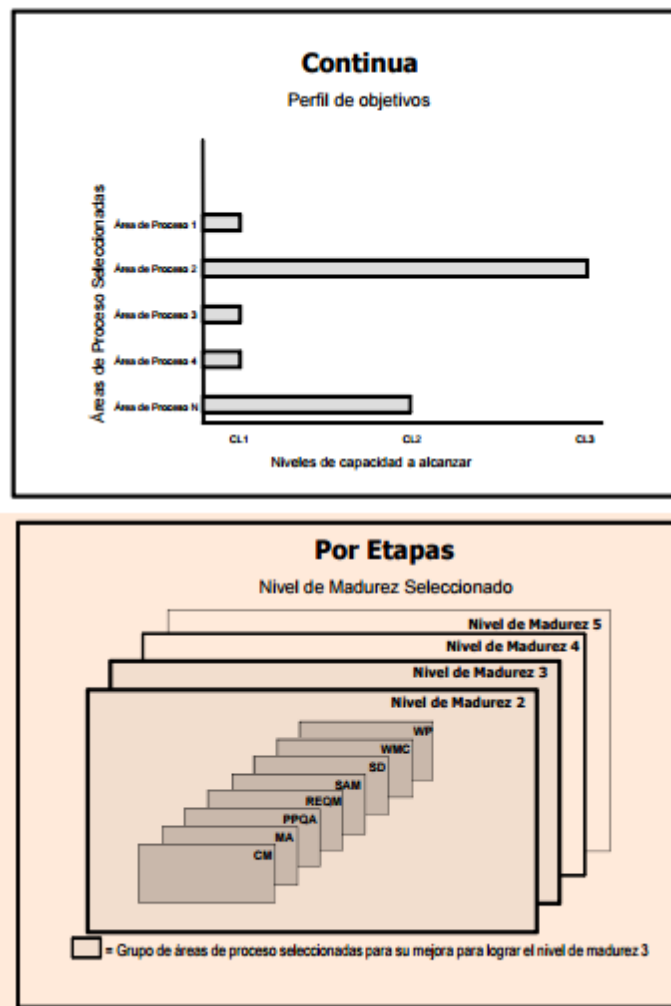


Ilustración 6 Áreas de proceso en la representación continua y por etapas, Fuente CMMI-SVC, 2013



La representación continua permite que la organización elija dónde centrar sus labores de mejora de procesos, eligiendo las áreas de proceso, o conjuntos de áreas interrelacionadas, que más beneficien a la organización y a sus objetivos de negocio. Aunque existen algunas limitaciones sobre lo que una organización puede elegir debido a las dependencias entre áreas de proceso, la organización tiene una libertad considerable para seleccionarlas (CMMI-SVC, 2013).

Las áreas de proceso se organizan en cuatro categorías: Gestión de Procesos, Gestión de Proyectos y Trabajos, Establecimiento y Prestación de Servicios, y Soporte. Estas categorías enfatizan algunas de las relaciones clave que existen entre las áreas de proceso.

Las cuatro áreas de proceso de alta madurez son: Rendimiento Organizativo de Procesos, Gestión Cuantitativa de Trabajos, Gestión del Rendimiento Organizativo, y Análisis Causal y Resolución. Estas áreas de proceso se centran en mejorar el rendimiento de los procesos implementados más estrechamente relacionados con los objetivos de negocio de la organización (CMMI-SVC, 2013).

En la tabla 7, se muestran las áreas de proceso y niveles de madurez:

Área de proceso	Categoría	Nivel de madurez
<b>Gestión de Capacidad y Disponibilidad (CAM)</b>	Gestión de Proyectos y Trabajos	3
<b>Análisis Causal y Resolución (CAR)</b>	Soporte	5
<b>Gestión de Configuración (CM)</b>	Soporte	2
<b>Análisis de Decisiones y Resolución (DAR)</b>	Soporte	3
<b>Resolución y Prevención de Incidencias (IRP)</b>	Establecimiento y Prestación de Servicios	3
<b>Gestión Integrada de Trabajos (IWM)</b>	Gestión de Proyectos y Trabajos	3
<b>Medición y Análisis (MA)</b>	Soporte	2
<b>Definición Organizativa de Procesos (OPD)</b>	Gestión de Procesos	3
<b>Enfoque Organizativo en Procesos (OPF)</b>	Gestión de Procesos	3

<b>Gestión del Rendimiento Organizativo (OPM)</b>	Gestión de Procesos	5
<b>Rendimiento Organizativo de Procesos (OPP)</b>	Gestión de Procesos	4
<b>Capacitación Organizativa (OT)</b>	Gestión de Procesos	3
<b>Aseguramiento de Calidad de Procesos y Productos (PPQA)</b>	Soporte	2
<b>Gestión Cuantitativa de Trabajos (QWM)</b>	Gestión de Proyectos y Trabajos	4
<b>Gestión de Requisitos (REQM)</b>	Gestión de Proyectos y Trabajos	2
<b>Gestión de Riesgos (RSKM)</b>	Gestión de Proyectos y Trabajos	3
<b>Gestión de Acuerdos de Suministro (SAM)</b>	Gestión de Proyectos y Trabajos	2
<b>Continuidad del Servicio (SCON)</b>	Gestión de Proyectos y Trabajos	3
<b>Prestación de Servicios (SD)</b>	Establecimiento y Prestación de Servicios	2
<b>Desarrollo del Sistema de Servicio (SSD)</b>	Establecimiento y Prestación de Servicios	3
<b>Transición del Sistema de Servicio (SST)</b>	Establecimiento y Prestación de Servicios	3
<b>Gestión Estratégica de Servicios (STSM)</b>	Establecimiento y Prestación de Servicios	3
<b>Monitorización y Control de Trabajos (WMC)</b>	Gestión de Proyectos y Trabajos	2
<b>Planificación de Trabajos (WP)</b>	Gestión de Proyectos y Trabajos	2

Tabla 7 Áreas de proceso, categorías y niveles de madurez, Adaptación CMMI-SVC, 2013.

## Logrando la alta madurez

En la representación por etapas, se alcanza la alta madurez cuando se logran los niveles de madurez 4 o 5. Lograr el nivel de madurez 4 implica implementar todas las áreas de proceso de los niveles de madurez 2, 3, y 4. Del mismo modo, lograr el nivel de madurez 5 implica implementar todas las áreas de proceso de los niveles de madurez 2, 3, 4, y 5.

En la representación continua, se alcanza la alta madurez utilizando el concepto de representación equivalente. La alta madurez equivalente al nivel de madurez 4 por etapas de la representación equivalente se alcanza cuando se logra el nivel de capacidad 3 en todas las áreas de proceso excepto Gestión del Rendimiento Organizativo (OPM) y Análisis Causal y Resolución (CAR). La alta madurez equivalente al nivel de madurez 5 utilizando la representación equivalente se alcanza cuando se logra el nivel de capacidad 3 en todas las áreas de proceso (CMMI-SVC, 2013).

## CMMI para Servicios

Dentro de la especificación de CMMI para servicios un servicio se define como un producto que es intangible y no almacenable. En los modelos CMMI, los servicios son resultados útiles intangibles y no almacenables que se proveen mediante la operación de un sistema de servicio, el cual puede tener o no componentes automatizados (CMMI-SVC, 2013).

**Sistema de servicio:** Es un servicio que se provee mediante la operación de un sistema de servicio, el cual se define los recursos que lo componen que satisface los requisitos del servicio (CMMI-SVC, 2013).

La extensión completa del sistema de servicio abarca todo lo que se requiere para la prestación de servicios, incluyendo productos de trabajo, procesos, herramientas, instalaciones, elementos consumibles, y recursos humanos. Parte de estos recursos pueden pertenecer a clientes o suministradores, y parte pueden ser transitorios.

**Acuerdo de servicio:** Un acuerdo de servicio es la base para el mutuo entendimiento entre un proveedor de servicios y un cliente acerca de lo que esperan de su relación mutua. Los acuerdos de servicio pueden presentarse con una amplia variedad de formas que van desde los simples menús publicados de los servicios y sus precios, hasta recibos o señales en letra pequeña con referencias a términos y condiciones descritas en otra parte, o documentos compuestos complejos que se incluyan como parte de un contrato legal (CMMI-SVC, 2013).

Cualquiera que sea su contenido, es esencial que los acuerdos de servicio se registren de un modo accesible y entendible tanto para el proveedor como para el cliente, de forma que los malentendidos se minimicen.

**Petición de servicio:** Incluso si hay un acuerdo de servicio, los clientes y usuarios finales deben ser capaces de notificar al proveedor de servicios sus necesidades de instancias específicas de prestación de servicios. En el modelo CMMI-SVC, estas notificaciones se denominan “peticiones de servicio”, y pueden comunicarse de cualquier modo concebible, incluyendo encuentros cara-a-cara, llamadas telefónicas, cualquier tipo de medios escritos, e incluso señales no verbales (CMMI-SVC, 2013).

Independientemente de cómo se comunique, una petición de servicio identifica uno o más servicios deseados que quien origina la petición espera encontrar dentro del alcance de un acuerdo de servicio existente. A menudo estas peticiones son generadas a lo largo del tiempo por clientes y usuarios finales a medida que surgen sus necesidades (CMMI-SVC, 2013).

En este sentido, las peticiones de servicio son acciones deliberadas esperadas que forman parte de la prestación de servicios de manera esencial; son los eventos desencadenantes primordiales que originan la ocurrencia de una prestación de servicios (por supuesto, es posible que quien origina la petición esté equivocado acerca de si la petición entra o no en el alcance real del acuerdo de servicio).

A veces hay peticiones específicas de servicio que se incorporan directamente en los mismos acuerdos de servicio. Incorporar estas peticiones de servicio en un acuerdo de servicio es frecuente en el caso de servicios que tienen que realizarse periódica o continuamente a lo largo del tiempo

**Incidencia en el servicio** Incluso con la mejor planificación, monitorización, y prestación de servicios, pueden ocurrir eventos no intencionados que no se desean. Algunas instancias de prestación de servicios pueden tener niveles de rendimiento o de calidad menores de lo esperado o aceptable, o pueden fallar completamente (CMMI-SVC, 2013).

La incidencia en el servicio es una indicación de una interferencia real o potencial en un servicio. La expresión abreviada “incidencia” se utiliza en lugar de “incidencia en el servicio” cuando el contexto deje claro su significado. Este aspecto de las incidencias a menudo se pasan por alto, pero es importante: no abordar y resolver interferencias potenciales en los servicios, con frecuencia conduce a que finalmente se produzcan interferencias reales, y a que los acuerdos de servicio posiblemente se incumplan (CMMI-SVC, 2013).

## Representación equivalente

La representación equivalente es un modo de comparar los resultados de utilizar la representación continua con los de la representación por etapas.

Hasta este momento no habíamos tratado en detalle las evaluaciones de procesos, el método SCAMPI es la encargada de ello y se utiliza para evaluar a las organizaciones que utilizan CMMI, y uno de los resultados de la evaluación es la calificación (CMMI Institute, 2011)

Un *Appraisal* es una actividad que ayuda a identificar las fortalezas y debilidades de procesos de la organización y examinar de cerca los procesos relacionados con CMMI o las mejores prácticas.

Prepararse para una valoración ayuda a la organización para realizar cualquiera de las siguientes acciones (CMMI Institute, 2011):

- Plan de una estrategia de mejora para su organización.
- Determinar los niveles de CMMI que representan a qué tan bien los procesos de su organización se ajusta a CMMI
- Mitigar los riesgos de los productos y servicios de adquisición, desarrollo, entrega y vigilancia.
- Demostrar a los clientes y socios de negocios la solidez de sus procesos por tener sus resultados de evaluación disponibles en el sitio de la valoración de los resultados publicados (PARS).

El SCAMPI incluye tres clases de evaluación.

La evaluación SCAMPI A dan lugar a las calificaciones de calidad de referencia (por ejemplo, niveles de madurez) (CMMI Institute, 2011).

SCAMPI B y C son menos rigurosas, diseñadas para proporcionar información para la mejora del proceso o el estado de la mejora de procesos trabajo.

Los niveles de madurez se utilizan en soluciones de CMMI para describir trayectorias evolutivas recomendadas para las organizaciones que deseen mejorar sus procesos utilizados para adquirir, desarrollar y entregar productos y servicios (CMMI Institute, 2011).

Si en la evaluación se utiliza la representación continua, la calificación es un "perfil de niveles de capacidad". Si en la evaluación se utiliza la representación por etapas, la calificación es una "calificación de nivel de madurez".

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

Modelo de calidad de software; es un conjunto de buenas prácticas, en el ciclo de vida del software enfocado en el proceso de gestión y desarrollo de los proyectos, ya que con la utilización de modelos, procedimientos y estándares se puede alcanzar y mejorar los factores de calidad.

Un modelo de Calidad nos dice que debemos de hacer, no como hacerlo, esto dependerá de las metodologías que usemos así como los objetivos de negocio que tengamos. Un estándar es un modelo a seguir de cómo hacer algo, si hablamos de estándares de calidad, entendemos que es una serie de normas y protocolos internacionales que deben cumplir los productos para su distribución y consumo.

Implementar un estándar o norma dependerá de la misión y visión de la empresa, es decir si está es dedicada específicamente al desarrollo de software o tiene otras funciones aun más generales y específicas.

Existen varios modelos de mejora de procesos internacionales para el desarrollo de software como son CMM, CMMI, ISO/IEC 15505, ISO 9000-2000.

### **Modelos de calidad de software a nivel proceso**

En estos modelos encontramos dos tipos de evaluaciones:

- Por niveles de Madurez: Se obtiene una “puntuación”, cuya orientación es el alcance es la organización.
- Por niveles de Capacidad (Manera Continua): Se obtiene una “puntuación” para un proceso concreto.

Entre algunos de los modelos a nivel proceso podemos mencionar a los más conocidos tales como los que se muestran a continuación.

Modelo	Descripción
<b>CMMI</b>	<p>Clasifica a las empresas en diferentes niveles de madurez, alcanzarcada nivel dependerá del nivel anterior.</p> <p>Los niveles en los que se divide CMMI son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicial (nivel 1).</li> <li>- Gestión del proyecto (nivel 2).</li> <li>- Estandarización del Proceso (nivel 3).</li> <li>- Control estadístico (nivel 4).</li> <li>- Optimización Permanente (nivel 5: estado final).</li> </ul> <p>-CMMI reduce el costo de la No Calidad aumento la satisfacción del cliente, así como la productividad y rentabilidad.</p>
<b>guiTickIT</b>	<p>Abarca la evaluación y certificación del esquema de gestión de calidad de software.</p> <p>Estimula a los desarrolladores de software a pensar en lo realmente significa calidad en el contexto del desarrollo de software y como puede lograrse.</p>
<b>Boostrap</b>	<p>Reduce costos y mejora la calidad previniendo problemas, desarrollando un método para la evaluación de procesos de desarrollo software, se basa en el modelo CMM.</p> <p>Establece un diagnóstico del proceso de desarrollo de software en la organización, métodos y capacidad, creando un plan de acción que defina los pasos, detalles y marcos para aumentar la entrega de productos y servicios de calidad.</p>
<b>Personal Software Process (PSP)</b>	<p>Está diseñado para ser usado por un Ingeniero de Software individual, el cual debe ser entrenado por una persona calificada en PSP.</p> <p>Su objetivo es guiar el planteamiento y desarrollo de los módulos de software, optimizar la interacción entre equipo y posteriormente trabajar con TSP</p>
<b>Team Software Process (TSP)</b>	<p>Es una metodología para dirigir el trabajo de mejora y desarrollo de software además de establecer un entorno donde el trabajo efectivo de equipo sea normal y natural.</p>

<b>Practical Software Measurement (PSM)</b>	<p>Sirvió de documento base para el desarrollo de la norma ISO / IEC 15939, proporciona información detallada de "cómo hacer" incluidas las medidas de orientación de la muestra, las lecciones aprendidas, estudios de casos, y orientaciones para la aplicación.</p> <p>PSM ofrece un conjunto de medidas de la muestra, utilizando el modelo de información de la medida terminología.</p>
<b>QualipSo Open SourceMaturity Model (OMM)</b>	<p>Es una nueva opción para desarrollar software con modelos de madurez de calidad, una opción los amantes del código abierto FLOSS (Free/Libre Open Source Software).</p>
<b>A Competency-Based Maturity Model</b>	<p>Se basa en una perspectiva multi-dimensional, proporcionando una visión más completa de la madurez de una organización y la probable complejidad de los cambios necesarios para la adopción de la Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL).</p>

Tabla 8 Modelos de calidad a nivel proceso fuente, adaptación de sistema de gestión de incidencias Jiménez cano, 2013.

## 2.5 SCRUM

El concepto de *Scrum* tiene su origen en un estudio de 1986 sobre los nuevos procesos de desarrollo utilizados en productos exitosos en Japón y los Estados Unidos (cámaras de fotos de Canon, fotocopiadoras de Xerox, automóviles de Honda, ordenadores de HP y otros) (Guía SBOK,2016)

A mediados de la década de los 80, Hirotaka Takeuchi y Ikujiro Nonaka definieron una estrategia de desarrollo de producto flexible e incluyente en la que el equipo de desarrollo trabaja como una unidad para alcanzar un objetivo común.

Hirotaka Takeuchi y Ikujiro Nonaka describieron un enfoque innovador para el desarrollo de productos que ellos llaman un enfoque holístico o "*rugby*", donde un equipo intenta llegar hasta el final como una unidad, pasando el balón hacia atrás y adelante. Ellos basan su enfoque en los estudios de casos de diversas industrias de fabricación.

Takeuchi y Nonaka propusieron que el desarrollo de productos no debe ser como una carrera de relevos secuencial, sino que debería ser análogo al del juego de *rugby* en el que el equipo trabaja en conjunto, pasando el balón hacia atrás y hacia adelante a medida que se mueve como una unidad por el campo (Guía SBOK, 2016)



El concepto de *rugby* de un "Scrum" (donde un grupo de jugadores se junta para reiniciar el juego) se introdujo en este artículo para describir la propuesta de los autores de que el desarrollo de productos debe implicar "mover al *Scrum* campo abajo" o "moving the Scrum downfield" (Guía SBOK, 2016)

Ken Schwaber y Jeff Sutherland elaboraron sobre el concepto de *Scrum* y su aplicabilidad al desarrollo de software durante una presentación en la conferencia Object-Oriented Programming, Systems, Languages & Applications (OOPSLA) en 1995 en Austin, Texas. Desde entonces, varios practicantes, expertos y autores de *Scrum* han seguido perfeccionando la conceptualización y metodología de *Scrum*.

En los últimos años, *Scrum* ha aumentado en popularidad y ahora es la metodología de desarrollo de proyectos preferida por muchas organizaciones a nivel mundial (Guía SBOK, 2016)

Los equipos que desarrollaron estos productos partían de requisitos muy generales, así como novedosos, y debían salir al mercado en mucho menos del tiempo del que se tardó en lanzar productos anteriores. Estos equipos seguían patrones de ejecución de proyecto muy similares (Guía SBOK, 2016)

En *Scrum* un proyecto se ejecuta en bloques temporales (Sprint) de un mes natural (pueden ser de dos semanas, si así se necesita). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo cuando el cliente lo solicite.

El proceso parte de la lista de requisitos priorizada del producto, que actúa como plan del proyecto. En esta lista el cliente ha priorizado los requisitos balanceando el valor que le aportan respecto a su coste y han sido divididos en iteraciones y entregas.

### **2.5.1 Principios Scrum**

Los principios de *Scrum* son las pautas básicas para aplicar el marco de *Scrum* y obligatoriamente deben usarse en todos los proyectos *Scrum*. Los seis principios de *Scrum* son:

1. Control del proceso empírico
2. Auto-organización
3. Colaboración
4. Priorización basada en el valor
5. Tiempo asignado
6. Desarrollo iterativo

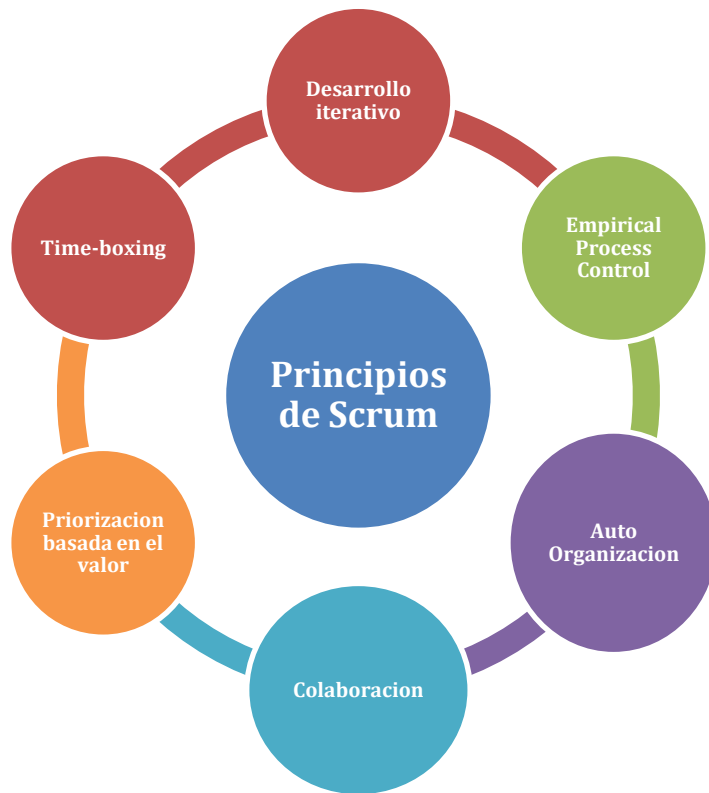


Ilustración 7 Principios de Scrum, fuente Guía SBOK 2016

Los principios de *Scrum* se pueden aplicar a cualquier tipo de proyecto en cualquier organización y se deben mantener con el fin de garantizar la aplicación efectiva del marco de *Scrum*. Los principios *Scrum* no son negociables y deben aplicarse como se especifica en la Guía SBOK (Scrum Alliance, 2015)

El mantener los principios intactos y usarlos apropiadamente infunde confianza en el marco de *Scrum* con respecto a la consecución de los objetivos del proyecto. Los aspectos y procesos de *Scrum*, sin embargo, pueden ser modificados para cumplir con los requisitos del proyecto o la organización (Guía SBOK, 2016).

**1. Control del proceso empírico:** Este principio pone de relieve la filosofía central de *Scrum* en base a las tres ideas principales de transparencia, inspección y adaptación.

**2. Auto-organización:** Este principio se centra en los trabajadores de hoy, que entregan un valor significativamente mayor cuando son auto-organizados lo cual resulta en equipos con un gran sentimiento de compromiso y responsabilidad; a su vez, esto produce un entorno innovador y creativo que es más propicio para el crecimiento.

**3. Colaboración:** Este principio se centra en las tres dimensiones básicas relacionadas con el trabajo colaborativo: conciencia, articulación y apropiación. También aboga por la gestión de proyectos como un proceso de creación de valor compartido con los equipos de trabajo e interactuar conjuntamente para ofrecer el mayor valor.

**4. Priorización basado en valor:** Este principio pone de relieve el enfoque de *Scrum* para ofrecer el máximo valor de negocio, desde el principio del proyecto hasta su conclusión.

**5. Tiempo asignado:** Este principio describe cómo el tiempo se considera una restricción limitante en *Scrum*, y cómo se utiliza para ayudar a manejar eficazmente la planificación y ejecución del proyecto. Los elementos del tiempo asignado en *Scrum* son:

Sprints, Reuniones Diarias (Daily Standup Meetings), Planeación del Sprint (Sprint Planning Meetings) y Reunión de Revisión (Sprint Review Meetings).

**6. Desarrollo Iterativo:** Este principio define el desarrollo iterativo y enfatiza cómo manejar mejor los cambios y crear productos que satisfagan las necesidades del cliente (customer). También delinea las responsabilidades del Propietario del producto y las de la organización relacionadas con el desarrollo iterativo.

### 2.5.2 Roles Involucrados

*Scrum* tiene tres roles: Propietario del producto (Product Owner), *Scrum* Máster y Equipo de trabajo (*Scrum* Team) (Guía SBOK, 2016).

#### Propietario del Producto.

Representa a quien tienen un interés en el proyecto y en el producto resultante. Define los requerimientos del producto a desarrollar durante el proyecto. Consigue el financiamiento inicial y continuo para el proyecto. Define los objetivos del retorno de inversión (ROI) y planea cómo se va a liberar el producto. Se debe asegurar que la funcionalidad más valiosa se produce primero, priorizando los requerimientos de acuerdo al mercado o al área de negocio. Más de sus responsabilidades son:

- Ajustar los requerimientos y sus prioridades a lo largo de todo el proyecto.
- Aceptar o rechazar el contenido del producto de software.
- Decidir sobre la fecha de liberación del producto de software.
- Se encarga de la reunión (*Scrum* Planning).

El valor del Propietario del Producto dentro de *Scrum* es que es responsable del ROI, esto significa que selecciona la funcionalidad que resuelve problemas críticos de negocio y *Scrum* la ajusta conforme el proyecto avanza (Guía SBOK, 2016).

## **Scrum Máster.**

Es el líder que facilita el trabajo, es responsable del proceso de Scrum, de enseñarlo a cada uno de los involucrados en el proyecto, si es necesario. Se asegura de que cada uno sigue las reglas y prácticas. Hace que Scrum sea parte de la cultura de la organización mostrando sus beneficios. Trabaja muy de cerca con Propietario del Producto (Guía SBOK, 2016).

Tiene tres responsabilidades elementales, además de guiar la reunión diaria (*Daily Scrum*):

1. Conocer las tareas completas, qué tareas han comenzado, las nuevas y los estimados qué han sido cambiados. Con estos datos se puede actualizar Burndown Chart, la cual muestra el trabajo acumulado que hace falta día a día. El Scrum Máster debe observar cuidadosamente el número de tareas que aún están pendientes.
2. Identificar dependencias y barreras que representen impedimentos para Scrum. Los debe priorizar y darles seguimiento implementando un plan de acción para resolverlos de acuerdo al orden de prioridad. Algunos pueden resolverse con el equipo, otros con los demás equipos o bien, se debe involucrar a la administración cuando se traten de asuntos de la compañía que bloqueen la capacidad de producción del equipo.
3. Observar problemas o conflictos personales que deben resolverse. Se requiere que Scrum Máster apoye para que el equipo los resuelva mediante el diálogo o bien, puede solicitar ayuda de la administración o de Recursos Humanos.

También tiene las siguientes obligaciones:

- Asegurarse de que el equipo es completamente funcional y productivo.
- Hacer posible una cooperación cercana de todos los roles.
- Evitar que el equipo reciba interferencias externas.
- Asegurarse que se sigue todo lo relacionado con las reuniones diarias, Sprint Review y la planeación del Sprint.

El valor del Scrum Máster dentro de Scrum es administrar el proceso, asegurándose de que se ejecutan las prácticas de Scrum. Además mantiene el balance entre el trabajo de desarrollo por parte del equipo y su responsabilidad adquirida con los requerimientos seleccionados para cada Sprint, evitando que factores externos interrumpan el trabajo y cuidando que el proyecto sea dirigido por lo que representa más valor para el cliente (Guía SBOK, 2016).

## **Equipo de trabajo (Scrum Team).**

Es un equipo interdisciplinario con 7 integrantes, pudiera contar con más-menos 2 integrantes.

Son los encargados de conocer cómo convertir los requerimientos en un incremento de la funcionalidad y realiza el trabajo necesario para desarrollar dicho incremento.

Además son responsables del éxito de cada iteración y del proyecto en su conjunto. Se espera que sea auto-administrable y auto-organizado.

También:

- Selecciona la meta del Sprint, que es el conjunto de requerimientos que puede convertir en un incremento de la funcionalidad para el siguiente Sprint.
- Hace lo posible para alcanzar la meta del Sprint, dentro de los límites del proyecto.
- Entrega los resultados del trabajo al Propietario del Producto.

El valor de Team dentro de Scrum es el de administrarse el mismo. Tiene la autoridad para hacer lo necesario para cumplir con la meta del Sprint y trabajar dentro de las guías, estándares y convenciones de la organización y de Scrum (Guía SBOK, 2016).

## **2.5.3 Herramientas necesarias para la aplicación de Scrum:**

### **Lista de requisitos priorizada (Product Backlog)**

La lista de requisitos priorizada representa las expectativas del cliente respecto a los objetivos y entregas del producto o proyecto. El cliente es el responsable de crear y gestionar la lista (con la ayuda del Scrum Master y del Equipo de Trabajo, quien proporciona el coste estimado de completar cada requisito). Al reflejar las expectativas del cliente, esta lista permite involucrarle en la dirección de los resultados del producto o proyecto (Guía SBOK, 2016).

- Contiene los requisitos de alto nivel del producto o proyecto. Para cada requisito se indica el valor que aporta al cliente y el coste estimado de completarlo. La lista está priorizada balanceando el valor que cada requisito aporta al negocio frente al coste estimado que tiene su desarrollo, es decir, basándose en el Retorno de la Inversión (ROI).
- En la lista se indican las posibles iteraciones y las entregas esperadas por el cliente (los puntos en los cuales desea que se le entreguen los requisitos completados hasta ese momento), en función de la velocidad de desarrollo del (los) equipo(s) que trabajará(n) en el proyecto.

- La lista también tiene que considerar los riesgos del proyecto e incluir los requisitos o tareas necesarios para mitigarlos.

Antes de iniciar la primera iteración, el cliente debe tener definida la meta del producto o proyecto y la lista de requisitos creada. No es necesario que la lista sea completa ni que todos los requisitos estén detallados al mismo nivel. Basta con que estén identificados y con suficiente detalle los requisitos más prioritarios con los que el equipo empezará a trabajar (Proyectos Ágiles, 2008)

Los requisitos de iteraciones futuras pueden ser mucho más amplios y generales. La incertidumbre y complejidad propia de un proyecto hacen conveniente no detallar todos los requisitos hasta que su desarrollo esté próximo. De esta manera, el esfuerzo de recoger, detallar y desarrollar el resto de requisitos (menos prioritarios) está repartido en el período de ejecución del proyecto (Guía SBOK, 2016).

Esto produce varias ventajas:

- Se evita caer en parálisis de análisis al inicio del proyecto, de manera que se puede iniciar antes el desarrollo y el cliente puede empezar a obtener resultados útiles (Proyectos Ágiles, 2008).
- Se evita analizar en detalle requisitos no prioritarios que podrían cambiar durante el transcurso del proyecto, dado que se conocerá mejor cuál ha de ser el resultado a conseguir, o bien porque podrían ser reemplazados por otros (Proyectos Ágiles, 2008).
- Puede llegar a un punto del proyecto en que no valga la pena analizar ni desarrollar los requisitos restantes, dado el poco retorno de inversión (ROI) que tienen (Proyectos Ágiles, 2008).

En el caso del desarrollo de un producto, la lista va evolucionando durante toda la vida del producto los requisitos "emergen". En el caso de un proyecto, conforme éste avance irán apareciendo los requisitos menos prioritarios que falten.

El cliente y el equipo tienen que acordar la definición de "completado" de los requisitos, qué será lo que el equipo habrá realizado para considerar que el producto esté preparado para ser entregado al cliente al finalizar cada iteración, de manera que no haya tareas pendientes que puedan impedir utilizar los resultados del proyecto lo antes posible. De este modo, el cliente podrá tomar decisiones correctas cuando al final de cada iteración el equipo le haga una demostración de los requisitos completados por ejemplo, solicitar una entrega del producto (Proyectos Ágiles, 2008).

Cuando el cliente solicita una entrega de los requisitos completados hasta ese momento, el equipo puede necesitar añadir una iteración de entrega, más corta que las iteraciones habituales, donde realizar alguna tarea que no ha sido necesaria o posible hasta el momento de la entrega final (Guía SBOK, 2016).

## **Lista de tareas de la iteración (Sprint Backlog)**

Lista de tareas que el equipo elabora como plan para completar los requisitos seleccionados para la iteración y que se compromete a demostrar al cliente al finalizar la iteración, en forma de incremento de producto preparado para ser entregado (Guía SBOK, 2016).

Esta lista permite ver las tareas donde el equipo está teniendo problemas y no avanza, con lo que le permite tomar decisiones al respecto.

La lista contiene las tareas, el esfuerzo pendiente para finalizarlas y la auto asignación que han hecho los miembros del equipo.

El progreso de la iteración y su velocidad con respecto a tareas u horas pendientes se muestra mediante un gráfico de trabajo pendiente (Burndown chart).

## **Burndown charts (Gráficos de trabajo pendiente)**

Un gráfico de trabajo pendiente a lo largo del tiempo muestra la velocidad a la que se está completando los requisitos. Permite extrapolar si el Equipo podrá completar el trabajo en el tiempo estimado (Guía SBOK, 2016).

Se pueden utilizar los siguientes gráficos de esfuerzo pendiente:

- Días pendientes para completar los requisitos del producto o proyecto (product burndown chart), realizado a partir de la lista de requisitos priorizada (Product Backlog).
- Horas pendientes para completar las tareas de la iteración (sprint burndown chart), realizado a partir de la lista de tareas de la iteración (Iteration Backlog).

Este tipo de gráfico permite realizar diversas simulaciones: ver cómo se aplazan las fechas de entrega si se le añaden requisitos, ver cómo se avanzan si se le quitan requisitos o se añade otro equipo, entre otros (Proyectos Ágiles, 2008).

### **2.5.4 Planificación de la iteración**

La planificación de las tareas a realizar en la iteración se divide en dos partes:

Primera parte de la reunión. Se realiza en un time box de cómo máximo 4 horas:

- El cliente presenta al equipo la lista de requisitos priorizada del producto o proyecto, pone nombre a la meta de la iteración (de manera que ayude a tomar decisiones durante su ejecución) y propone los requisitos más prioritarios a desarrollar en ella (Proyectos Ágiles, 2008).

- El equipo examina la lista, pregunta al cliente las dudas que le surgen y selecciona los requisitos más prioritarios que se compromete a completar en la iteración, de manera que puedan ser entregados si el cliente lo solicita (Proyectos Ágiles, 2008).

Segunda parte de la reunión. Se realiza en un time box de máximo 4 horas. El equipo planifica la iteración, dado que ha adquirido un compromiso, es el responsable de organizar su trabajo y es quien mejor conoce cómo realizarlo (Proyectos Ágiles, 2008).

- Define las tareas necesarias para poder completar cada requisito, creando la lista de tareas de la iteración.
- Realiza una estimación conjunta del esfuerzo necesario para realizar cada tarea.
- Cada miembro del equipo se asigna a las tareas que puede realizar.

### **Beneficios**

Potenciación responsable de organizar su trabajo y es quien mejor conoce cómo realizarlo (Proyectos Ágiles, 2008).

- Define las tareas necesarias para poder completar cada requisito, creando la lista de tareas de la iteración.
- Realiza una estimación conjunta del esfuerzo necesario para realizar cada tarea.

Cada miembro del compromiso del equipo:

- Es el equipo quien asume la responsabilidad de completar en la iteración los requisitos que selecciona.
- Es cada una de las personas la que se responsabiliza de realizar las tareas a las que se asigna.

Una estimación conjunta es más fiable, dado que tiene en cuenta los diferentes conocimientos, experiencia y habilidades de los integrantes del equipo (Guía SBOK, 2016).

### **Sprint (Ejecución de la iteración)**

En Scrum un proyecto se ejecuta en iteraciones de un mes natural (pueden ser de dos semanas, si así se necesita). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo cuando el cliente lo solicite.



Cada día el equipo realiza una reunión de sincronización, donde cada miembro inspecciona el trabajo de los otros para poder hacer las adaptaciones necesarias, así como comunicar cuales son los impedimentos con que se encuentra (Proyectos Ágiles, 2008).

- El Facilitador se encarga de que el equipo pueda cumplir con su compromiso y de que no se merme su productividad. Elimina los obstáculos que el equipo no puede resolver por sí mismo. Protege al equipo de interrupciones externas que puedan afectar su compromiso o su productividad.

### ***Recomendaciones***

Para poder completar el máximo de requisitos en la iteración, se debe minimizar el número de requisitos en que el equipo trabaja simultáneamente (WIP, Work In Progress), completando primero los que den más valor al cliente. Esta forma de trabajar, que se ve facilitada por la propia estructura de la lista de tareas de la iteración, permite tener más capacidad de reacción frente a cambios o situaciones inesperadas (Proyectos Ágiles, 2008).

### ***Restricciones***

- No se puede cambiar los requisitos de la iteración en curso.

El hecho de no poder cambiar los requisitos de la iteración una vez iniciada facilita que el cliente cumpla con su responsabilidad de conocer qué es lo más prioritario a desarrollar, antes de iniciar la iteración.

- Terminación anormal de la iteración

Sólo en situaciones muy excepcionales el cliente o el equipo pueden solicitar una terminación anormal de la iteración. Esto puede suceder si, por ejemplo, el contexto del proyecto ha cambiado enormemente y no es posible esperar al final de la iteración para aplicar cambios, o si el equipo encuentra que es imposible cumplir con el compromiso adquirido. En ese caso, se dará por finalizada la iteración y se dará inicio a otra mediante una reunión de planificación de la iteración (Proyectos Ágiles, 2008).

### **Scrum Daily Meeting (Reunión diaria de sincronización del equipo)**

El objetivo de esta reunión es facilitar la transferencia de información y la colaboración entre los miembros del equipo para aumentar su productividad.

Cada miembro del equipo inspecciona el trabajo que el resto está realizando (dependencias entre tareas, progreso hacia el objetivo de la iteración, obstáculos que pueden impedir este objetivo) para al finalizar la reunión poder hacer las

adaptaciones necesarias que permitan cumplir con el compromiso conjunto que el equipo adquirió para la iteración en la reunión de planificación de la iteración. (Guía SBOK, 2016).

Cada miembro del equipo debe responder las siguientes preguntas en un *time box* de cómo máximo 15 minutos:

¿Qué he hecho desde la última reunión de sincronización?

¿Pude hacer todo lo que tenía planeado?

¿Cuál fue el problema?

¿Qué voy a hacer a partir de este momento?

¿Qué impedimentos tengo o voy a tener para cumplir mis compromisos en esta iteración y en el proyecto?

Como apoyo a la reunión, el equipo cuenta con la lista de tareas de la iteración, donde se actualiza el estado y el esfuerzo pendiente para cada tarea, así como con el gráfico de horas pendientes en la iteración (Proyectos Ágiles, 2008).

### **Recomendaciones**

- Realizar la reunión diaria de sincronización de pie, para que los miembros del equipo no se relajen ni se extiendan en más detalles de los necesarios.
- Realizar las reuniones de colaboración entre miembros del equipo justo después de la de sincronización.

### **Sprint Demonstration (Demostración de requisitos completados)**

Reunión informal donde el equipo presenta al cliente los requisitos completados en la iteración, en forma de incremento de producto preparado para ser entregado con el mínimo esfuerzo, haciendo un recorrido por ellos lo más real y cercano posible al objetivo que se pretende cubrir (Guía SBOK, 2016).

En función de los resultados mostrados y de los cambios que haya habido en el contexto del proyecto, el cliente realiza las adaptaciones necesarias de manera objetiva, ya desde la primera iteración, re planificando el proyecto (Proyectos Ágiles, 2008).

Se realiza en un *time box* de cómo máximo 4 horas.

### **Beneficios**

- El cliente puede ver de manera objetiva cómo han sido desarrollados los requisitos que proporcionó, ver si se cumplen sus expectativas, entender más qué es lo que necesita y tomar mejores decisiones respecto al proyecto (Proyectos Ágiles, 2008).

- El equipo puede ver si realmente entendió cuáles eran los requisitos que solicitó el cliente y ver en qué puntos hay que mejorar la comunicación entre ambos (Proyectos Ágiles, 2008).
- El equipo se siente más satisfecho cuando puede ir mostrando los resultados que va obteniendo. No está meses trabajando sin poder exhibir su obra (Proyectos Ágiles, 2008).

### **Sprint Retrospective (Retrospectiva)**

El equipo analiza cómo ha sido su manera de trabajar durante la iteración, qué cosas han funcionado bien, cuáles hay que mejorar, qué cosas quiere probar hacer en la siguiente iteración, qué se ha aprendido y cuáles son los problemas que podrían impedirle progresar adecuadamente, con el objetivo de mejorar de manera continua su productividad. El Facilitador se encargará de ir eliminando los obstáculos identificados que el propio equipo no pueda resolver por sí mismo (Guía SBOK, 2016).

Se realiza en un time box de cómo máximo 3 horas.

#### ***Beneficios***

- Incrementa la productividad y el aprendizaje del equipo de manera sistemática, iteración a iteración, con resultados a corto plazo.

### **Replanificación del proyecto**

Durante el transcurso de una iteración, el cliente va trabajando en la lista de requisitos priorizada del producto o proyecto, añadiendo requisitos, modificándolos, eliminándolos, repriorizándolos, cambiando el contenido de iteraciones y definiendo un calendario de entregas que se ajuste mejor a sus nuevas necesidades (Proyectos Ágiles, 2008).

Los cambios en la lista de requisitos pueden ser debidos a:

- Modificaciones que el cliente solicita tras la demostración que el equipo realiza al final de cada iteración sobre los resultados obtenidos, ahora que el cliente entiende mejor el producto o proyecto.
- Cambios en el contexto del proyecto (sacar al mercado un producto antes que su competidor, hacer frente a urgencias o nuevas peticiones de clientes, entre otros).
- Nuevos requisitos o tareas como resultado de nuevos riesgos en el proyecto.

Para realizar esta tarea, el cliente colabora con el equipo y obtiene de él la estimación de costes de desarrollo para completar cada requisito. El equipo ajusta el factor de complejidad, el coste para completar los requisitos y su velocidad de desarrollo en función de la experiencia adquirida hasta ese momento en el proyecto (Proyectos Ágiles, 2008).

Hay que notar que el equipo sigue trabajando con los requisitos de la iteración en curso, (que de hecho eran los más prioritarios al iniciar la iteración). No es posible cambiar los requisitos que se desarrollan durante la iteración. En la reunión de planificación de la iteración el cliente presentará la nueva lista de requisitos para que sea desarrollada (Guía SBOK, 2016).

### ***Beneficios***

De manera sistemática, iteración a iteración, se obtienen los siguientes beneficios:

- El cliente puede tomar decisiones con tiempo respecto al progreso del proyecto y posibles desviaciones:
  - Re planificar el proyecto para obtener un nuevo calendario de entregas que cumpla con sus necesidades actuales.
  - Incorporar nuevos recursos.
  - Cancelar el proyecto con los requisitos completados hasta el momento plenamente operativos, si el beneficio pendiente de obtener es menor que el coste de desarrollo.

El equipo debe ser estable durante el proyecto, sus miembros deben cambiar lo mínimo posible, para poder aprovechar el esfuerzo que les ha costado construir sus relaciones interpersonales, engranarse y establecer su organización del trabajo (Proyectos Ágiles, 2008).

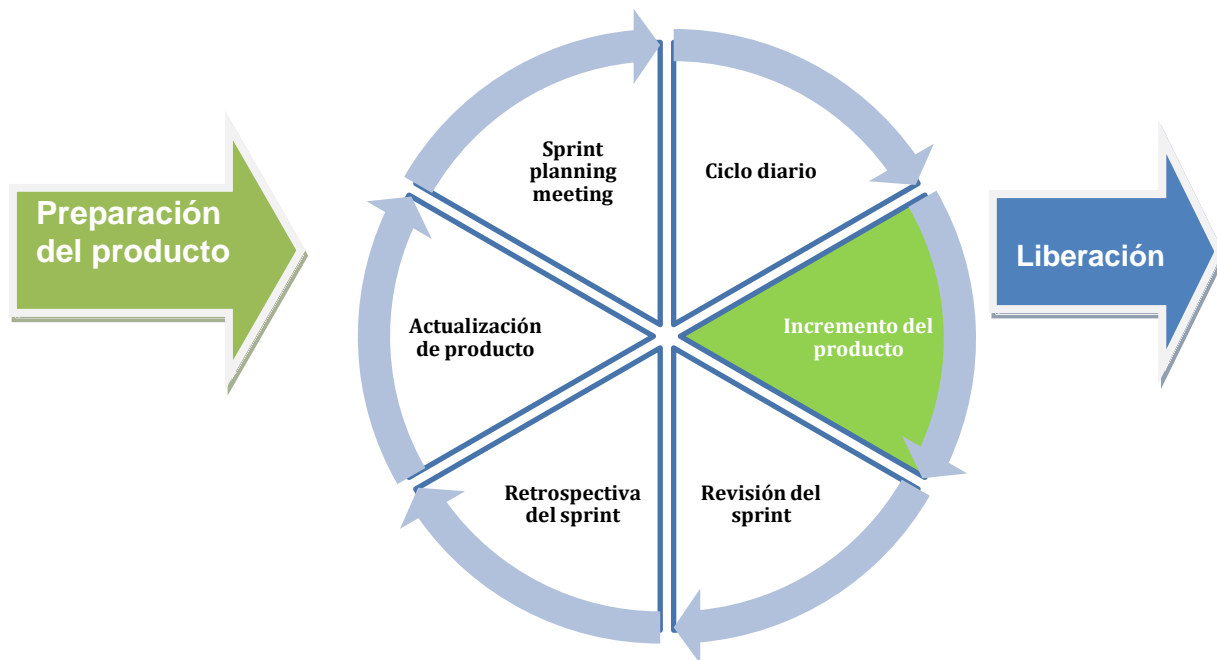


Ilustración8 Perspectiva general del proceso Scrum, diseño propio.

### 2.5.5 Valores de Scrum.

Los valores que promueve Scrum son:

**Compromiso:** El Equipo de Trabajo se compromete con una meta definida en un Sprint y tiene la autonomía para decidir por sí mismo qué es lo mejor para cumplirla.

El Scrum Máster se compromete a remover los obstáculos que reportan los integrantes del Equipo de Trabajo y evitar que factores externos interrumpan o distraigan el esfuerzo de desarrollo. El Propietario del Producto se compromete a definir y priorizar los requerimientos en el Product Backlog, guiar la selección de la meta del Sprint, revisar y proporcionar la retroalimentación de los resultados de cada Sprint (Guía SBOK, 2016).

**Enfoque:** El Equipo de Trabajo tiene que enfocarse en la meta definida en un Sprint sin distracciones. El Scrum Máster se enfoca en remover los obstáculos y evitar interrupciones en el trabajo del Equipo de Trabajo.

**Apertura:** Poner a disposición el Product Backlog hace visible el trabajo y prioridades. Daily Scrum Meeting hace visible el compromiso en su conjunto y el estatus individual.

**Respeto:** Los integrantes individuales del Equipo de Trabajo son respetados por sus fortalezas y debilidades y no son culpados por las fallas del Sprint. Mediante la auto-

organización el Equipo de Trabajo adopta la actitud de resolver problemas a través de la exploración de soluciones en grupo.

Al aplicar los elementos mínimos necesarios para ejecutar prácticas de Scrum se alcanzan altos niveles de eficiencia y productividad, tales son los casos de éxito que se mencionan a continuación:

**Service'1st.** Una empresa mediana consolidada que vende productos de software para clientes nacionales e internacionales (Guía SBOK, 2016).

**3M.** Ésta es una empresa que ha vendido el software como parte de un sistema o incrustado en el hardware. Recientemente esta empresa se ha enfocado en proporcionar componentes de software mayores especialmente para el mercado de la tecnología de identificación por radio frecuencia (Guía SBOK, 2016).

**Yahoo!.** Esta empresa comenzó como una empresa pequeña que creció rápidamente, sus productos son usados por muchos usuarios en todo el mundo (Guía SBOK, 2016).

**Google.** En esta empresa los equipos de trabajo se auto-organizan y se comunican directamente con todos los involucrados. La actitud de la empresa es tener los menos posibles procesos estándares. La administración de alto nivel confía en que los equipos no abusan de su autonomía y hacen su mejor esfuerzo para sus proyectos y la compañía (Guía SBOK, 2016).

## **2.6 Fundamentos de COBIT 5**

COBIT 5 es un modelo de referencia de procesos que ayuda a ver desde la perspectiva de negocio como realizar la gestión y gobierno de TI en las empresas, proporcionando una serie de herramientas para que la gerencia pueda conectar los requerimientos de control con los aspectos técnicos y los riesgos del negocio.

Como es mencionado, COBIT 5 y, partiendo de su objetivo ayuda a las empresas a crear el valor óptimo desde IT manteniendo el equilibrio entre la generación de beneficios y la optimización de los niveles de riesgo y el uso de recursos, permitiendo a las TI ser gobernadas y gestionadas de un modo holístico para toda la empresa, abarcando al negocio completo de principio a fin y las áreas funcionales de responsabilidad de TI, considerando los intereses relacionados con TI de las partes interesadas internas y externas. (ISACA, 2012)

COBIT 5 se basa en cinco principios claves para el gobierno y la gestión de las TI empresariales: (Ver Ilustración 9)



**Ilustración 9 Principios de COBIT 5, elaboración propia.**

### **Principio 1. Satisfacer las Necesidades de las Partes Interesadas**

- 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. Dado que toda empresa tiene objetivos diferentes, una empresa puede personalizar COBIT 5 para adaptarlo a su propio contexto mediante la cascada de metas, traduciendo metas corporativas de alto nivel en otras metas más manejables, específicas, relacionadas con TI y mapeándolas con procesos y prácticas específicos. (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. (ISACA,2012)

#### *Catalizadores de Gobierno*

- Los catalizadores de gobierno son los recursos organizativos para el gobierno, tales como marcos de referencia, principios, estructuras, procesos y prácticas, a través de los que o hacia los que las acciones son dirigidas y los objetivos pueden ser alcanzados. Los catalizadores también incluyen los recursos corporativos – por ejemplo, capacidades de servicios (infraestructura TI, aplicaciones, etc.), personas e información. Una falta de recursos o catalizadores puede afectar a la capacidad de la empresa de crear valor.(ISACA,2012)

#### *Alcance de Gobierno*

- El gobierno puede ser aplicado a toda la empresa, a una entidad, a un activo tangible o intangible, etc. Es decir, es posible definir diferentes vistas de la empresa a la que se aplica el gobierno, y es esencial definir bien este alcance del sistema de gobierno. El alcance de COBIT 5 es la empresa – pero en esencia, COBIT 5 puede tratar con cualquiera de las diferentes vistas.(ISACA,2012)

#### *Roles, Actividades y Relaciones*

- Un último elemento son los roles, actividades y relaciones de gobierno. Definen quién está involucrado en el gobierno, como se involucran, lo que hacen y cómo interactúan, dentro del alcance de cualquier sistema de gobierno. En COBIT 5, se hace una clara diferenciación entre las actividades de gobierno y de gestión en los dominios de gobierno y gestión, así como en la interconexión entre ellos y los actores implicados.(ISACA,2012)

### **Principio 3 Agregar 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. Los catalizadores se definen en líneas generales como cualquier cosa que puede ayudar a conseguir las metas de la empresa. (ISACA, 2012)

- El marco de trabajo COBIT 5 define siete categorías de catalizadores los cuales se mencionan a continuación:
  - 1) **Principios, políticas y marcos de referencia:** Son el vehículo para traducir el comportamiento deseado en guías prácticas para la gestión del día a día.
  - 2) **Procesos:** Describen un conjunto organizado de prácticas y actividades para alcanzar ciertos objetivos y producir un conjunto de resultados que soporten las metas generales relacionadas con TI.
  - 3) **Estructuras organizativas:** Son las entidades de toma de decisiones clave en una organización.
  - 4) **Cultura, ética y comportamiento de los individuos y de la empresa:** Son muy a menudo subestimados como factor de éxito en las actividades de gobierno y gestión.
  - 5) **Información:** Impregna toda la organización e incluye toda la información producida y utilizada por la empresa. La información es necesaria para mantener la organización funcionando y bien gobernada, pero a nivel operativo, la información es muy a menudo el producto clave de la empresa en sí misma.
  - 6) **Los servicios, infraestructuras y aplicaciones:** Incluyen la infraestructura, tecnología y aplicaciones que proporcionan a la empresa, servicios y tecnologías de procesamiento de la información.
  - 7) **Las personas, habilidades y competencias:** Están relacionadas con las personas y son necesarias para poder completar de manera satisfactoria todas las actividades y para la correcta toma de decisiones y de acciones correctivas.

## Dimensiones de los Catalizadores

Las cuatro dimensiones comunes de los catalizadores son:

- **Grupos de interés:** Cada catalizador tiene grupos de interés (partes que juegan un rol activo y/o tienen un interés en el catalizador). Por ejemplo, los procesos tienen diferentes Metas que realizan actividades y/o tienen un interés en los resultados del proceso; las estructuras organizativas tienen grupos de interés, que son parte de las estructuras.

Los grupos de interés pueden ser internos o externos a la empresa, cada uno de ellos con sus propias necesidades e intereses, algunas veces contrarios entre sí. Las necesidades de los grupos de interés se traducen en metas corporativas, que a su vez se traducen en objetivos de TI para la empresa.

- **Metas:** Cada catalizador tiene varias metas, y los catalizadores proporcionan valor por la consecución de dichas metas. Las metas pueden ser definidas en términos de:

- Resultados esperados del catalizador.
- Aplicación u operación del catalizador en sí mismo.

Las metas pueden ser divididas a su vez en diferentes categorías:

- **Calidad intrínseca:** Medida en que los catalizadores trabajan de manera precisa, objetiva y proporcionan resultados precisos, objetivos y de confianza.
- **Calidad contextual:** Medida en que los catalizadores y sus resultados son aptos para el propósito dado el contexto en el que operan. Por ejemplo, los resultados deben ser relevantes, completos, actuales, apropiados, consistentes, comprensibles y fáciles de usar.
- **Accesibilidad y seguridad:** Medida en que los catalizadores y sus resultados son accesibles y seguros, tales como:
  - Los catalizadores están disponibles cuando, y si, se necesitan.
  - Los resultados son asegurados, es decir, el acceso está restringido a aquellos autorizados y que lo necesitan.

- **Ciclo de vida:** Cada catalizador tiene un ciclo de vida, desde el comienzo pasando por su vida útil / operativa hasta su eliminación. Esto aplica a información, estructuras, procesos, políticas, etc. Las fases del ciclo de vida consisten en:

- Planificar (incluye el desarrollo y selección de conceptos)

- Diseñar
- Construir / adquirir / crear / implementar
- Utilizar / operar
- Evaluar / monitorizar
- Actualizar / eliminar

• **Buenas prácticas:** Para cada uno de los catalizadores, se pueden definir buenas prácticas. Las buenas prácticas soportan la consecución de los objetivos del catalizador y proporcionan ejemplos y sugerencias sobre cómo implementar de la mejor manera el catalizador y qué productos o entradas y salidas son necesarias.

COBIT5 proporciona ejemplos de buenas prácticas para algunos catalizadores proporcionados por COBIT 5 (por ejemplo, procesos). Para otros catalizadores, se puede usar como guías, otros estándares, marcos de referencia, entre otros.

### **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. (ISACA, 2012)

#### ***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.

#### ***Gestión***

- La gestión planifica, construye, ejecuta y controla actividades alineadas con la dirección establecida por el cuerpo de gobierno para alcanzar las metas empresariales.

Basado en su última publicación COBIT 5 no es prescriptivo, pero sí defiende que las empresas implementen procesos de gobierno y de gestión de manera que las áreas fundamentales estén cubiertas, tal y como se muestra en la ilustración 10:

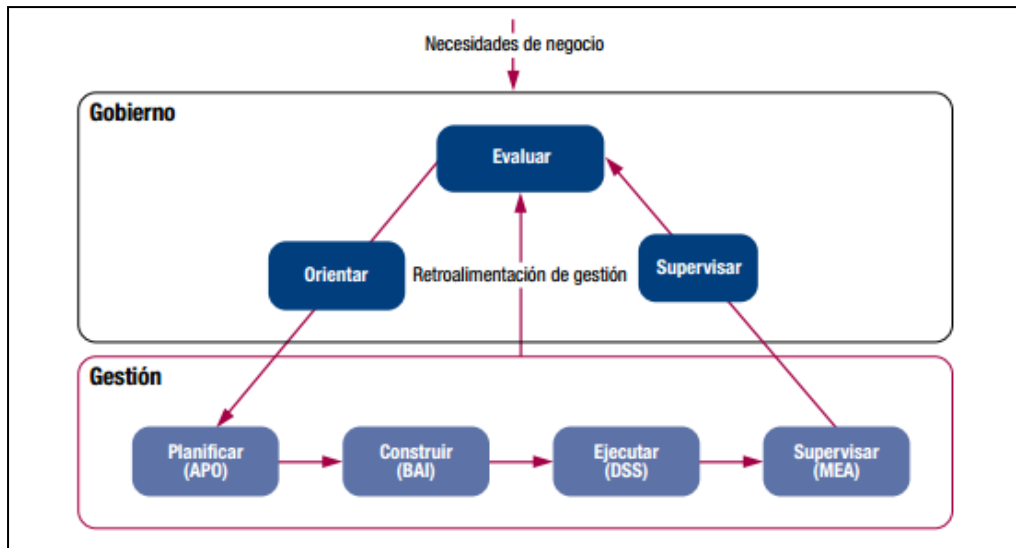


Ilustración 10 Necesidades de negocio Gobierno – Gestión, ISACA, 2012

## 2.7 Fundamentos de MoProSoft

En 2002 el gobierno mexicano, lanzó una convocatoria de propuestas para crear un modelo de referencia del proceso que acumularía hasta al día de su creación un conjunto de las mejores prácticas en la industria de desarrollo de software del país.

El objetivo fundamental de ProSoft es evaluar 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).

En el programa ProSoft 1.0 se manejaban las siguientes siete estrategias:

1. Promover exportaciones y la atracción de inversiones
2. 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

Dentro de la estrategia seis se han desarrollado MoProSoft.

La propuesta sobre la generación de un modelo de procesos de la estrategia seis del ProSoft, fue desarrollada en conjunto con la Universidad Nacional Autónoma de

México (UNAM), la Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería de Software (AMCIS) y la Secretaría de Economía, bajo la coordinación de la Dra. Hanna Oktaba.

Para el tercer trimestre de 2005 MoProSoft se convirtió en la norma mexicana NMX-I- 059- NYCE - 2005 - Desarrollo y mantenimiento de procesos Modelo de referencia y modelo de evaluación - Tecnología de la Información - Software.

Esta norma mexicana se compone de cuatro partes:

- Parte 01: Conceptos y definición de productos.
- Parte 02: Los requisitos de proceso (MoProSoft).
- Parte 03: Directrices para la aplicación de procesos.
- Parte 04 Principios de evaluación (EvalProSoft).

La última versión de MoProSoft es la denominada versión coloreada por niveles de capacidades.

Las partes coloreadas del modelo sugieren un orden de implementación de las prácticas de los procesos de MoProSoft partiendo de las prácticas básicas correspondientes al nivel 1 e incorporando las que corresponden a niveles más avanzados. La correspondencia entre los niveles de capacidades de procesos y los colores se muestra en la tabla 9 (Dávila Muñoz, 2008).

<b>Nivel</b>	<b>Capacidad de proceso</b>	<b>Color</b>
<b>1</b>	Realizado	Amarillo
<b>2</b>	Gestionado	Azul
<b>3</b>	Establecido	Verde
<b>4</b>	Predecible	Rosa
<b>5</b>	Optimizado	Ninguno

**Tabla 9 Niveles de capacidad de proceso MoProSoft, fuente propia.**

Dentro de su objetivo principal y principales características resaltan las siguientes:

- 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).

- 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).
- En la medida que las tecnologías de la información (TI) influyen no sólo en la productividad de las empresas sino en un gran número de factores que determinan la competitividad de un país, se ha demostrado que existe una relación positiva y contundente entre ambas variables, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo. El Banco Mundial ha concluido que las compañías que utilizan las TIC crecen más rápido, invierten más, son más productivas y más rentables que las que no las usan. (Torres Garibay, 2014).

El modelo de procesos (MoProSoft) tiene tres categorías de procesos: Alta Dirección, Gestión y Operación, en donde a su vez se dividen en gestiones en las que reflejan la estructura de una organización (Ver Ilustración 11):

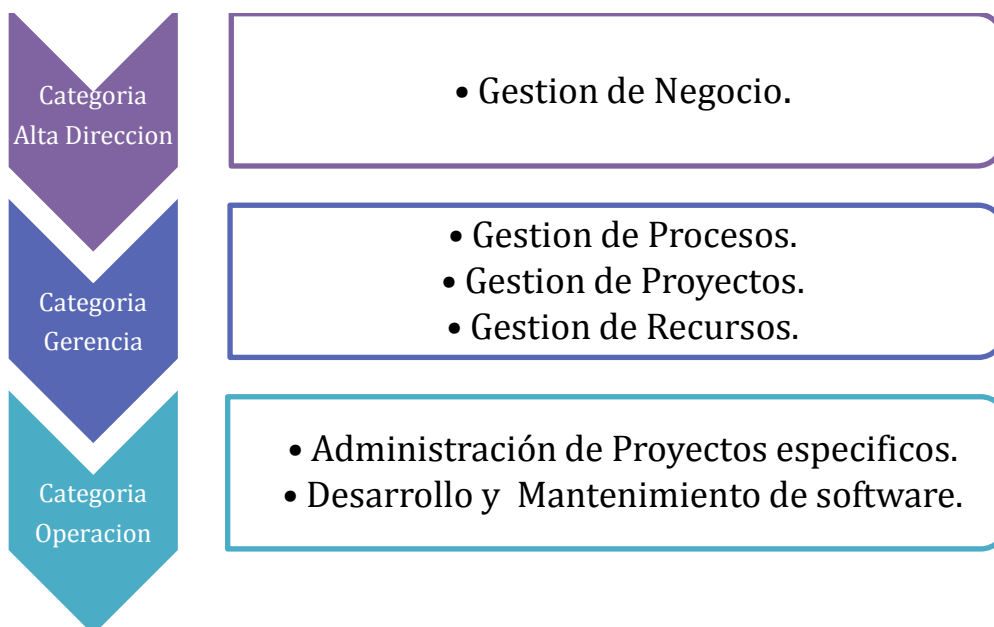


Ilustración 11 Categorías de Procesos, elaboración Propia.

## **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)

## **Categorías de Gestión**

### **Gestión de Negocio**

- 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 (Oktaba, 2005).
- 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**

- Establecer los procesos de la organización, en función de los Procesos Requeridos identificados en el Plan Estratégico. Así como definir, planear, e implantar las actividades de mejora en la misma Gestión de Proyectos (Oktaba, 2005).
- Asegurar que los proyectos contribuyan al cumplimiento de los objetivos y estrategias de la organización (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

- 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.
  - **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

- Establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados.

## Desarrollo y Mantenimiento de Software

- Es la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software nuevo o modificado cumpliendo con los requerimientos especificados.

## 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 continua**

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).

#### **2.7.1 Proceso de desarrollo y mantenimiento de Software en MoProSoft.**

El proceso de desarrollo y mantenimiento de software de MoProSoft contiene diferentes secciones que permiten definir las actividades y productos propios del

tratamiento del software. Para identificarlos se deben de analizar las diferentes fases de un ciclo de desarrollo y mantenimiento de software en MoProSoft para la realización sistemática y calidad de productos de software. Dichas fases son:

- **Inicio y Requerimientos:** Es importante lograr un entendimiento y compromiso claro entre los miembros del equipo de trabajo y los empresarios y usuarios, definiendo las necesidades del cliente. Asimismo, se deben establecer los roles, practicas y actividades que efectuaran durante el desarrollo y/o mantenimiento del software, además de utilizar las guías establecidas para cada una de las actividades.
- **Análisis y diseño:** Se debe considerar el estudio de los requerimientos obtenidos en la fase de requerimientos, que servirá como base para producir la estructura y arquitectura de los componentes de software. Es necesario, generar una buena descripción del problema para tomarlo como base para la construcción.
- **Construcción:** Se realizan los diferentes productos de software que se describieron en la fase de análisis y diseño, además de realizar las pruebas unitarias de cada producto que se genere durante el desarrollo de la construcción.
- **Cierre:** Se realiza la recopilación de todos los documentos y productos de software generados e integrados en la configuración de software con el fin de poder ser entregados. Asimismo, se deben anotar las lecciones aprendidas, reporte de mejoras y reporte de mediciones, para su análisis y ejecución en proyectos futuros.

MoProSoft proporciona un proceso de desarrollo y mantenimiento de software que no particulariza en sistemas de información donde su principal componente sea la base de datos, por tal motivo, considera que los componentes de base de datos deben ser integrados dentro del modelo para incrementar el nivel de operación de los usuarios de MoProSoft donde la base de datos sea el principal componente del sistema.

## **2.8 Verificación y validación de software (V&V)**

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).

Una de las actividades que implican V & V, es la realización de pruebas de diversos aspectos.

Existen dos tipos diferentes de pruebas:

#### **Las pruebas de defectos:**

- Buscan las inconsistencias entre un programa y su especificación.
- Las pruebas se diseñan para buscar los errores en el código.
- Demuestran la presencia, y no la ausencia, de defectos

#### **Las pruebas estadísticas:**

- Buscan demostrar que satisface la especificación operacional y su fiabilidad.
- Se diseñan para reflejar la carga de trabajo habitual.
- Sus resultados se procesan estadísticamente para estimar su fiabilidad (contando el número de caídas del sistema) y sus tiempos de respuesta.

Dado que las pruebas del sistema aseguran que los requerimientos se cumplen, deben de validar de modo sistemático cada requerimiento. Se requiere una escritura de pruebas considerable para la validación de cada requerimiento. Entre los tipos de pruebas a emplear se encuentran las siguientes (Drake y López, 2009).

- **Prueba de interfaz:** Muchas fallas de aplicaciones se deben a problemas con las interfaces, por lo que es recomendable la aplicación de estas pruebas.
- **Prueba del sistema:** La prueba del sistema es la culminación de las pruebas de integración. Consiste en pruebas que validan la aplicación completa, contra sus requerimientos.
- **Prueba de utilidad:** Una buena interfaz puede mejorar mucho el valor de una aplicación. La prueba de utilidad valida la aceptación de la aplicación por los usuarios.
- **Prueba para los requerimientos de interfaz de usuario:** La tarea principal es asegurar que la aplicación satisface los requerimientos establecidos.
- **Pruebas de instalación:** El hecho de que se haya probado la aplicación en el entorno propio no asegura que trabaje de manera apropiada. La prueba de instalación consiste en probar la aplicación en su configuración de hardware final. Esto implica instalar la aplicación en su entorno meta, después de ejecutar el conjunto de pruebas del sistema.

- **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).

- **Pruebas de defectos:** Las pruebas de defecto consisten en detectar los defectos latentes de un sistema de software antes de entregar el producto. Una prueba de defectos exitosa es aquella que descubre un fallo, esto es, un comportamiento contrario a la especificación.(Drake y López, 2009).

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

La administración de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas, a las actividades del proyecto; con el fin de satisfacer o superar las necesidades de las partes interesadas (stakeholders) y los requerimientos de un proyecto (PMI, 2008)

Por ejemplo, el hecho de dirigir un proyecto: implica identificar requisitos, abordar necesidades e inquietudes de los interesados y equilibrar las restricciones de alcance, calidad, cronograma, presupuesto, recursos, riesgos, adquisiciones, comunicación e integración; entre muchas otras acciones.

La administración de proyectos es realizada a través de la aplicación e integración de los pasos de administración de proyectos de inicio, planeación, ejecución, control y monitoreo y cierre.

### **Ciclo de Vida de un Proyecto**

Tomando como base la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos con siglas en inglés (PMBOK) se identifican cinco grupos de procesos, que no son secuenciales y que constituyen el ciclo de vida del proyecto, estos procesos son:

- El proceso de inicio, donde se autoriza el proyecto, se identifica la necesidad y se describe.
- El proceso de planeación, donde se definen los objetivos, se selecciona la mejor alternativa para dirigir el proyecto y alcanzar sus objetivos.
- El proceso de ejecución, donde se coordina a la gente o a otros recursos para llevar a cabo el plan.
- El proceso de control y monitoreo, donde nos aseguramos que los objetivos del proyecto se realicen monitoreándolos y haciendo mediciones del proceso para identificar variaciones de nuestro plan y tomar acciones correctivas en caso de ser necesario.
- El proceso de cierre, donde se formaliza la aceptación del proyecto y se lleva a un término ordenado.

La definición de proyecto y administración de proyectos vistas anteriormente son muy generales y aplicables a cualquier tipo de proyecto, en nuestro caso nos enfocaremos en los proyectos de software y en la administración de proyectos de software (Torres Castillo, 2008).

## **Proyecto de Software**

Un proyecto de software crea productos o servicios que además de ser únicos poseen las siguientes características, que los hacen diferentes del resto de los proyectos:

- Invisibilidad, el progreso en este tipo de proyectos no es visible inmediatamente.
- Complejidad, los productos de software son más complejos que otros productos generados por otros tipos de proyectos, porque se trata de productos intangibles.
- Conformidad, los desarrolladores de software deben cumplir con requerimientos poco claros y muchas veces incompletos por parte de los clientes, porque en muchas ocasiones ni el cliente tiene claro lo que quiere y lo que necesita.
- Flexibilidad, los sistemas de software son propensos a sufrir grandes cambios.

Estas características traen consigo una serie de problemas que se deben tomar en cuenta al momento de administrar este tipo de proyectos, estos problemas los listamos a continuación:

- Malas estimaciones y planes mal elaborados.
- Falta de medidas y estándares de calidad
- Falta de orientación en la toma de decisiones en la organización
- Falta de técnicas para que el progreso del proyecto sea visible
- Mala o deficiente definición de roles
- Criterios de aceptación incorrectos
- Inadecuada especificación del trabajo
- Los administradores de proyectos ignoran a las tecnologías de la información
- Falta de conocimiento de las áreas de aplicación
- Falta de estándares
- Falta de documentación actualizada
- Actividades con retraso
- Falta de comunicación entre los desarrolladores técnicos y los usuarios
- Falta de comunicación con el líder de proyectos, lo que puede provocar trabajo duplicado

- Falta de compromiso
- Mala definición del alcance por parte de los expertos técnicos
- Cambios en los requisitos
- Cambios al ambiente de software
- Presión para tener una fecha límite
- Falta de control de calidad
- Administración remota
- Falta de capacitación

Muchos de estos problemas son originados por falta de comunicación entre el equipo de desarrollo y el usuario o entre el líder de proyecto y el equipo de trabajo. El origen del resto de los problemas es la falta de conocimiento en las áreas de TI (Tecnologías de la Información) lo que provoca una mala implementación de estas técnicas y tecnologías.

La principal característica diferenciadora de los proyectos de software comparado con otros tipos de proyectos, es que el software no tiene propiedades físicas observables; lo que produce connotaciones tanto positivas como negativas.

En el lado positivo, la intangibilidad de software hace posible que en comparación con otros proyectos en los que se obtienen productos físicos; se puede dar rápida respuesta a las necesidades cambiantes de los usuarios.

Mientras que en el lado negativo, los cambios deben ser cuidadosamente administrados; puesto que de lo contrario, las expectativas de los clientes y de otros interesados pueden verse abrumadas con las restricciones del cronograma, la calidad y el presupuesto (PMI, 2013).

El software es un producto directo de los procesos del pensamiento de los individuos que participan en el desarrollo de una obra intelectual o innovadora realizada en equipo.

Si bien es cierto que todos los ingenieros realizan trabajo intelectual en equipo, el hecho de que el software sea desarrollado y modificado sin las limitaciones de intervención de los medios físicos o de los procesos de fabricación, hace la diferencia entre la ingeniería de software y otras disciplinas de ingeniería.

En consecuencia, muchos de los procedimientos y técnicas utilizados en la administración de proyectos de software están orientados a facilitar la comunicación y coordinación entre los miembros del equipo que participan estrecha e intelectualmente.

Otro punto a considerar, es que la falta de propiedades físicas del software, también crea retos en la observación del estado actual del producto, complicando a su vez el seguimiento del proyecto de software.

Los enfoques tradicionales, tales como utilizar las Estructuras de Desglose de Trabajo (EDT), calendarios y reportes de valor ganado están diseñadas para adaptarse a las necesidades del software y pueden ser complementadas con otras técnicas; tales como el desarrollo iterativo y las demostraciones y entregas de software frecuentes (PMI, 2013).

La estimación precisa de costos y calendario es difícil para cualquier tipo de proyectos; pero es particularmente más complicada para los proyectos de software debido a varias razones:

1. El software es desarrollado y modificado por las actividades de trabajo intelectual de los creadores.
2. La productividad individual de los desarrolladores de software varía ampliamente (en cantidad y calidad del trabajo).
3. Los requisitos en que se basan las estimaciones son a menudo pobremente definidos.
4. La evolución continua de la tecnología puede hacer que los datos históricos sean erróneos para los nuevos proyectos.

Es por esto que los métodos modernos para el ciclo de vida de desarrollo de software, tienden a centrarse en el desarrollo incremental del producto, para que el balance entre el calendario, el presupuesto, la funcionalidad y calidad, pueda ser continuamente ajustado. De esta forma, el progreso del proyecto también es monitoreado de forma continua.

Cada proyecto de software es un esfuerzo único y su replicación también es única.

La replicación de artefactos físicos de otros tipos de proyectos no es así; por lo que siempre existe un alto grado de incertidumbre adicional en los proyectos de software. Además de la incertidumbre en la creación de un producto de software nuevo y diferente, se crea un desafío para los directores de proyectos de software con respecto al manejo de cambios y el manejo de riesgos.

Otro factor importante por mencionar, es que el desarrollo de nuevo software, o la modificación de software existente, algunas veces requieren incorporar o reutilizar otros componentes; los cuales deben ser modificados o configurados en diferente forma; por lo que se debe realizar un esfuerzo significativo para integrarlo y/o combinarlo con los atributos y características de calidad especificados.

Los proyectos de software son difíciles respecto a otros proyectos; ya que el software es parte de un sistema mayor o se relaciona e interactúa con otros sistemas. El software como entidad independiente es inútil, requiere de dispositivos físicos digitales; por lo que el administrador de proyectos debe tener en cuenta el contexto y las limitaciones de esos otros sistemas en el que será desarrollado, implementado y utilizado (PMI, 2013).



Así bien, se ha visto que los proyectos de software tienen múltiples características que los hacen diferentes a otros tipos de proyectos, por lo que también la Administración de Proyectos de Software también debe ser “distinta”.

De acuerdo con Hughes y Cotterall, el administrar un proyecto de software puede ser percibido como el proceso de hacer visible lo que es invisible. La Administración de Proyectos de Software debe adaptar los métodos de administración general (aplicable a cualquier proyecto) según le convenga y además debe incluir aquellos aspectos que sólo atañen a los proyectos de software (Hughes & Cotterall, 2009).

### **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.

### **Proceso de Control**

El desenvolvimiento del proyecto debe ser medido regularmente para identificar variaciones con respecto al plan.

### **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.

Por lo tanto la administración de proyectos de software es “la aplicación del conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas para planear las actividades que satisfagan los requisitos de un proyecto de software”.

## 2.10 Calidad

“Calidad”, es fácilmente entendida como “aquello que satisface las necesidades de los consumidores, en relación de lo que éstos buscan”, pero es cierto que no podemos encontrar una definición general y que debemos de verla como una cualidad y propiedad inherente de las cosas, que permite que estas sean comparadas; ya que se trata de una apreciación subjetiva (P.B. Crosby, 2011).

La calidad es una entidad alcanzable, medible y rentable que puede ser incorporada, una vez que se desee hacerlo, se entienda y se está preparado para un arduo trabajo. La calidad es cumplir con los requisitos y éstos deben definirse con claridad de modo que no puedan mal interpretarse, la calidad no significa excelencia, lujo, brillo o peso, los problemas de calidad se convierten en problemas de incumplimiento con los requisitos. (P.B. Crosby, 2011)

El costo de calidad es lo que se gasta por hacer las cosas mal. Es el desperdicio, el volver a hacer las cosas, el dar servicio, la garantía, la inspección, las pruebas y actividades similares que se hacen necesarias debido a los problemas por no cumplir con los requisitos.

Calidad es por lo tanto hacer bien las cosas desde la primera vez por ésta misma definición se deduce que la calidad es reductora de costos.

Un sistema de calidad tiene como objetivo el satisfacer al cliente logrando que la calidad de los productos o servicios no sean un excepción sino una práctica constante resultado de armonizar adecuadamente las actividades de toda la empresa. El medio ambiente de un sistema de calidad son: las necesidades del cliente, el avance tecnológico, la competencia, el cambio de normas y estándares de aseguramiento de la calidad (P.B. Crosby, 2011).

Los recursos de un sistema de calidad son: el personal de la empresa, materia prima, herramientas y maquinaria, recursos monetarios entre otros.

Los componentes de un sistema de calidad son todos aquellos procedimientos, políticas y responsabilidades que describen y definen cada una de las actividades que se llevan a cabo en una empresa (P.B. Crosby, 2011).

La administración de un sistema de calidad es aquella que establece cada uno de los objetivos y medidas de los procesos que se ejecutan en una empresa, asigna recursos y controla la actuación del sistema.

Un sistema de calidad se define como el conjunto de procedimientos, políticas y responsabilidades que utilizan todos los recursos disponibles para lograr que un producto o servicio cumpla o excedan consistentemente con las expectativas (P.B. Crosby, 2011).

## Calidad de software

“La calidad del software no comprende el término de producto final”, ya que éste implica un proceso y ciclo de vida a un mayor en donde la calidad debería de estar marcada en cada proceso del ciclo de vida del mismo.

Definición IEEE, Std 610-1900. La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario.

La descripción de la calidad de McCall comprende al producto final así como una aserie de factores y la relación jerárquica de estos, desde el punto de vista del usuario final, básicamente son factores externos, que resultan poco medibles, sin embargo también incluye criterios entre los factores que pueden identificarse como medibles.

En cualquiera de estas situaciones es muy importante contar con una metodología de desarrollo de software y tener conocimientos de la calidad del software.

No existe definición exacta de calidad, ya que al igual que muchos conceptos como el bien, el mal, dependen de la regla con que se mida, siendo la razón por la cual las definiciones de calidad formales, son hechas en función de un conjunto de atributos que valoran un tema, objeto o proceso dado; muchos de ellos difíciles de evaluar y definir en determinado momento.

En general existen varias maneras de definir calidad, algunas se orientan al aspecto cuantitativo, adecuado al refrán que reza “lo que no se puede medir, no se puede controlar”, por lo cual se intenta establecer un patrón de calidad (bueno o malo) en función de mediciones métricas que se hacen a los productos de software a partir de atributos. La siguiente definición es establecida por la norma 2186 del Departamento de la Defensa de los Estados Unidos.

Los atributos se definen básicamente en tres características de un producto:

- Operación, Adaptabilidad y Mantenimiento, las cuales son obtenidas midiendo cada uno de los atributos del producto por medio de pruebas, que generan las métricas del producto.

Otras definiciones introducen el concepto de cero defectos, es decir, un producto no puede producir un error en su operación ó bien presentan más atención al proceso bajo el cual es concebido, como la de IEEE.

En general la calidad de un producto cualquiera es calificado desde varios puntos de vista: el fabricante, el consumidor, el vendedor, etc. por lo que es necesario establecer el medio ambiente del que está rodeado independientemente del tipo de organización.

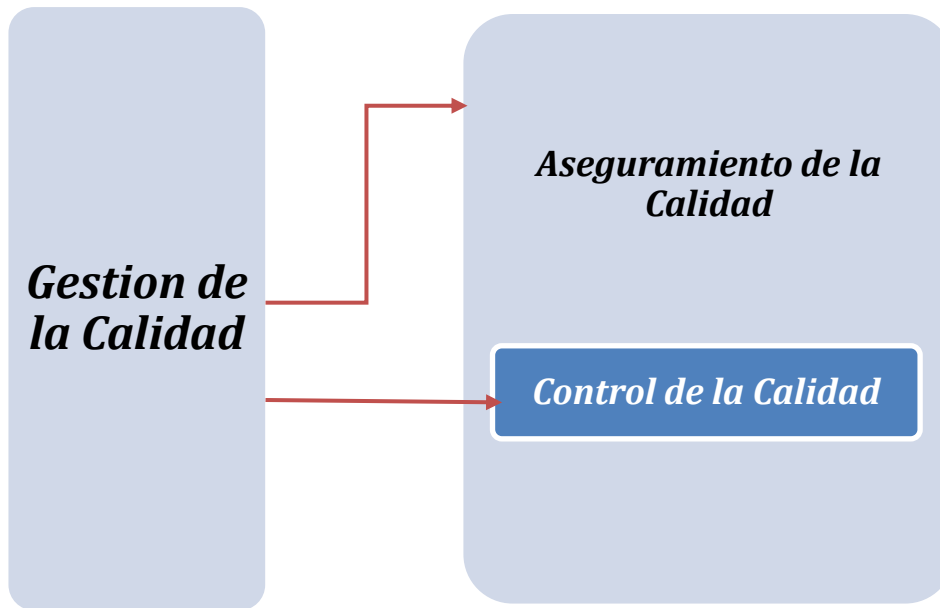


Ilustración 12 Componentes de calidad de software, adaptación de Aseguramiento de la calidad de software.

### **Gestión de la calidad del software**

Es el conjunto de actividades de la dirección que define la calidad, los objetivos y las responsabilidades, se basa en la determinación y aplicación de las políticas de calidad de la empresa.

Dentro de la gestión de la calidad se observa:

Gestión de la calidad de software (ISO 9000): Conjunto de actividades de la función general de la dirección que determina la calidad, los objetivos y las responsabilidades y se implanta por medios tales como la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento (garantía) de la calidad y la mejora de la calidad, en el marco del sistema de calidad

El propósito de la gestión de la calidad del software es entender las expectativas del cliente en términos de calidad, poner en práctica un plan proactivo para satisfacer estas expectativas (Jiménez Cano, 2013).

## **Aseguramiento de la calidad del software**

Se enfoca en identificar todos y cada uno de los errores o defectos que puedan afectar el software, si dichos errores se pueden identificar en el principio del proceso las características del diseño se pueden especificar de modo que se eliminarán o controlarán los peligros potenciales, al corregir errores al principio de cada proceso se reducen costos, esfuerzo y tiempo (Jiménez Cano, 2013).

La confianza de la empresa y del cliente se basa principalmente en la satisfacción, otro punto que trata es el costo que puede implementar un cambio a ciertas características del producto y con esto determinar la calidad de nuestro producto.

Las actividades para el aseguramiento de calidad del software se detallan en:

- Métricas de software para el control del proyecto.
- Verificación y validación del software a lo largo del ciclo de vida (Incluye las pruebas y los procesos de revisión e inspección).
- La gestión de la configuración del software.

Algunos métodos del aseguramiento:

- Revisiones técnicas y de gestión (su objetivo es la evaluación).
- Inspección (su objetivo es la verificación). ¿Estamos construyendo el producto correcto?
- Pruebas (su objetivo es la validación). ¿Estamos construyendo el producto correctamente?
- Auditorias (su objetivo es la confirmación del cumplimiento).

Mientras el software que se desarrolla cumpla y reúna los requerimientos además de que su desempeño sea el esperado, es preciso que se supervisen las actividades del desarrollo en distintas oportunidades durante cada fase del ciclo de vida del software. Este es el papel de Aseguramiento de la Calidad (Jiménez Cano, 2013).

## Control de la calidad del software.

En la ingeniería del Software el control de la calidad contempla la funcionalidad de asegurar que los procedimientos y normas son seguidos por el equipo de desarrollo de software.

El control de la calidad del software está centrado en dos objetivos fundamentales:

- Mantener bajo control un proceso.
- Eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida.

En general, se puede decir que el control de de la calidad del software son las actividades para evaluar la calidad de los productos desarrollados.

Las estrategias de trabajo se representan como se muestra a continuación:

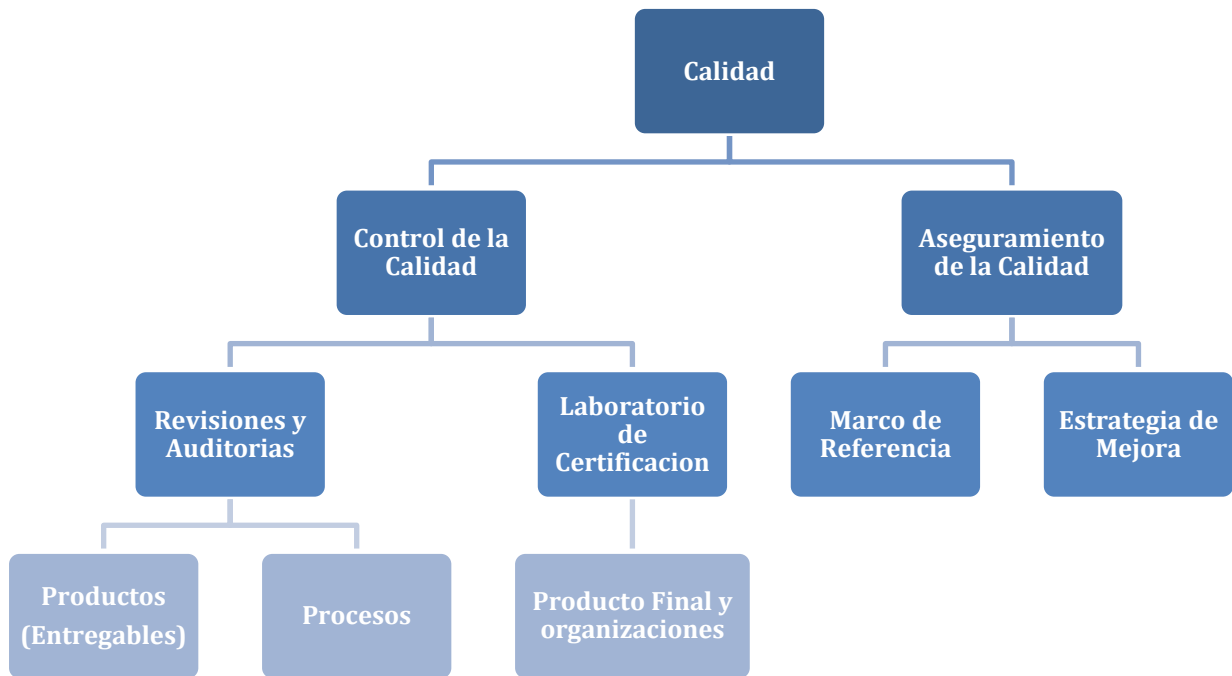


Ilustración 13 Representación de las estrategias de trabajo, elaboración propia.

Los sistemas de tecnología desempeñan un papel importante en las funciones más generales de una empresa; si hablamos de una empresa dedicada al desarrollo de las tecnologías, la responsabilidad crece al ofrecer sus servicios a terceras personas, y una de las mejores maneras de demostrar, comprobar o avalar la calidad de los productos es en base a las certificaciones (Jiménez Cano, 2013).

Vigilar el proceso de desarrollo del software implica asegurar que se siguen los procedimientos y los estándares de garantía de calidad, se comprueba que las entregas cumplan los estándares definidos, al final de cada proceso y revisar el producto este debe de cumplir producto con los requerimientos del cliente (Jiménez Cano,2013)

## **Principios de la gestión de la calidad según ISO 9000: 2000**

Los ocho principios de la gestión de la calidad identificados para lograr los objetivos de la calidad, según "ISO 9000:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y vocabulario." son:

### **Enfoque al cliente**

- Las organizaciones dependen de sus clientes y por la tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes (Anon, 2015).

### **Liderazgo**

- Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización (Anon, 2015).

### **Participación del personal**

- El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización (Anon, 2015).

### **Enfoque basado en procesos**

- Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso (Anon, 2015).



### **Enfoque de sistema hacia la gestión**

- Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos (Anon, 2015).

### **Mejora continua**

- La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta (Anon, 2015).

### **Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones**

- Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información (Anon, 2015).

### **Relación mutuamente beneficiosa con el proveedor**

- Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor (Anon, 2015).

## ***2. 11 Métodos ágiles de desarrollo y sus principios***

Tener metodologías diferentes para aplicar de acuerdo con el proyecto que se desarrolle resulta imprescindible teniendo en cuenta las necesidades cambiantes que tiene el entorno de desarrollo actual y el acelerado progreso de la informática a nivel mundial resulta una idea interesante. Estas metodologías pueden involucrar prácticas tanto de metodologías ágiles como de metodologías tradicionales. A continuación se describen las características de algunas de ellas (Acuña Brito, 2009).

### **Proceso Unificado de Desarrollo**

El Proceso Unificado de Desarrollo fue creado por el mismo grupo de expertos que crearon UML, Ivar Jacobson, Grady Booch y James Rumbaugh en el año 1998.

El objetivo que se perseguía con esta metodología era producir software de alta calidad, es decir, que cumpla con los requerimientos de los usuarios dentro de una planificación y presupuesto establecidos. Como se expresaba anteriormente, esta metodología concibió desde sus inicios el uso de UML como lenguaje de modelado (Acuña Brito, 2009).

Es un proceso dirigido por casos de uso, este avanza a través de una serie de flujos de trabajo (requisitos, análisis, diseño, implementación, prueba) que parten de los casos de uso; está centrado en la arquitectura y es iterativo e incremental (Díaz Antón y Pérez, recuperado marzo 2016)

Además cubre el ciclo de vida de desarrollo de un proyecto y toma en cuenta las mejores prácticas a utilizar en el modelo de desarrollo de software.

A continuación se muestran estas prácticas.

- Desarrollo de software en forma iterativa.
- Manejo de requerimientos.
- Utiliza arquitectura basada en componentes.
- Modela el software visualmente.
- Verifica la calidad del software.
- Controla los cambios.

Para apoyar el trabajo con esta metodología ha sido desarrollada por la Compañía norteamericana Rational Corporation la herramienta CASE (Computer Assisted Software Engineering) Rational Rose en el año 2000. Esta herramienta integra todos los elementos que propone la metodología para cubrir el ciclo de vida de un proyecto.

### **Microsoft Solution Framework (MSF)**

MSF es una metodología desarrollada por Microsoft Consulting Services en conjunto con varios grupos de negocios de Microsoft y otras fuentes de la industria. MSF provee los principios, modelos y disciplinas para un correcto desarrollo de proyectos en cualquier plataforma (Linux, Citrix, Microsoft, Unix).

Esta es una metodología flexible e interrelacionada con una serie de conceptos, modelos y prácticas de uso, que controlan la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos. MSF se centra en los modelos de proceso y de equipo dejando en un segundo plano las elecciones tecnológicas (Acuña Brito, 2009).

MSF tiene las siguientes características:

**Adaptable:** es parecido a un compás, usado en cualquier parte como un mapa, del cual su uso es limitado a un específico lugar.

**Escalable:** puede organizar equipos tan pequeños entre 3 o 4 personas, así como también, proyectos que requieren 50 personas a más.

**Flexible:** es utilizada en el ambiente de desarrollo de cualquier cliente.

**Tecnología Agnóstica:** porque puede ser usada para desarrollar soluciones basadas sobre cualquier tecnología.

MSF se compone de varios modelos encargados de planificar las diferentes partes implicadas en el desarrollo de un proyecto: Modelo de Arquitectura del Proyecto, Modelo de Equipo, Modelo de Proceso, Modelo de Gestión del Riesgo, Modelo de Diseño de Proceso y finalmente el modelo de Aplicación (Acuña Brito, 2009).

Aplicando esta metodología todo proyecto es separado en cinco principales fases:

- Visión y Alcances.
  - Planificación.
  - Desarrollo.
  - Estabilización.
  - Implantación.
- 
- **Visión y Alcances:** trata uno de los requisitos fundamentales para el éxito del proyecto, la unificación del equipo detrás de una visión común. El equipo debe tener una visión clara de lo que quisiera lograr para el cliente y ser capaz de indicarlo en términos que motivarán a todo el equipo y al cliente. Se definen los líderes y responsables del proyecto, adicionalmente se identifican las metas y objetivos a alcanzar; estas últimas se deben respetar durante la ejecución del proyecto en su totalidad, y se realiza la evaluación inicial de riesgos del proyecto (Acuña Brito, 2009).
  - **Planificación:** Es en esta fase es cuando la mayor parte de la planeación para el proyecto es terminada. El equipo prepara las especificaciones funcionales, realiza el proceso de diseño de la solución, y prepara los planes de trabajo, estimaciones de costos y cronogramas de los diferentes entregables del proyecto (Acuña Brito, 2009).
  - **Desarrollo:** Durante esta fase el equipo realiza la mayor parte de la construcción de los componentes (tanto documentación como código), sin embargo, se puede realizar algún trabajo de desarrollo durante la etapa de estabilización en respuesta a los resultados de las pruebas. La infraestructura también es desarrollada durante esta fase (Acuña Brito, 2009).

### **Programación Extrema (Extreme Programming, XP)**

XP es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las

soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios. XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico (Acuña Brito, 2009).

Los principios y prácticas son de sentido común pero llevadas al extremo, de ahí proviene su nombre.

XP utiliza un técnica denominada Historias de Usuario es utilizada para especificar los requisitos del software. Se trata de tarjetas de papel en las cuales el cliente describe brevemente las características que el sistema debe poseer, sean requisitos funcionales o no funcionales (Acuña Brito, 2009).

## **Roles XP**

Los roles de acuerdo con la propuesta original de Beck son:

- Programador.
- Cliente.
- Encargado de pruebas (Tester).
- Encargado de seguimiento (Tracker).
- Entrenador (Coach).
- Consultor.
- Gestor (Big boss).

## **Proceso XP**

El ciclo de desarrollo consiste (a grandes rasgos) en los siguientes pasos:

1. El cliente define el valor de negocio a implementar.
2. El programador estima el esfuerzo necesario para su implementación.
3. El cliente selecciona qué construir, de acuerdo con sus prioridades y las restricciones de tiempo.
4. El programador construye ese valor de negocio.
5. Vuelve al paso 1.

En todas las iteraciones de este ciclo tanto el cliente como el programador aprenden. No se debe presionar al programador a realizar más trabajo que el estimado, ya que se perderá calidad en el software o no se cumplirán los plazos (Acuña Brito, 2009).

El ciclo de vida ideal de XP consiste de seis fases: Exploración, Planificación de la Entrega (Release), Iteraciones, Producción, Mantenimiento y Muerte del Proyecto (Acuña Brito, 2009).

## ICONIX

El proceso ICONIX se define como un proceso de desarrollo de software práctico. Está entre la complejidad de RUP y la simplicidad y pragmatismo de XP, sin eliminar las tareas de análisis y diseño que XP no contempla.

Es un proceso simplificado en comparación con otros procesos más tradicionales, que unifica un conjunto de métodos de orientación a objetos con el objetivo de abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto. ICONIX presenta claramente las actividades de cada fase y exhibe una secuencia de pasos que deben ser seguidos. Además, está adaptado a patrones y ofrece el soporte UML, dirigido por Casos de Uso y es un proceso iterativo e incremental (Acuña Brito, 2009).

Las tres características fundamentales de ICONIX son:

- Iterativo e incremental: varias interacciones ocurren entre el modelo del dominio y la identificación de los casos de uso. El modelo estático es incrementalmente refinado por los modelos dinámicos.
- Trazabilidad: cada paso está referenciado por algún requisito. Se define la trazabilidad como la capacidad de seguir una relación entre los diferentes artefactos producidos.
- Dinámica del UML: la metodología ofrece un uso dinámico del UML como los diagramas del caso de uso, diagramas de secuencia y de colaboración.

Las tareas que se realizan en la metodología ICONIX son:

- Análisis de requisitos
- Análisis y diseño preliminar
- Diseño
- Implementación

## Crystal Methodologies

Se trata de un conjunto de metodologías para el desarrollo de software caracterizadas por estar centradas en las personas que componen el equipo y la reducción al máximo del número de artefactos producidos. El desarrollo de software se considera un juego cooperativo de invención y comunicación, limitado por los recursos a utilizar. El equipo de desarrollo es un factor clave, por lo que se deben invertir esfuerzos en mejorar sus habilidades y destrezas, así como tener políticas de trabajo en equipo definidas. Estas políticas dependerán del tamaño del equipo, estableciéndose una clasificación por colores, por ejemplo Crystal Clear (3 a 8 miembros) y Crystal Orange (25 a 50 miembros) (Acuña Brito, 2009).

## Crystal Clear

Alistair Cockburn es el propulsor detrás de la serie de metodologías Crystal. Las mismas presentan un enfoque ágil, con gran énfasis en la comunicación, y con cierta tolerancia que la hace ideal en los casos en que sea inaplicable la disciplina requerida por XP. Crystal “Clear” es la encarnación más ágil de la serie y de la que más documentación se dispone. La misma se define con mucho énfasis en la comunicación, y de forma muy liviana en relación a los entregables. Crystal maneja iteraciones cortas con feedback frecuente por parte de los usuarios/clientes, minimizando de esta forma la necesidad de productos intermedios. Otra de las cuestiones planteadas es la necesidad de disponer de un usuario real aunque sea de forma para realizar validaciones sobre la interface del usuario y para participar en la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales del software (Acuña Brito, 2009).

Una cuestión interesante que surge del análisis de la serie Crystal es el pragmatismo con que se customiza el proceso. Las personas involucradas escogen aquellos principios que les resultan efectivos y mediante la aplicación de la metodología en diversos proyectos agregan o remueven principios en base al consenso grupal del equipo de desarrollo (Acuña Brito, 2009).

Los siete valores o propiedades de Crystal Clear son:

**1. Entrega frecuente:** Consiste en entregar software a los clientes con frecuencia, no solamente en compilar el código. La frecuencia dependerá del proyecto, pero puede ser diaria, semanal o mensual.

**2. Comunicación osmótica:** Todos juntos en el mismo cuarto. Una variante especial es disponer en la sala de un diseñador sénior; eso se llama Experto al Alcance de la Oreja. Una reunión separada para que los concurrentes se concentren mejor es descrita como El Cono del Silencio.

**3. Mejora reflexiva:** Tomarse un pequeño tiempo (unas pocas horas por algunas semanas o una vez al mes) para pensar bien qué se está haciendo, cotejar notas, reflexionar, discutir.

**4. Seguridad personal:** Hablar cuando algo molesta: decirle amigablemente al manager que la agenda no es realista, o a un colega que su código necesita mejorarse, o que sería conveniente que se bañase más seguido.

**5. Foco:** Saber lo que se está haciendo y tener la tranquilidad y el tiempo para hacerlo. Lo primero debe venir de la comunicación sobre dirección y prioridades, típicamente con el Patrocinador Ejecutivo. Lo segundo, de un ambiente en que la gente no se vea compelida a hacer otras cosas incompatibles.

**6. Fácil acceso a usuarios expertos.**

**7. Ambiente técnico:** Con una prueba automatizada, la administración de configuración e integración frecuente. Muchos equipos ágiles compilan e integran varias veces al día.

## **FDD**

FDD es un proceso diseñado por Peter Coad, Erich Lefebvre y Jeff De Luca y se podría considerar a medio camino entre RUP y XP, aunque al seguir siendo un proceso ligero (en mi opinión, si tenemos que distinguir entre pesado/ligero) es más similar a este último. FDD está pensado para proyectos con tiempo de desarrollo relativamente cortos (menos de un año). Se basa en un proceso iterativo con iteraciones cortas (2 semanas) que producen un software funcional que el cliente y la dirección de la empresa pueden ver y monitorizar (Acuña Brito, 2009).

Las iteraciones se deciden en base a features (de ahí el nombre del proceso) o funcionalidades, que son pequeñas partes del software con significado para el cliente. Así, construir el sistema de ventas es algo que requiere mucho tiempo, y construir el sistema de persistencia no tiene significado para el cliente, pero si lo tiene enviar pedido por e-mail (Acuña Brito, 2009).

Un proyecto que sigue FDD se divide en 5 fases:

1. Desarrollo de un modelo general
2. Construcción de la lista de funcionalidades
3. Plan de comunicación en base a las funcionalidades a implementar
4. Diseñar en base a las funcionalidades
5. Implementar en base a las funcionalidades

Las primeras tres fases ocupan gran parte del tiempo en las primeras iteraciones, siendo las dos últimas las que absorben la mayor parte del tiempo según va avanzando el proyecto, limitándose las primeras a un proceso de refinamiento.

El trabajo (tanto de modelado como de desarrollo) se realiza en grupo, aunque siempre habrá un responsable último (arquitecto jefe o jefe de programadores en función de la fase en que se encuentre), con mayor experiencia, que tendrá la última palabra en caso de no llegar a un acuerdo. Al hacerlo en grupo se consigue que todos formen parte del proyecto y que los menos expertos aprendan de las discusiones de los más experimentados, y al tener un responsable último, se asignan las responsabilidades que todas las empresas exigen (Acuña Brito, 2009).

Las funcionalidades a implementar en una release se dividen entre los distintos subgrupos del equipo, y se procede a implementarlas. Las clases escritas tienen propietario (es decir, solo quién las crea puede cambiarlas), es por ello que en el equipo que implementa una funcionalidad dada deberán estar todos los dueños de las clases implicadas, pudiendo encontrarse un programador en varios grupos, implementando distintas funcionalidades. Habrá también un programador jefe

(normalmente el más experimentado) que hará las funciones de líder del grupo que implementa esa funcionalidad (Acuña Brito, 2009).

En el proceso de implementar la funcionalidad también se contemplan como partes del mismo (en otros métodos se describen como actividades independientes) la preparación y ejecución de pruebas, así como revisiones del código (para distribuir el conocimiento y aumentar la calidad) e integración de las partes que componen el software.

FDD también define métricas para seguir el proceso de desarrollo de la aplicación, útiles para el cliente y la dirección de la empresa, y que pueden ayudar, además de para conocer el estado actual del desarrollo, a realizar mejores estimaciones en proyectos futuros (Acuña Brito, 2009).

### **Adaptive Software Development (ASD)**

Este proceso consiste en un cambio de filosofía en las organizaciones pasando de la transición del modelo Comando-Control al modelo liderazgo-Colaboración. Lleva los conceptos de los Sistemas Adaptativos Complejos al campo de la Ingeniería de Software en particular. Dada la complejidad inherente al software concluye que la aplicación de esta teoría es esencial para el nuevo escenario que plantea la economía global (Acuña Brito, 2009).

El ciclo de vida de ASD propone tres fases esenciales: especulación, colaboración y aprendizaje. El proyecto comienza con una fase de especulación en que se lleva a cabo la planificación tentativa del proyecto en función de las entregas que se irán realizando. En esta etapa se fija un rumbo determinado a ser seguido en el desarrollo, sabiendo a partir de ese momento que no será el lugar en que finalizará el proyecto. En cada iteración, se aprenderán nuevas funcionalidades, se entenderán viejas cuestiones, y cambiarán los requerimientos (Acuña Brito, 2009).

La siguiente fase del ciclo de vida, Colaborar, es aquella en la que se construye la funcionalidad definida durante la especulación. ASD define un Componente como un grupo de funcionalidades o entregables a ser desarrollados durante un ciclo iterativo.

Durante cada iteración el equipo colabora intensamente para liberar la funcionalidad planificada. También existe la posibilidad de explorar nuevas alternativas, realizar pruebas de concepto, pudiendo eventualmente alterar el rumbo del proyecto profundamente. ASD no propone técnicas ni prescribe tareas al momento de llevar a cabo la construcción simplemente mencionando que todas las prácticas que sirvan para reforzar la colaboración serán preferidas, siguiendo de esta forma la línea de las metodologías ágiles respecto a la orientación a componentes (Eumed.net, 2016).

La fase final de ASD, Aprender, consiste en la revisión de calidad que se realiza al final de cada ciclo.



Para evaluar la calidad desde el punto de vista del cliente se sugieren utilizar grupos de enfoque en el cliente, mediante los cuales se explora un modelo de la aplicación y se anotan los requerimientos de cambio del cliente (Eumed.net, 2016).

Las revisiones al diseño, al código o a las pruebas permitirán aprender sobre la calidad de los mismos. En este caso, el énfasis estará puesto en aprender cuales han sido los errores o desvíos y poder resolverlos, y no en encontrar culpables.

Asimismo, esta es la etapa en que se evaluarán las exploraciones que se hayan realizado dando la capacidad de poder modificar la arquitectura del sistema si se ha encontrado algún camino que se ajusta mejor a lo que necesita el usuario o si han cambiado los requerimientos (Eumed.net, 2016)

Finalmente se puede afirmar que ASD es un marco filosófico basado en la teoría de Sistemas Adaptativos Complejos que permite encarar la construcción de software en forma ágil utilizando las prácticas que resulten convenientes en cada caso. En este sentido resulta similar a Scrum (Eumed.net, 2016)

### **Agile Unified Process (AUP)**

Agile Unified Process es una versión simplificada de Rational Unified Process, desarrollada por Scott Amber (Acuña Brito, 2009).

Divide el ciclo de desarrollo en 4 fases:

**Incepción:** identificación del alcance y dimensión del proyecto, propuesta de la arquitectura y de presupuesto del cliente.

**Elaboración:** Confirmación de la idoneidad de la arquitectura.

**Construcción:** Desarrollo incremental del sistema, siguiendo las prioridades funcionales de los implicados.

**Transición:** Validación e implantación del sistema.

### **Dynamic Systems Development Method (DSDM)**

DSDM es otra metodología diseñada para responder a los plazos de entrega cortos y una cantidad limitada de recursos. Nace en 1994 con el objetivo de crear una metodología RAD (Desarrollo Rápido de Aplicaciones, en inglés, Rapid Application Development) unificada (Acuña Brito, 2009).

Al igual que Cristal, DSDM se esfuerza por acortar las líneas de comunicación entre el cliente, promotor, y las empresas interesadas, a fin de prestar un servicio más eficiente en el proceso de producción de software. Al fijar el plazo de entrega (generalmente 6 meses) y el establecimiento de límites de los recursos, es más fácil

establecer un proceso de desarrollo que responda a los usuarios "reales requerimientos del negocio." Según el sitio web del Consorcio DSDM, DSDM es un marco de desarrollo que "se centra en las prioridades del negocio y ofrece los entregados dentro de los plazos y costos del proyecto, en orden de prioridad determinado por las necesidades y los objetivos de la proyecto."

Sus principales características son: es un proceso iterativo e incremental y el equipo de desarrollo y el usuario trabajan juntos.

El ciclo de desarrollo de DSDM está compuesto de 5 fases.

1. Estudio de viabilidad
2. Estudio de negocio
3. Iteración de modelado funcional
4. Iteración de diseño y desarrollo
5. Implementación

Las tres últimas son iterativas, además de existir realimentación a todas las fases (Acuña Brito, 2009).

## **Xbreed**

XBreed es una mezcla de XP y Scrum ideas desarrolladas por Mike Beedle.

SCRUM XBreed utiliza como marco de gestión, mientras que la adaptación de una versión reducida de Extreme Programming para su proceso de desarrollo. Fue diseñado con la intención de desarrollar "software reutilizables en un tiempo récord."

Mediante el empleo de patrones de diseño para crear los objetos reutilizables, XBreed crea una biblioteca de componentes que, idealmente, son fácilmente reinsertados en nuevos proyectos de software. El proceso de desarrollo depende en gran medida de la capacidad y los conocimientos de los miembros de su equipo, que requieren fuertes y poca transferencia de conocimientos generales de comunicación para mantener el proyecto funcionando bien y eficientemente, los requisitos son ayudados por el uso de SCRUM (Acuña Brito, 2009).

## **Win-Win Spiral**

Win-Win Spiral Model propuesto por Barry Boehm es un nuevo logro en un proceso tradicional de software. Manteniendo al mismo tiempo muchos de los elementos tradicionales la versión Win-Win Spiral Model se esfuerza por comprender a todos los interesados en el proceso de desarrollo. Se trata de un motor de colaboración que establece que "ganar" las condiciones establecidas por los usuarios, clientes, desarrolladores, ingenieros de sistemas y con el fin de evolucionar y priorizar los requisitos durante todo el proceso. Las prácticas tradicionales, como los requisitos de ingeniería, diseño, código, y probar, aún están presentes en cada iteración de la

espiral, pero el paso de colaboración durante el proceso de desarrollo hace que sea claramente de adaptación (Acuña Brito, 2009).

Esta colaboración ofrece el software más rápido, con mayor calidad, menos costosa y, debido a la inicial de satisfacción de las necesidades de los usuarios y la cantidad reducida de mantenimiento.

**Estabilización:** En esta fase se conducen pruebas sobre la solución, las pruebas de esta etapa enfatizan el uso y operación bajo condiciones realistas. El equipo se enfoca en priorizar y resolver errores y preparar la solución para el lanzamiento.

**Implantación:** Durante esta fase el equipo implanta la tecnología base y los componentes relacionados, estabiliza la instalación, traspasa el proyecto al personal soporte y operaciones, y obtiene la aprobación final del cliente.

## MIDAS

MIDAS es una metodología genérica y fácilmente adaptable a cualquier tipo de SIW. Es un framework metodológico para el desarrollo de Sistemas de Información para Windows (SIW por sus siglas en inglés), en el que se propone un proceso de desarrollo ágil integrado en una arquitectura dirigida por modelos, alineándose así con la propuesta MDA del OMG (Eumed.net, 2016).

MIDAS propone modelar un SIW atendiendo a dos dimensiones ortogonales. Por un lado, y debido a que la metodología se basa en una propuesta MDA, es necesario tener en cuenta el grado de dependencia de la plataforma de los modelos construidos.

En primer lugar, será necesario modelar el sistema construyendo modelos independientes de la computación (CIM), modelos independientes de la plataforma (PIM) y modelos específicos de la plataforma (PSM) y, en segundo lugar, será necesario especificar las reglas que permitan realizar transformaciones entre estos modelos (Eumed.net, 2016).

Por otro lado, la segunda dimensión a considerar está relacionada con tres aspectos básicos: el contenido (es decir, la información presente en el SIW), el hipertexto (relacionado con el modelado de las posibles rutas de navegación que podría seguir un usuario del SIW durante su interacción con el mismo) y el comportamiento propiamente dicho del sistema (Eumed.net, 2016).

## **UWE**

La propuesta de Ingeniería Web basada en UML es una metodología detallada para el proceso de autoría de aplicaciones con una definición exhaustiva del proceso de diseño que debe ser utilizado. Este proceso, iterativo e incremental, incluye flujos de trabajo y puntos de control, y sus fases coinciden con las propuestas en el Proceso Unificado de Modelado (Eumed.net, 2016).

UWE está especializada en la especificación de aplicaciones adaptativas, y por tanto hace especial hincapié en características de personalización, como es la definición de un modelo de usuario o una etapa de definición de características adaptativas de la navegación en función de las preferencias, conocimiento o tareas de usuario.

Otras características relevantes del proceso y método de autoría de UWE son el uso del paradigma orientado a objetos, su orientación al usuario, la definición de un meta modelo (modelo de referencia) que da soporte al método y el grado de formalismo que alcanza debido al soporte que proporciona para la definición de restricciones sobre los modelos (Eumed.net, 2016).

## **OOHDM (The Object-Oriented Hypermedia Design Model)**

El Modelo de Diseño de Hipermedia Orientado a Objeto, el sucesor del modelo de diseño hipertexto HDM, se trata de una metodología que se fundamenta en la orientación a objeto.

Utilizando las “técnicas de modelo de objeto” llamada notación OMT para el diseño de la navegación, donde se define la estructura de navegación por medio de modelos, es decir, a través de diferentes vistas del esquema conceptual; la fase de diseño de interfaz abstracta, se apoya en un modelo orientado a objeto para especificar la estructura y el comportamiento de la interfaz del sistema, este modelo se crea a través de tres tipos de diagramas:

- Diagramas abstractos para cada clase,
- Diagramas de configuración para reflejar los eventos externos
- Diagrama de estado para señalar el comportamiento dinámico;

Y por último, la fase de implementación, es decir, la construcción de los programas en programación orientada a objeto (Eumed.net, 2016).

En la actualidad está evolucionando y cambiando de nombre dichas metodologías, y los métodos ágiles enfatizan cada vez más en las comunicaciones cara a cara en vez de la documentación siempre manteniendo los principios de gestión de cada metodología (Eumed.net, 2016).

## 2.12 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 puede 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.

Órgano Regulador	Siglas	Pagina 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.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do">www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do</a>
Normas Oficiales Mexicanas	NOM	<a href="http://www.economianoms.gob.mx/noms/inicio.do">www.economianoms.gob.mx/noms/inicio.do</a>
Normas Mexicanas	NMX	<a href="http://www.economianmx.gob.mx/normasmx/index.mx">http://www.economianmx.gob.mx/normasmx/index.mx</a>

Tabla 10 Órganos reguladores en cuanto a la industria mexicana en materia de tecnología.

## 2.13 Metodología

Al realizar un estudio exploratorio cuantitativo y cualitativo, con una investigación y análisis de las necesidades de métricas dentro del desarrollo de software. El presente trabajo permitirá el desarrollo de una estrategia de solución para la problemática planteada, comparando los resultados obtenidos al final del desarrollo contra la hipótesis planteada al inicio del proyecto así como la propuesta, la cual se divide en:

- a. Investigación cuantitativa y cualitativa en la ingeniería de software
- b. Características principales de la investigación cuantitativa y 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

La redacción de las conclusiones será basada en los objetivos planteados, en los resultados obtenidos y en la comparación de estos con la hipótesis.

## CAPÍTULO 3: Desarrollo de la tesis

### *3.1 Estudio del estado actual de la empresa*

La empresa en estudio, es un proveedor líder en soluciones orientadas a compartir, buscar e identificar información, utilizando diversas técnicas desde plataformas de búsqueda hasta minería de datos visual, así como la entrega de servicios de desarrollo de software. Esta empresa con el paso del tiempo se fue posicionando dentro del mercado como un proveedor de productos de alta calidad. La entrega de soluciones está basada en el uso de diversos estándares de IEEE, CMMI que permiten dar un valor agregado importante e inmediato a sus clientes.

La empresa trabaja bajo una metodología basada en Scrum, en donde la delegación de actividades y mejora continua es el compromiso y colaboración de todos los miembros del equipo.

Ante la necesidad de poder medir el nivel de cumplimiento de la empresa con respecto a los lineamientos establecidos en el modelo CMMI, el SEI desarrolló en paralelo el modelo de una metodología de evaluación formal denominada “Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement” (SCAMPI).

El método de evaluación SCAMPI se divide en tres fases (Planificación y preparación para la evaluación, Conducción de la evaluación, y Reporte de resultados) y basa su evaluación en el análisis de las evidencias recolectadas sobre la ejecución y cumplimiento de las prácticas específicas y genéricas del modelo (CMMI Institute, 2016).

El estado actual de la empresa desarrolladora de software, cuenta con un nivel de madurez 2 de CMMI-DEV, por lo cual las practicas y metas para este nivel se encuentran cubiertas en su totalidad y termino con un SCAMPI A, en las cuales se tienen definidos procesos, formatos, plantillas entre otros documentos los cuales están bajo las practicas de CMMI y se lleva un control del proyecto y versiones.

Dentro de esto activos con los que cuenta la empresa se fue desarrollando el proceso de implementación de servicios, sin embargo al querer cambiar de constelación de desarrollo a un nivel de servicios se tiene que implementar el nivel 3 para posterior llegar al nivel 4 de CMMI- SVC.

La empresa cuenta hoy en día con un proceso de mejora llevando una planeación para cumplir con las metas y prácticas que se requieren para el nivel de servicios, así mismo se lleva a cabo una adaptación del nivel establecido (DEV), esto con la finalidad de establecer el cambio de constelación hacia servicios (SVC).

Para la recolección de evidencias objetivas se realiza mediante la recopilación de documentación como políticas organizacionales, procedimientos, artefactos

resultantes de implementaciones, instrumentos, y materiales de presentación; y entrevistas con las personas encargadas de implementar o usar los procesos.

En este ciclo de mejora la empresa en estudio cuenta con la implementación de nivel 2(DEV), el alcance de la evaluación corresponderá a CMMI para Servicios en la cual las áreas de proceso correspondientes al nivel de madurez 2 y 3 se presentaran en un estado de mejora, para posterior implementar de manera correcta el nivel 4 (SVC)

Las áreas involucradas para este proceso se muestran a continuación:

**Tabla 11 Áreas de proceso CMMI SVC, fuente propia.**

Administración de Procesos	Administración de Proyectos	Establecimiento y Despliegue de Servicios	Soporte
Innovación y Despliegue Organizativos (OID)			Análisis Causal y Resolución (CAR)
Rendimiento Organizativo de Procesos (OPP)	Gestión Cuantitativa de Trabajos (QWM)	Resolución y Prevención de Incidencias (IRP) Desarrollo del Sistema de Servicio (SSD) Transición del Sistema de Servicio (SST) Gestión Estratégica de Servicios (STSM)	
Definición Organizativa de Procesos (OPD) Enfoque Organizativo en Procesos (OPF) Capacitación Organizativa (OT)	Gestión de Capacidad y Disponibilidad (CAM) Gestión Integrada de Trabajos (IWM) Gestión de Riesgos (RSKM) Continuidad del Servicio (SCON)	Prestación de Servicios (SD)	Análisis de Decisiones y Resolución (DAR)
	Monitorización y Control de Trabajos (WMC) Planificación de Trabajos (WP) Gestión de Requisitos (REQM) Gestión de Acuerdos de Suministro (SAM)		Gestión de Configuración (CM) Medición y Análisis (MA) Aseguramiento de Calidad de Procesos y Productos (PPQA)



### 3.2 Recolección de datos empíricos

En esta primera etapa la recolección de datos tiene como objetivo entender de manera global los procesos con los cuales cuenta la empresa, así mismo hacer un análisis exhaustivo de toda la evidencia producida por los equipos de trabajo en cada proyecto y la manera en que se lleva el trabajo interno de la empresa. Este análisis permitirá comprobar si todo lo que está planeado en realidad se está haciendo y llevando a la práctica.

Cabe señalar que en el presente análisis se está basando a lo que se plantea del modelo de CMMI-SVC. La recolección de datos se toma con base a los proyectos con lo que cuenta la empresa y están en un estatus de cierre esto con la finalidad de obtener evidencia generada y documentada de la correcta implementación del modelo.

En cuanto al apego del modelo, planeación y gestión de recursos de la empresa las prácticas específicas de cada área son evaluadas conforme al nivel de satisfacción que se tiene de las mismas, la siguiente tabla muestra los criterios de evaluación:

Marcador	Significado
<b>ROJO</b>	La práctica es ausente o pobremente implementada en la cual se identificaron debilidades que hacen que no se logre la meta.
<b>AMARILLO</b>	La práctica está parcialmente cubierta y se identifican debilidades que podrían poner en riesgo el objetivo de la meta.
<b>VERDE</b>	La práctica es adecuada en la implementación y se apoyo el logro de la meta.

Tabla 12 Caracterización de las practicas, fuente propia.

De acuerdo al nivel inicial en el que se encuentra la empresa es el nivel de madurez 2 y las áreas de proceso que se enmarcan en este nivel están implementadas totalmente y se encuentran desplegadas dentro de la misma, sin embargo para entrar a la constelación de servicios se adaptaran los procesos y si es el caso se cambiaran por procesos que se adapten mejor a modelo sin perder los objetivos de la empresa añadiendo un valor agregado a la misma.



medio de una medición y análisis de los datos y así pasar de un proceso planificado controlado y ejecutado a uno cuantitativamente gestionado.

La planificación para la mejora de procesos de la organización da lugar a un plan de trabajo definido y bajo el marco de trabajo de Scrum se podrá dar un levantamiento de los requerimientos para el modelado de los procesos, definir la arquitectura de los procesos con propuestas de mejora, ejecución de los mismos y un periodo para la observación de los resultados.

El cronograma del plan de mejora de procesos se muestra a continuación:

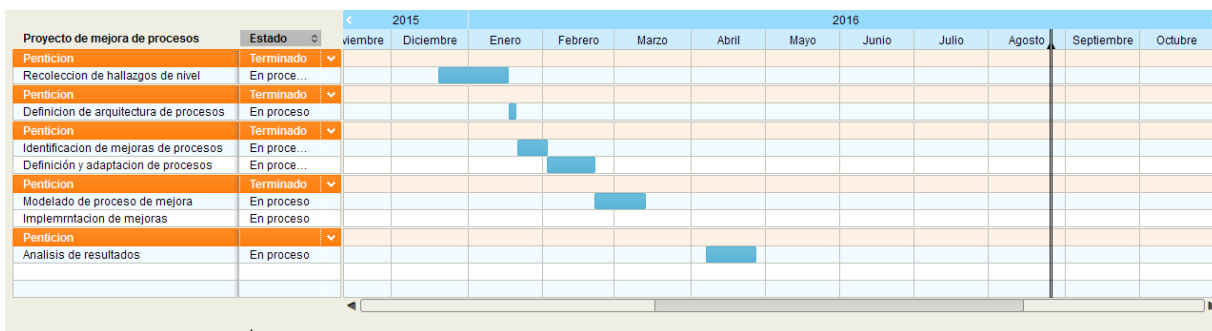


Ilustración 14 Plan de mejora de procesos, fuente propia.

En esta segunda etapa se realiza el hallazgo de las metas y prácticas específicas de CMMI aplicadas en los proyectos que se tienen dentro de la empresa y un estatus de cierre, esto con la finalidad de hallar toda la evidencia documentada y verificar que se da el seguimiento de las prácticas que engloban al nivel 3 y 4 de CMMI-SVC.

Para alcanzar el nivel 4 de madurez es necesario implementar todas las áreas de proceso relativas al nivel 3 SVC, las cuales deben estar cubiertas. La flexibilidad creada dentro del modelo de CMMI permite que éste contenga ambas representaciones para procesar el mejoramiento dentro de la empresa, utilizando la misma terminología, arquitectura, procesos y métodos de evaluación.

A continuación se muestran los hallazgos del nivel 3 de los cuales al tener una visión global de las áreas de proceso se implementa el proceso de mejora continua dando el seguimiento al esfuerzo y control del desempeño dentro de los procesos que se encuentran para implementar y cumplir con los objetivos los mismos.

### 3.3 Hallazgos del nivel 3

#### Enfoque en los Procesos Organizacionales

**Propósito:** Planear, implementar y desplegar las mejora a los procesos organizacionales basados en el entendimiento de las fortalezas y debilidades actuales de la organización.

Enfoque en los Procesos Organizacionales		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Determinar oportunidades de mejora de procesos	1.1 Establecer necesidades de procesos organizativas	
	1.2 Evaluar los procesos de la organización	
	1.3 Identificar las mejoras de proceso de la organización	
2. Planificar e implementar acciones de proceso	2.1 Establecer planes de acciones de proceso	
	2.2 Implementar planes de acciones de proceso	
3. Desplegar activos de proceso organizativos e incorporar experiencias	3.1 Desplegar activos de proceso organizativos	
	3.2 Desplegar procesos estándar	
	3.3 Monitorizar la implementación	
	3.4 Incorporar experiencias a los activos de proceso organizativos	

Tabla 14 Hallazgos de nivel de procesos organizacionales, fuente propia.

## Definición de Procesos Organizacionales

Propósito: Establecer y mantener un conjunto de activos de procesos y ambientes estándares organizacionales utilizables.

Definición de Procesos Organizacionales		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Establecer activos de proceso organizativos	1.1 Establecer procesos estándar	
	1.2 Establecer descripciones de modelos de ciclo de vida	
	1.3 Establecer criterios y guías de adaptación	
	1.4 Establecer el repositorio de mediciones de la organización	
	1.5 Establecer la biblioteca de activos de proceso de la organización	
	1.6 Establecer estándares de entorno de trabajo	
	1.7 Establecer reglas y guías para los equipos	

Tabla 15 Hallazgos de nivel definición de procesos organizacionales, fuente propia.

**Hallazgos:** Dentro de los procesos se requiere una planificación minuciosa para asegurarse que los esfuerzos de mejora de procesos en toda la organización están gestionados e implementados adecuadamente para un nivel de madurez 4.

Las mejoras a los procesos y poder implementar el nivel 4 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 entre otras, por lo cual las actividades de mejora de procesos a nivel enfoque y definición deberán trabajarse a la par.

Los procesos de la organización incluyen todos los objetivos usados a nivel 2 de madurez como se menciono anteriormente. La biblioteca de activos que almacena toda la documentación se mantiene en este nivel y deberá de adaptarse a los requerimientos a nivel servicio por lo cual se comienza con una mejora de proceso dentro de los activos para adaptar y estandarizar los activos, implementándolos en un proceso mucho más eficiente en donde el proceso será adaptado y estructurado bajo el modelo SVC (servicios) de CMMI.

## Entrenamiento Organizacional

**Propósito:** Desarrollar las habilidades y conocimientos de la gente, de tal forma que ellos puedan desempeñar sus roles efectiva y eficientemente.

Entrenamiento Organizacional		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Establecer una competencia de capacitación organizativa	1.1 Establecer necesidades estratégicas de capacitación	
	1.2 Determinar las necesidades de capacitación que son responsabilidad de la organización	
	1.3 Establecer un plan táctico organizativo de capacitación	
	1.4 Establecer una competencia de capacitación	
2. Proporcionar capacitación	2.1 Impartir capacitación	
	2.2 Establecer registros de capacitación	
	2.3 Evaluar la eficacia de la capacitación	

Tabla 16 Hallazgos del área de proceso entrenamiento organizacional, fuente propia.

### **Hallazgos:**

Se encontró evidencia parcialmente ejecutada del proceso ya que dentro de las necesidades de entrenamiento organizacional, con la que cuenta la empresa no se encuentra un proceso en el cual se establezca un plan de capacitación organizacional detallado en el cual se cubran los perfiles, necesidades y el proceso a seguir para solicitar dicha capacitación. Solo se encuentra un documento en el cual se establece el tipo de capacitación que se requiere y fechas en que se llevara a cabo.

Al tener un proceso de capacitación y complementarlo con lo que cuenta la empresa se podrá identificar de manera más objetiva las necesidades de la formación así como establecer y mantener la capacidad y registros de formación identificadas por proyectos, grupos de trabajo y evaluar la eficacia de la formación. Así mismo la ventaja que se puede tener es adquirir las habilidades y el conocimiento necesario para realizar actividades nuevas y en curso dentro de la empresa.

## Administración Integrada del Trabajo

**Propósito:** Establecer y administrar el trabajo y la inclusión de gente clave de acuerdo a un proceso definido e integrado, el cual es una adaptación del conjunto de procesos estándares de la organización.

Administración Integrada del Trabajo		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1.Utilizar el proceso definido	1.1 Establecer el proceso definido	
	1.2 Utilizar los activos de proceso organizativas para planificar los trabajos	
	1.3 Establecer el entorno de trabajo.	
	1.4 Integrar los planes	
	1.5 Gestionar el trabajo utilizando los planes integrados	
	1.6 Establecer equipos	
	1.7 Contribuir a los activos de proceso organizativos	
2. Coordinarse y colaborar con las partes interesadas relevantes	2.1 Gestionar la involucración de las partes interesadas	
	2.2 Gestionar las dependencias	
	2.3 Resolver los problemas de coordinación	

Tabla 17 Hallazgos del área de proceso administración integrada del trabajo, fuente propia.

### Hallazgos:

Dentro de la gestión integrada del proyecto se encuentra parcialmente cubierta la meta dos que es coordinar y colaborar con las partes interesadas relevantes para lograr que este cubierta totalmente se debe establecer dentro del proceso un plan en el cual se pueda permitir que las inquietudes de las partes interesadas puedan identificarse, considerarse y ser tratadas en el desarrollo del servicio realizando revisiones e intercambios periódicos para asegurar que los incidentes o problemas de coordinación sean atendidos de la manera adecuada y que los integrantes estén al tanto del estado del proyecto o servicio.

## Administración de Riesgos

**Propósito:** Identificar problemas potenciales antes de que ocurran, de tal forma que las actividades de manejo de riesgos puedan ser planeadas y ejecutadas cuando se requiera a lo largo de la vida del producto o proyecto para mitigar impactos adversos a alcanzar los objetivos.

Administración de Riesgos		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Preparar la gestión de riesgos	1.1 Determinar fuentes y categorías de riesgo	
	1.2 Definir parámetros de riesgo	
	1.3 Establecer una estrategia de gestión de riesgos	
2. Identificar y analizar riesgos	2.1 Identificar riesgos	
	2.2 Evaluar, categorizar, y priorizar los riesgos	
3. Mitigar riesgo	3.1 Desarrollar planes de mitigación de riesgos	
	3.2 Implementar planes de mitigación de riesgos	

Tabla 18 Hallazgos del área de proceso administración de riesgos, fuente propia.

### Hallazgos:

El área de proceso de administración de riesgos se encuentra totalmente cubierta en la meta 1 así como sus prácticas específicas. Sin embargo las metas 2 y 3 ponen en riesgo el objetivo del área de proceso ya que la información no se encuentra bien distribuida dentro de la empresa.

Por lo tanto es necesario integrar la gestión de todos estos riesgos para favorecer la toma de decisiones con el objetivo de mejorar el desempeño de la empresa, las acciones a tomar en situaciones críticas, así como la protección de los recursos de la empresa y la seguridad de la misma.



## Análisis y Toma de Decisiones

**Propósito:** Analizar posibles decisiones utilizando un proceso de evaluación formal que evalúe las posibles alternativas de acuerdo a criterios establecidos.

Análisis y Toma de Decisiones		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Evaluar Alternativas	1.1 Establecer guías para el análisis de decisiones	
	1.2 Establecer criterios de evaluación	
	1.3 Identificar soluciones alternativas	
	1.4 Seleccionar métodos de evaluación	
	1.5 Evaluar soluciones alternativas	
	1.6 Seleccionar soluciones	

Tabla 19 Hallazgos del área de proceso administración de riesgos, fuente propia.

### **Hallazgos:**

La práctica de Análisis y Toma de Decisiones se encuentra parcialmente cubierta ya que no se tiene un enfoque estructurado para evaluar dichas soluciones de control para el análisis y toma de decisiones. Dentro de este hallazgo de evidencia de proceso se deben determinar que problemas deberían estar sujetos a un proceso de evaluación formal para que una vez identificados estos mismos se puedan aplicar dentro de los procesos de evaluación.

Dentro de esta actividad se sugiere crear un proceso en el cual se especifiquen los criterios a tomar, al implementar dicho proceso se puede establecer una evaluación formal en el cual se identifica y formalizan los criterios a tomar en los métodos que se van a empelar.

Estableciendo este proceso las ventajas y fortalezas para la empresa serán que al tener este proceso bien definido se puede seleccionar y establecer los criterios para la evaluación así como la selección de los métodos para la evaluación de alternativas con base a los criterios establecidos dentro del proceso.

## Administración de Capacidad y Disponibilidad

**Propósito:** Garantizar la eficacia del sistema de servicio, así como asegurar que los recursos son previstos y utilizados eficazmente para soportar los requerimientos de servicio.

Administración de Capacidad y Disponibilidad		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Preparar la gestión de capacidad y disponibilidad	1.1 Establecer una estrategia de gestión de capacidad y disponibilidad	
	1.2 Seleccionar medidas y técnicas de análisis	
	1.3 Establecer representaciones del sistema de servicio	
2. Monitorizar y analizar la capacidad y disponibilidad	2.1 Monitorizar y analizar la capacidad	
	2.2 Monitorizar y analizar la disponibilidad	
	2.3 Informar acerca de la gestión de capacidad y disponibilidad	

Tabla 20 Hallazgos del área de proceso administración de capacidad y disponibilidad, fuente propia.

### Hallazgos:

El área de proceso de administración de capacidad y disponibilidad se encuentran parcialmente cubierta ya que no se encuentra un despliegue correcto en toda la empresa por lo que se realizan las principales actividades de la Gestión de la Capacidad y disponibilidad las cuales abarcaran desde el desarrollo del plan de capacidad, modelado y simulación de diferentes escenarios de capacidad y la monitorización del uso y rendimiento de la infraestructura TI.

## Prevención y Resolución de Incidentes

**Propósito:** Garantizar la resolución oportuna y eficaz de los incidentes de servicio y su prevención cuando sea apropiado.

Prevención y Resolución de Incidentes		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Preparar la resolución y prevención de incidencias	1.1 Establecer un enfoque para la resolución y prevención de incidencias	
	1.2 Establecer un sistema de gestión de incidencias	
2. Identificar, controlar, y tratar cada incidencia	2.1 Identificar y registrar incidencias	
	2.2 Analizar los datos de cada incidencia	
	2.3 Resolver incidencias	
	2.4 Monitorizar el estado de las incidencias hasta su cierre	
	2.5 Comunicar el estado de las incidencias	
3. Analizar y tratar las causas e impactos de las incidencias seleccionadas	3.1 Analizar las incidencias seleccionadas	
	3.2 Establecer soluciones para responder a futuras incidencias	
	3.3 Establecer y aplicar soluciones para reducir la ocurrencia de incidencias	

Tabla 21 Hallazgos del área de proceso prevención y resolución de incidentes, fuente propia.

### **Hallazgos:**

El área de proceso se encuentra parcialmente cubierta por lo que se implementa un plan de acción en donde se defina el proceso para la administración de incidentes así como el seguimiento, con esto se podrá tener una estructura con el cual se podrán identificar y categorizar el tipo de problema dando una resolución, control y cierre de los problemas que hayan surgido.

## Administración Estratégica de Servicios

**Propósito:** Establecer y mantener los servicios estándares de acuerdo a los planes y necesidades estratégicas.

Administración Estratégica de Servicios		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Establecer necesidades y planes estratégicos para los servicios estándar	1.1 Recopilar y analizar datos	
	1.2 Establecer planes para servicios estándar	
2. Establecer servicios estándar	2.1 Establecer propiedades de servicios estándar y niveles de servicio estándar	
	2.2 Establecer descripciones de servicios estándar	

Tabla 22 Hallazgos del área de proceso de administración estratégica de servicios, fuente propia.

### **Hallazgos:**

Dentro de este proceso se definirá el desarrollo de un plan estratégico en el cual se plasmarán los principales objetivos, para cumplir con las misiones y metas de los servicios, así como llevar el control y seguimiento para identificar variantes del proceso que afectan a los objetivos que se puedan medir.

## Transición del Sistema de Servicios

**Propósito:** Desplegar nuevos servicios o cambios significativos en los componentes del sistemas de servicios, los cuales deben ser administrados efectivamente hasta su entrega.

Transición del Sistema de Servicios		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Preparar la transición del sistema de servicio	1.1 Analizar las necesidades de transición del sistema de servicio	
	1.2 Desarrollar planes de transición del sistema de servicio	
	1.3 Preparar a las partes interesadas para los cambios	
2. Desplegar el sistema de servicio	2.1 Desplegar componentes de sistema de servicio	
	2.2 Evaluar y controlar los impactos de la transición	

Tabla 23 Hallazgos del área de proceso de administración estratégica de servicios, fuente propia.

### **Hallazgos:**

Dentro de la transición de los servicios se desarrollara una planificación del proceso de cambio, en la cual se contemplara la administración de los riesgos creando entornos de pruebas y producción, gestionando los recursos, cambios y la configuración de entregas y despliegues.

Esto con el fin de que en los cierres de cada transición se cuente con una detallada revisión post-implementación y así se conseguirá implementar servicios más eficientemente, de los cuales éstos responderán mejor a los cambios de requisitos del cliente y se controlarán mejor los riesgos.

## Continuidad del Servicio

**Propósito:** Establecer y mantener planes para asegurar la continuidad del servicio durante y después de una interrupción significativa de la operación normal.

Continuidad del Servicio		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Identificar dependencias esenciales del servicio	1.1 Identificar y priorizar funciones esenciales	
	1.2 Identificar y priorizar recursos esenciales	
2. Preparar la continuidad del servicio	2.1 Establecer planes de continuidad del servicio	
	2.2 Establecer capacitación sobre continuidad del servicio	
	2.3 Impartir y evaluar la capacitación sobre continuidad del servicio	
3. Verificar y validar el plan de continuidad del servicio	3.1 Preparar la verificación y validación del plan de continuidad del servicio	
	3.2 Verificar y validar el plan de continuidad del servicio	
	3.3 Analizar los resultados de la verificación y validación del plan de continuidad del servicio	

Tabla 24 Hallazgos del área de proceso continuidad del servicio, fuente propia.

### **Hallazgos:**

La evidencia de ejecución de la continuidad del servicio está parcialmente cubierta por lo que se definirá el proceso definiendo los procesos para la alta madurez.

Al ejecutar el proceso se podrá gestionar adecuadamente los riesgos, reducir el periodo de interrupción del servicio por causas de fuerza mayor, mejorar la confianza en la calidad del servicio entre clientes y usuarios, servir de apoyo al proceso de gestión de la continuidad de los servicios.

### **3. 4 Mapeo del nivel 4 CMMI-SVC**

Como se mencionó con anterioridad, la presente empresa cuenta con un nivel de madurez 2 gestionado. La principal diferencia entre este nivel y el anterior, es que el proyecto pasara de ser gestionado y controlado a uno gestionado cuantitativamente durante el desarrollo del mismo.

Las reglas siguientes resumen la representación equivalente:

- Para lograr el nivel de madurez 2, todas las áreas de proceso asignadas al nivel de madurez 2 deben lograr un nivel de capacidad 2 o 3.
- Para lograr el nivel de madurez 3, todas las áreas de proceso asignadas a los niveles de madurez 2 y 3 deben lograr el nivel de capacidad 3.
- Para lograr el nivel de madurez 4, todas las áreas de proceso asignadas a los niveles 2, 3, y 4 deben lograr el nivel de capacidad 3.

#### **Áreas de proceso de nivel 4 para servicios**

##### **Rendimiento Organizativo de Procesos (OPP)**

Esta política establece las expectativas organizativas sobre establecer y mantener líneas base de rendimiento de procesos y modelos de rendimiento de procesos para el conjunto de procesos estándar de la organización.

#### **1. Establecer líneas base y modelos de rendimiento**

Las líneas de base y los modelos que caracterizan el rendimiento esperado procesos para el conjunto de procesos estándar de la organización son establecidos y mantenidos.

##### **1.1 Establecer objetivos de calidad y rendimiento de procesos:**

Establecer y mantener los objetivos cuantitativos de calidad y rendimiento de procesos de la organización, los cuales son alineables a los objetivos de negocio.

##### **1.2 Seleccionar procesos:**

Seleccionar los procesos o subprocesos de entre el conjunto de procesos estándar de la organización que se incluirán en los análisis de rendimiento de procesos de la organización y mantener su trazabilidad con los objetivos de negocio.

### 1.3 Establecer medidas de rendimiento de procesos:

Se establecen y mantienen medidas para el análisis del rendimiento de los procesos de la organización.

### 1.4 Analizar el rendimiento y establecer líneas base de rendimiento de procesos:

Analizar el rendimiento de los procesos seleccionado, y establecer y mantener líneas de base de rendimiento proceso.

### 1.5 Establecer modelos de rendimiento de procesos:

Elaborar y mantener modelos del rendimiento del proceso para el conjunto estándar de procesos de la organización.

Rendimiento Organizativo de Procesos (OPP)		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Establecer líneas base y modelos de rendimiento	1.1 Establecer objetivos de calidad y rendimiento de procesos	Amarela
	1.2 Seleccionar procesos	Verde
	1.3 Establecer medidas de rendimiento de procesos	Amarela
	1.4 Analizar el rendimiento y establecer líneas base de rendimiento de procesos	Verde
	1.5 Establecer modelos de rendimiento de procesos	Verde

Tabla 25 Hallazgo de satisfacción de nivel 4 rendimiento organizativo de procesos, fuente propia

OPP incluye métricas de proceso y producto, que se combinan para determinar la calidad en términos cuantitativos. Estas métricas se recogen y se almacena en la base de datos para cada proyecto para aplicar controles estadísticos.

Cabe señalar que las métricas más comunes son: tamaño, esfuerzo, costo, horario y defecto del producto, así como métricas relacionadas con el desempeño que incluyen variación del cronograma, esfuerzo, y las tareas no planificadas, y métricas relacionadas con la calidad que incluyen la corrección de los defectos que se identifican en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.



Los procesos de métricas relacionadas están relacionados con los rendimientos en las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto, por ejemplo, en la fase de prueba, el tiempo empleado en la producción de casos de prueba en comparación con la cantidad de casos terminados.

Para mantenerse al día con las cambiantes necesidades empresariales, la selección de los procesos de medición y las métricas reales puede ser iterativa. El establecimiento de objetivos y el proceso de calidad también puede ser iterativo basado en causas especiales de variación.

## **Gestión Cuantitativa de Trabajos (QWM)**

Esta política establece las expectativas organizativas sobre utilizar técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas y datos históricos: al establecer objetivos de calidad y rendimiento de procesos, al componer el proceso definido para el trabajo, al seleccionar atributos de subprocesos que son críticos para entender el rendimiento de procesos, al monitorizar el rendimiento de los subprocesos y del trabajo, y al realizar análisis de causas raíces para abordar deficiencias de rendimiento de procesos. En concreto, esta política establece las expectativas organizativas sobre el uso de medidas, líneas base, y modelos de rendimiento de procesos.

### **1. Preparar la gestión cuantitativa**

La preparación para la gestión cuantitativa se lleva a cabo mediante las siguientes actividades:

#### **1.1 Establecer los objetivos del trabajo:**

Los objetivos de calidad y para el rendimiento del proceso se establecen y mantienen.

#### **1.2 Componer el proceso definido:**

Utilizando técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas, componer un proceso definido que haga posible que el trabajo logre sus objetivos de calidad y rendimiento de procesos.

#### **1.3 Seleccionar subprocesos y atributos:**

Seleccionar y subprocesos críticos para evaluar los atributos de rendimiento que ayudan a lograr la calidad del diseño y los objetivos de rendimiento de proceso.

#### **1.4 Seleccionar medidas y técnicas de análisis:**

Seleccionar las medidas y técnicas analíticas para ser utilizados en la gestión cuantitativa.

## 2. Gestionar el trabajo cuantitativamente

El proyecto está gestionado cuantitativamente, lo que implica el uso de estadísticas y otras técnicas cuantitativas para:

### 2.1 Monitorizar el rendimiento de los subprocesos seleccionados:

Supervisar el rendimiento de los subprocesos seleccionados utilizando estadística y otras técnicas cuantitativas.

### 2.2 Gestionar el rendimiento del trabajo:

Gestión del proyecto utilizando estadísticas y otra técnica cuantitativa para determinar si el objetivo diseñado para la calidad y el rendimiento del proceso estará satisfecho o no.

### 2.3 Realizar análisis de causas raíces:

Realizar análisis de causas raíces de los problemas seleccionados para abordar las deficiencias en el logro de los objetivos de calidad y rendimiento de procesos del grupo de trabajo.

Gestión Cuantitativa de Trabajos (QWM)		
Meta Especifica	Practica Especifica	Clasificación
1. Preparar la gestión cuantitativa	1.1 Establecer los objetivos del trabajo	
	1.2 Componer el proceso definido	
	1.3 Seleccionar subprocesos y atributos	
	1.4 Seleccionar medidas y técnicas de análisis	
2. Gestionar el trabajo cuantitativamente	2.1 Monitorizar el rendimiento de los subprocesos seleccionados	
	2.2 Gestionar el rendimiento del trabajo	
	2.3 Realizar análisis de causas raíces	

Tabla 26 Hallazgos de satisfacción del nivel 4 de gestión cuantitativa de trabajos, fuente propia.

### 3.5 Proceso de mejora

Una vez identificadas las áreas de proceso así como las necesidades para reforzar las mismas se comienza con la ejecución del proceso de mejora.

Como se menciona con anterioridad dentro de la empresa se trabaja bajo el marco de Scrum, en donde la planificación debe de salir a tiempo y sin retraso en ninguna de las iteraciones ya que esto puede poner en riesgo el objetivo del proceso.

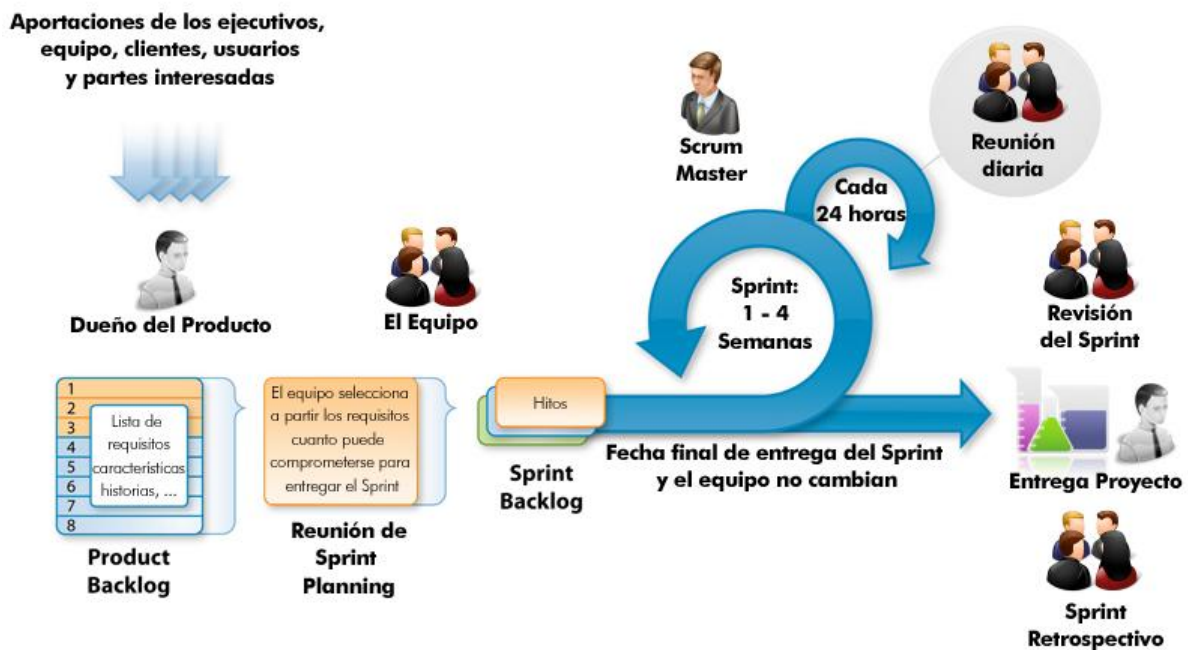


Ilustración 15 modelo de trabajo Scrum, fuente recuperado abril 2016 de [http://www.islavisual.com/articulos/desarrollo\\_web/scrum.jpg](http://www.islavisual.com/articulos/desarrollo_web/scrum.jpg)

Con este marco de trabajo y la planificación de los Sprints se logró plasmar un calendario de 6 meses dentro de los cuales se irán definiendo los procesos y paralelamente llevando la implementación de los mismos dentro de los proyectos en curso.

Dentro de las estrategias a implementar se realiza el Product Backlog en donde las actividades se ejecutaran de acuerdo al nivel de prioridad como se muestra a continuación:

ÁREA DE PROCESO	OBJETIVO	TAREA
<b>Rendimiento Organizativo de Procesos (OPD) y Enfoque Organizativo en Procesos (OPF)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Revisar las buenas prácticas propuestas por CMMI y definir los ajustes necesarios en los procesos actuales.  Definir arquitectura de procesos.  Revisión Documental y de soporte para la ejecución de procesos.
<b>Capacitación Organizativa (OT), Aseguramiento de Calidad de Procesos y Productos (PPQA), Gestión de Configuración (CM)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Definición Entrenamiento.  Implementación mejora, y definición del proceso de entrenamiento.
<b>Medición y Análisis (MA), Gestión de Requisitos (REQM), Prestación de Servicios (SD)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Definición del proceso para la medición y definición de los objetivos organizacionales y del plan de medición.  Definición del proceso para REQM y SD.
<b>Análisis de Decisiones y Resolución (DAR)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Definición del proceso para DAR  Seguimiento del plan de entrenamiento y mejora
<b>Gestión de Requisitos (REQM), Prestación de Servicios (SD) y Resolución (DAR)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Revisión de avances en documentación de Requerimientos y soporte.  Revisión Documental y Soporte a Piloteo de Procesos.
<b>Planificación de Trabajos (WP) ,</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Definición del proceso para la planeación de seguimiento.  Revisión de avance de los procesos definidos e implementados.  Identificar variantes del proceso que afectan objetivos y que se puedan medir.

<b>Gestión de Acuerdos de Suministro (SAM)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Adaptación del proceso para proveedores
<b>Gestión de Riesgos (RSKM), Transición del Sistema de Servicio (SST)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Definición del proceso para Cambios y Administración de Riesgos
<b>Monitorización y Control de Trabajos (WMC)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Definición del proceso para Monitoreo de Proyectos a Seguimiento a piloteo  Identificar variantes del proceso que afectan objetivos y que se puede medir
<b>Resolución y Prevención de Incidencias (IRP)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Definición del proceso para Administración de Incidentes Seguimiento a piloteo
<b>Monitorización y Control de Trabajos (WMC), Resolución y Prevención de Incidencias (IRP), Medición y Análisis (MA)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Revisión de avances en documentación de proceso y soporte para ejecución.
<b>Gestión Estratégica de Servicios (STSM), Gestión de Capacidad y Disponibilidad (CAM)</b>	Definir/Adaptar y Pilotear Procesos	Definición del proceso para Administración estratégica de servicios.  Identificar variantes del proceso que afectan objetivos y que se puede medir  Revisión de avances en documentación de proceso y soporte para piloteo

<p><b>Continuidad del Servicio (SCON)</b></p>	<p>Definir/Adaptar y Pilotear Procesos</p>	<p>Definición del proceso para Continuidad del Servicio.</p> <p>Revisión de avances en documentación de proceso y soporte para piloteo</p> <p>Identificar variantes del proceso que afectan objetivos y que se puede medir</p> <p>Definición de los procesos para la alta madurez.</p>
---	--	--

**Tabla 27 Backlog priorizado para el proceso de mejora, fuente propia.**

# 4. Resultados y Conclusiones

## 4.1 Resultados

Al tener un nivel de madurez 2 administrado, se ha logrado que todos los objetivos genéricos y específicos dentro de los proyectos cumplan con los requisitos al ser gestionados y que los procesos se encuentren planificados, controlados y medidos.

Si bien se adquirió una disciplina en la documentación y diseño de los procesos como herramienta indispensable para el aseguramiento de la calidad de los servicios, el tiempo dedicado a este proceso de mejora es muy alto por lo que se requirió el total compromiso de los integrantes involucrados dentro de este proceso. Una vez iniciado el proceso se ha planteado como meta en general, reducir inicialmente el tiempo de esfuerzo a un 20%. Cabe mencionar que en los resultados de cada nivel de madurez solo se presenta métodos para llevar a cabo la mejora de cada área de proceso esto por un acuerdo de confidencialidad con la empresa en estudio.

Para la recolección de evidencia y en conjunto con la empresa certificadora se tomó como piloto de evaluación, los proyectos desarrollados en la empresa, siendo en total 3 los proyectos nuevos cumplidos con el nuevo modelo, hasta la fecha de la certificación de nivel 4 SVC.

Al inicio de la recolección de datos obtenidos en cada área de proceso, la implementación para servicios del nivel dos se encontraban parcialmente cubiertos como lo muestran las siguientes ilustraciones:

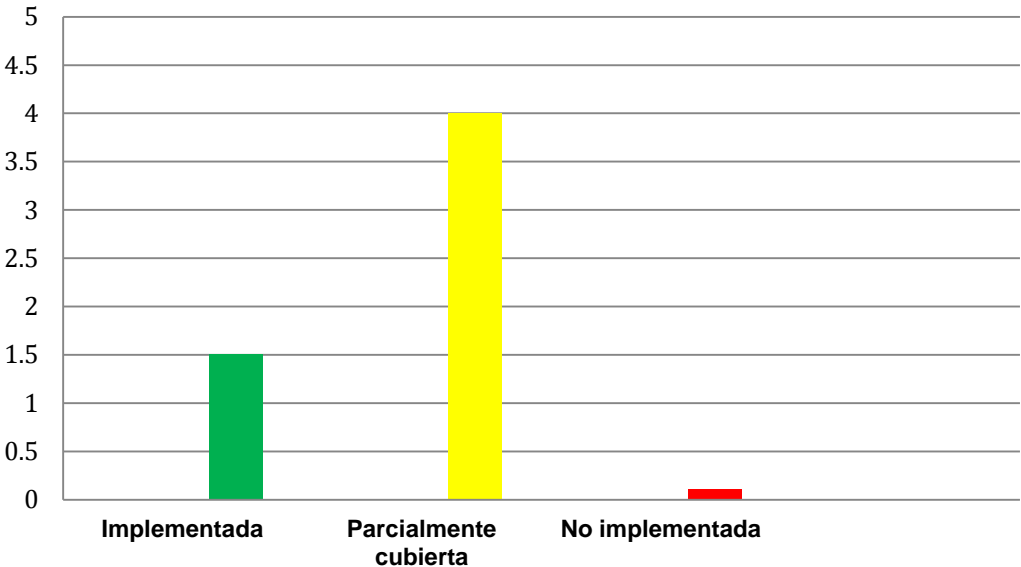


Ilustración 16 Niveles de satisfacción para servicios, recolección de datos antes de la mejora de procesos, fuente propia.

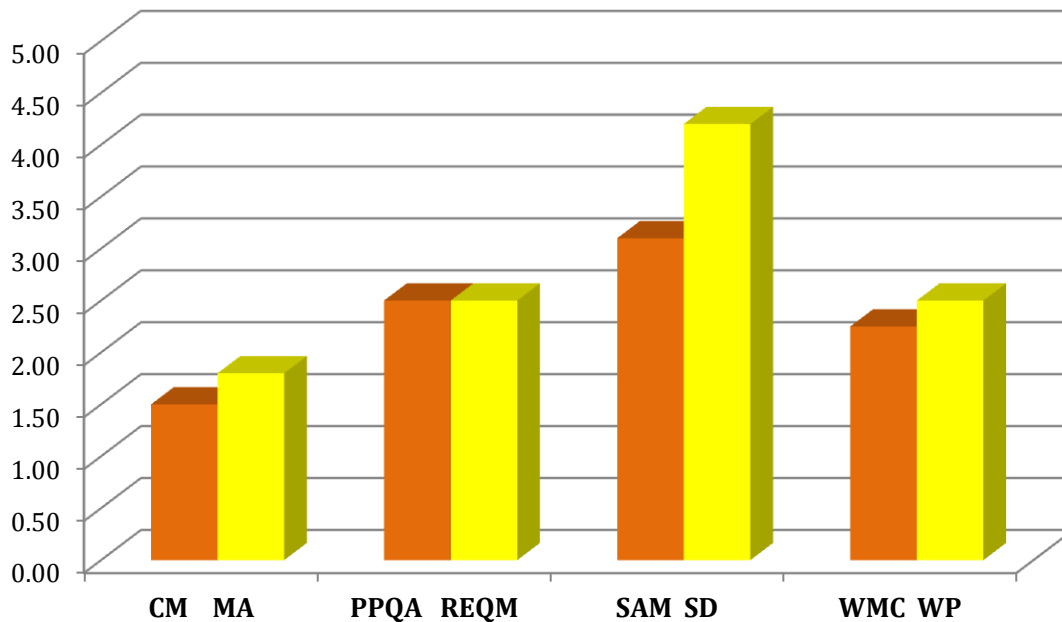


Ilustración 17 Áreas de proceso de nivel dos, niveles de satisfacción para servicios, fuente propia.

A partir de los hallazgos del diagnóstico inicial a continuación se presentan los datos generales de la ejecución del proyecto:

- Hay procesos que deberán de ser actualizados para el cambio de constelación a servicios y si es el caso se diseñara un nuevo proceso o plan para cumplir las metas y prácticas específicas de cada área de proceso.
- La organización debe de hacer un correcto uso y seguimiento a los procesos en los proyectos, para mantener una constante innovación dentro de la empresa, si los procesos no se utilizan caducan.
- Del total de los activos destinados para la implementación de mejora del nivel 2 de CMMI en la empresa, el 30% fue empleado en la asesoría externa contratada, el 35% en la utilización del recurso humano propio, el 20% para actividades de capacitación a toda la organización y el 15% restante se utilizó en aspectos y gastos generales de operación.



Dentro del uso y aplicación del nivel 2 de CMMI con el que cuenta la empresa, se tiene una inversión de satisfacción como se muestra a continuación:

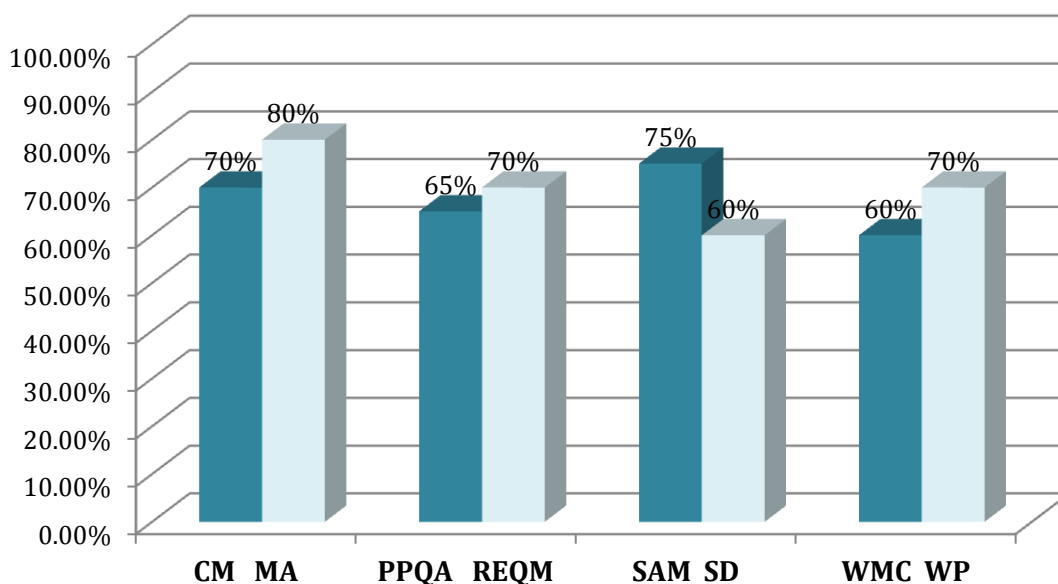


Ilustración 18 Niveles de implementación antes del proceso de mejora para CMMI Servicios, fuente propia.

En cada área de proceso, se evidencia la necesidad de desarrollar mecanismos que mejoren la eficiencia de los procesos así como reducir la documentación y crear mecanismos funcionales dentro de los mismos.

En la medida en que se liberen los nuevos procesos, estos se irán ejecutando paralelamente, con la finalidad de alcanzar los siguientes niveles de madurez (3 y 4), así como reducir tiempo, costo, esfuerzo dando un valor agregado al negocio.

A continuación se presentan los alcances obtenidos al implementar la mejora de proceso en las áreas del nivel 2 el cual se encontraba parcialmente cubierta de acuerdo a los hallazgos realizados en una primera etapa:

- **Calidad de Procesos y Productos:**

Al tener definido un proceso para el aseguramiento de la calidad de procesos y productos se ha logrado, en lo operativo un aumento en la productividad al realizar una gestión de calidad dentro de la empresa, así mismo se logra reducir tiempo y costo por lo que los proyectos finalizan con éxito en los plazos y con los requisitos solicitados por el cliente.

- **Planificación de Trabajos:**

Al mejorar el plan de trabajos se logra establecer y definir el alcance del proyecto, así como la estimación de los recursos y esfuerzo de una manera más eficiente. El resultado es tener un proceso único, en el cual la organización trabaje bajo una planificación establecida y se puedan llevar registros de anteriores estimaciones y así definir de una manera más eficaz las actividades del proyecto para futuras implementaciones.

- **Monitorización y Control de Trabajos:**

Al mejorar el área de proceso de control se monitorean los progresos de los proyectos de una manera más eficiente con el cual se puede minimizar el número e impacto de futuros incidentes que degraden la calidad del servicio asimismo con esta implementación se logra contar con acciones correctivas en caso de no ser así.

- **Gestión de Acuerdos de Suministro:**

El tener un nuevo proceso permite conocer cuáles son las principales ventajas o dimensiones competitivas de la empresa y definir una estrategia global más clara y definitiva.

- **Gestión de Configuración:**

Al definir los elementos para la gestión de la configuración se logra gestionar cambios en los elementos, controlar la configuración de los entregables, resolución más rápida de los problemas, mayor nivel de seguridad, reducción de costos y una mayor rapidez en la restauración del servicio.

- **Medición y Análisis:**

Al contar con un plan de mejora se logran identificar de manera más objetiva las necesidades a evaluar de los procesos. Así se logra recoger, analizar y evaluar la información almacenada para apoyar y facilitar la toma de decisiones, además de cubrir las necesidades de la organización.

- **Prestación de Servicios:**

Al mejorar las áreas de proceso y ser orientadas a la prestación de servicios se tiene una comunicación más eficiente, la cual hace comprender a toda la organización las necesidades y objetivos de la empresa, así como las necesidades de los clientes.

El implementar mecanismos de mejora puede resultar costoso en principio, pero los resultados se evidencian al implementar un proceso de mejora logrando una eficiencia de trabajo dentro de la organización así como en la entrega de servicios, así mismo una vez implementado dicho proceso, las áreas que estaban parcialmente cubiertas del nivel 2 se encuentran totalmente cubiertas con el despliegue que se definió en cada área mostrada anteriormente la siguiente ilustración (19) muestra el nivel de satisfacción un vez implementado el proceso de mejora:

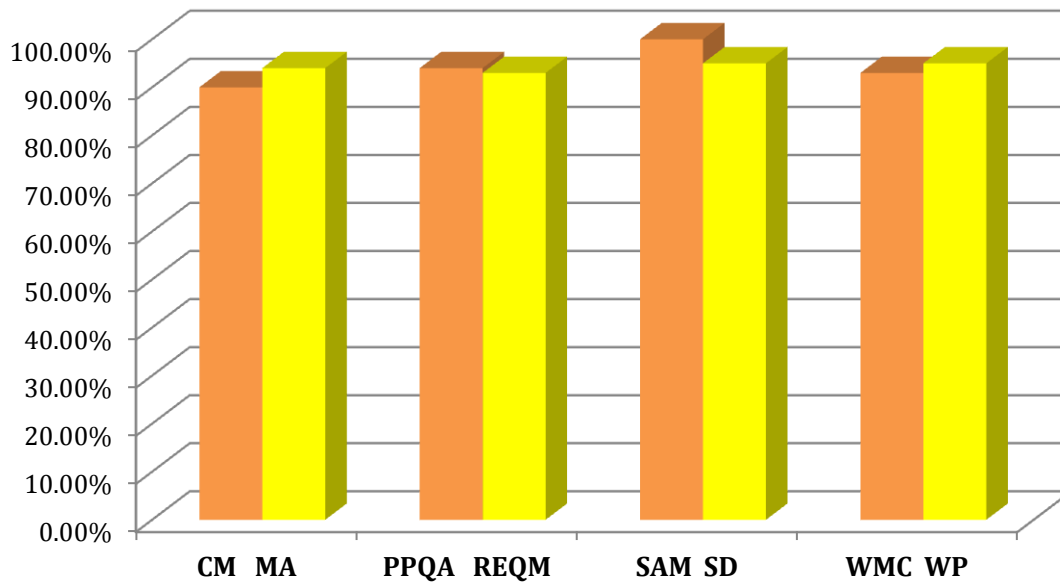


Ilustración 19 Niveles de implementación después de implementar el proceso de mejora al nivel 2, fuente propia.

### Resultados de la implementación del Nivel 3 – SVC.

Durante la implementación de mejora para el nivel 3 de servicios de CMMI, el trabajo con las áreas de proceso se realizó paralelamente con la mejora de proceso del nivel 2. Durante el proceso se trabajó primeramente con la definición y el enfoque de los procesos organizativos:

- **Definición Organizativa de Procesos (OPD)**
- **Enfoque Organizativo en Procesos (OPF)**

Esto con la finalidad de tener establecidos los procesos, criterios, modelos de ciclo de vida, repositorios de mediciones, bibliotecas de activos, reglas y guías de trabajo para los equipos. Al tener definido desde el comienzo estas áreas de proceso, se lograron establecer las oportunidades de mejora, planificar e implementar dichas acciones, es decir esta establecida, documentada, y existen métricas (obtención de datos objetivos) para la toma de decisiones y obtener objetivos más concretos.

El desarrollo de las áreas de proceso del nivel 3 SVC se realizó de acuerdo al Backlog priorizado, como se mencionó anteriormente los primeros procesos fueron OPD y OPF al tenerlos definidos el resultado de la mejora de los procesos en las demás áreas se muestra a continuación:

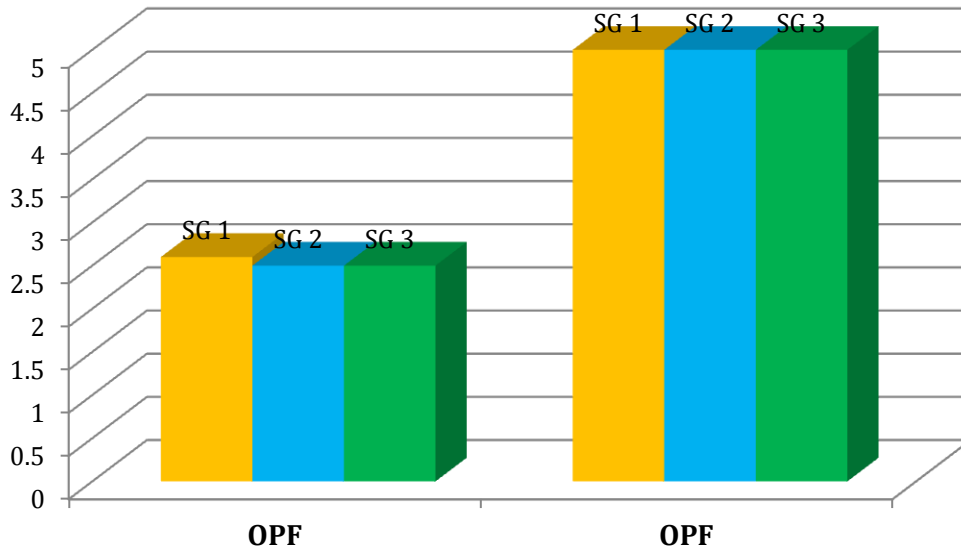


Ilustración 20 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (OPF), fuente propia.

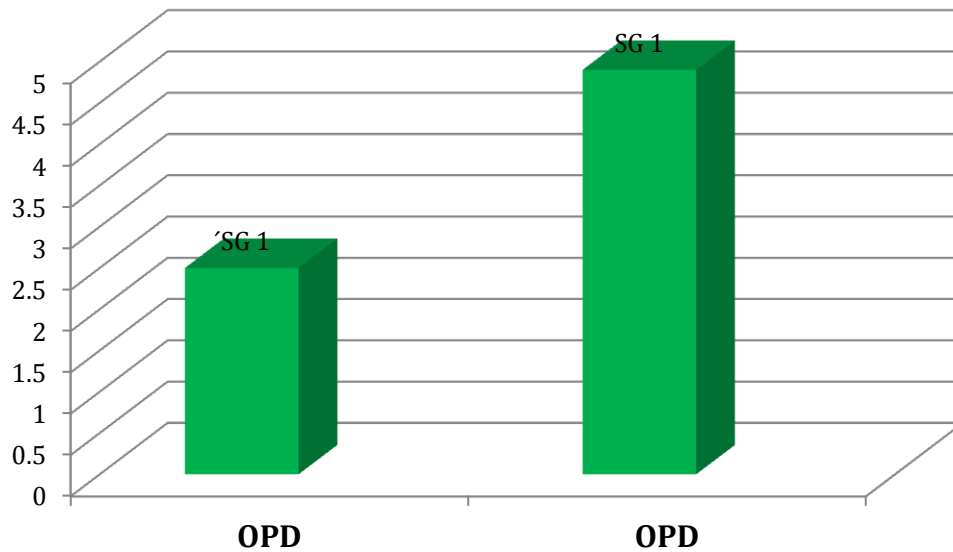
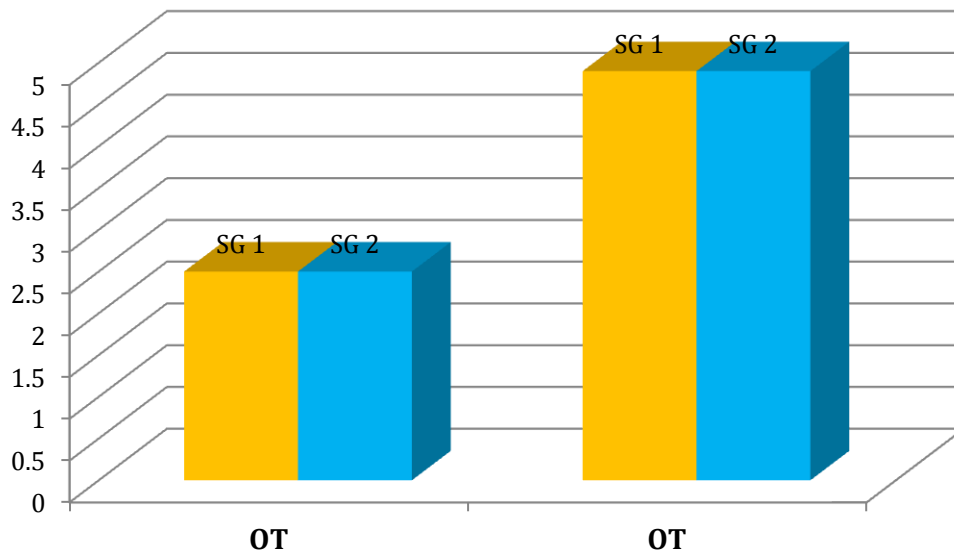


Ilustración 21 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (OPD), fuente propia.

- **Capacitación Organizativa (OT)**

Al tener implementado y definido un plan de capacitación se logra obtener un plan de carrera para los colaboradores, asimismo se tiene un registro de todos los colaboradores de la empresa con las habilidades de cada uno y las necesidades que se requieren para el desarrollo del personal. Teniendo un proceso se logra una identidad en la organización al elegir una formación interna y/o externa asimismo se logra establecer los pasos a seguir para que una capacitación se lleve a cabo.



**Ilustración 22** Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (OT), fuente propia.

- **Gestión Integrada de Trabajos (IWM)**

Con un plan para la integración de trabajos se logra coordinar y colaborar con las partes interesadas, identificando inquietudes en la entrega de los servicios de la organización, creando una línea de comunicación con intercambios periódicos con el cliente para asegurar que los incidentes sean atendidos de la manera adecuada y que los integrantes estén al tanto del estado del proyecto o servicio.

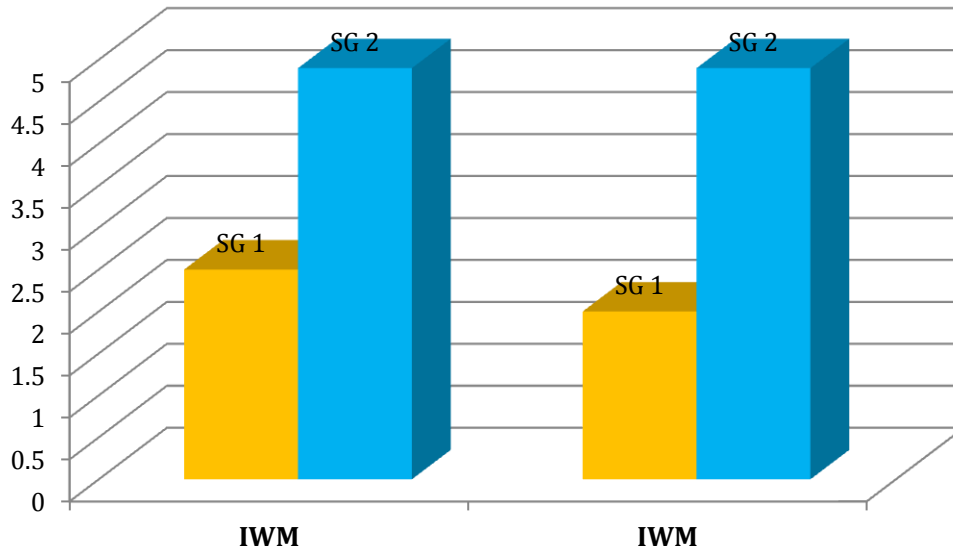


Ilustración 23 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (IWM), fuente propia.

- **Gestión de Riesgos (RKSM)**

Con un plan de riesgos definido, se logro integrar la gestión de todos estos riesgos favoreciendo la toma de decisiones, identificando e implementando nuevas herramientas operativas con el objetivo de mejorar el desempeño de la empresa así como mitigar posibles riesgos que impacten en los servicios de la empresa.

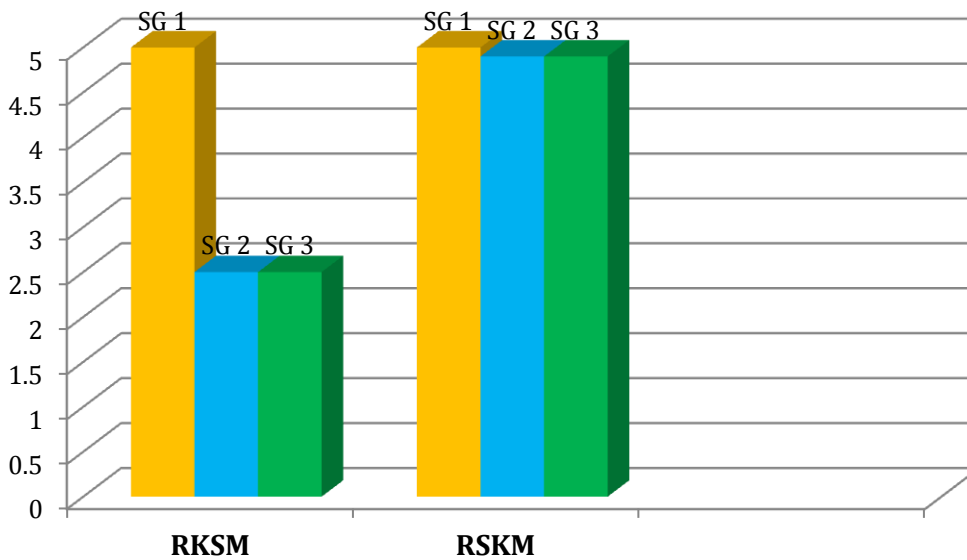


Ilustración 24 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (RKSM), fuente propia.

- **Análisis de Decisiones y Resolución (DAR)**

Al tener una mejora del área de proceso DAR se tiene un mejor monitoreo de proyecto, dentro del cual se optimiza la comunicación dentro de las organizaciones y se optimizan asimismo las distintas áreas dentro de la misma, creando una cultura organizacional.

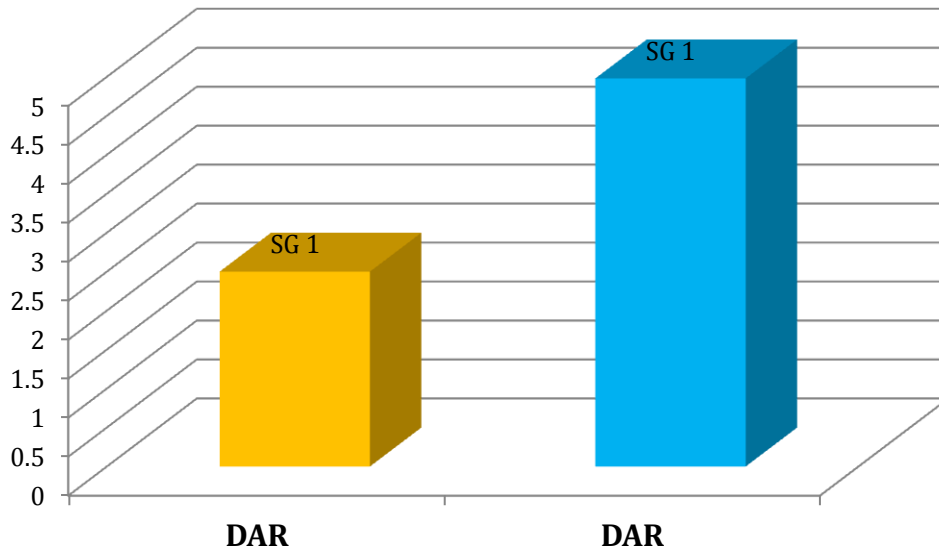


Ilustración 25 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (DAR), fuente propia.

- **Gestión de Capacidad y Disponibilidad (CAM)**

Al tener un plan de capacidad y disponibilidad se obtiene un desglose en el cual se puede distribuir la responsabilidad de trabajo, y por ende se obtiene un mejor control de los equipos de trabajo.

Asimismo se pueden determinar los requerimientos para los proyectos, cada uno único en algún sentido, con un plan de gestión de capacidad y disponibilidad que logra obtener lo que se requiere de algún conjunto de activos únicos para cada proyecto así como determinar la capacidad de instalaciones equipamiento y componentes dentro de la empresa.

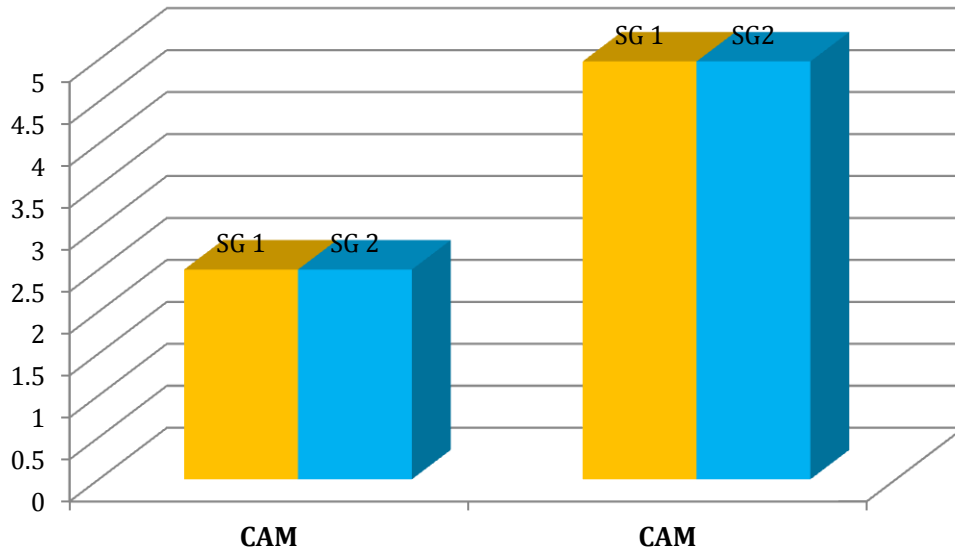


Ilustración 26 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (CAM), fuente propia.

- **Resolución y Prevención de Incidencias (IRP)**

Con la implementación de mejora dentro de esta área de proceso se logran identificar riesgos a tiempo y de una forma adecuada, con la finalidad de evitar inconvenientes futuros.

Así mismo con este plan se realizan análisis para determinar el impacto en los proyectos. Con el plan desplegado se pueden obtener medidas y un marco, el cual nos indique con que probabilidad ocurren los problemas.

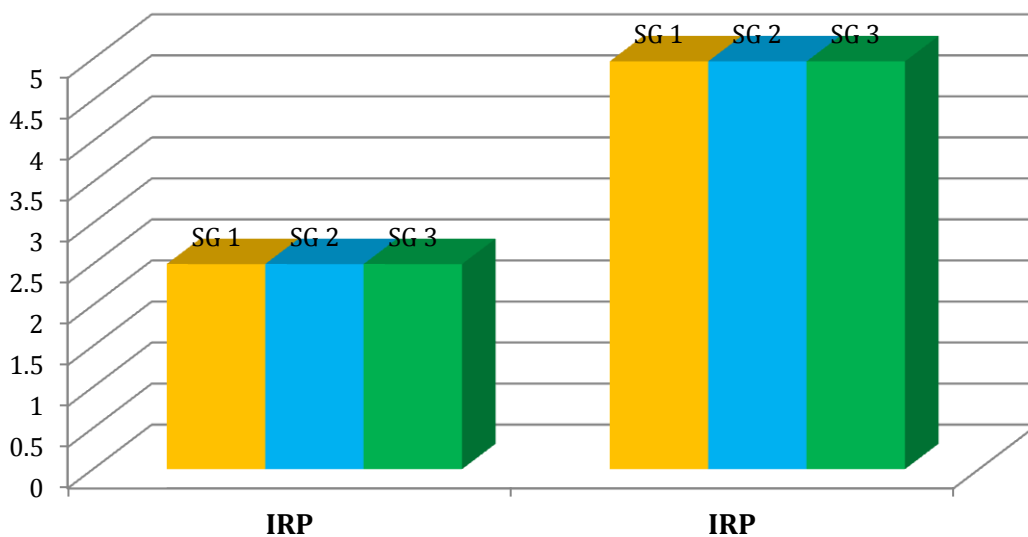


Ilustración 27 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (IRP), fuente propia.



- **Gestión Estratégica de Servicios (STSM)**

Al implementar la gestión de servicio dentro de la organización, se logro definir un plan estratégico, en el cual se plasmaron los principales objetivos, para cumplir con las misiones y metas de la empresa. Con esto se puede llevar el control y dar un seguimiento para identificar partes del proceso que afectan a los objetivos que se puedan medir.

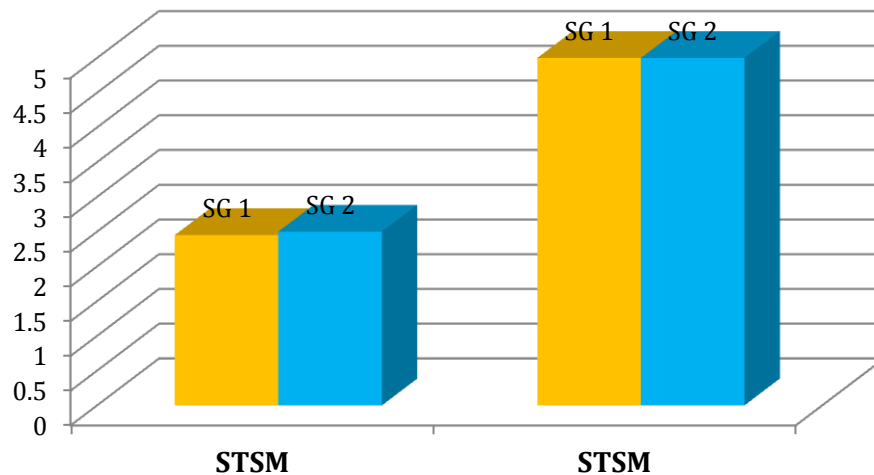


Ilustración 28 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (STSM), fuente propia.

- **Transición del Sistema de Servicio (SST)**

Al tener una planificación para la transición de los sistemas de servicio se obtiene una administración de los riesgos, así mismo se crean entornos de pruebas y producción, gestionando los recursos, los cambios, configuración, entregas y despliegues respondiendo mejor a los cambios de requisitos del cliente y llevando un mejor control de los riesgos.

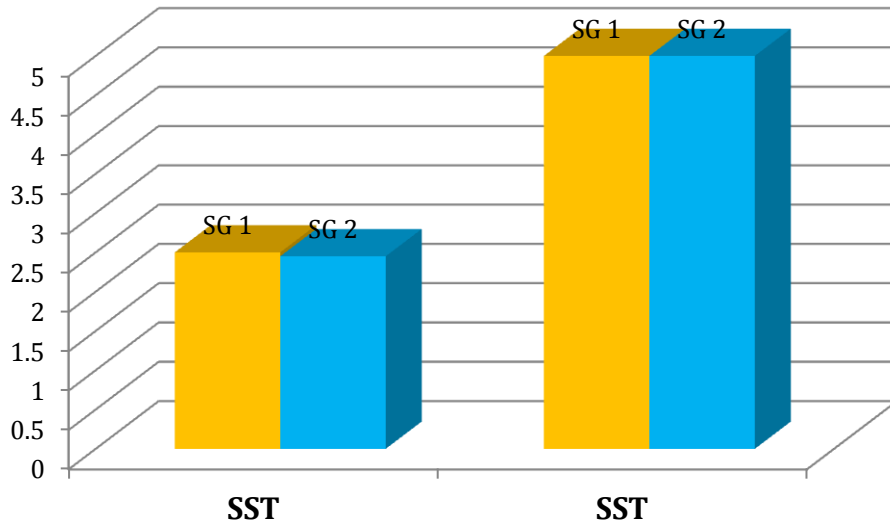


Ilustración 29 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (SST), fuente propia.

- **Continuidad del Servicio (SCON)**

Al contar con un plan de continuidad de servicio se mejora la confianza en la calidad del servicio entre clientes y usuarios, reduciendo el periodo de interrupción del servicio por causas de fuerza mayor, y poniendo a disposición del cliente las actividades de validación y verificación.

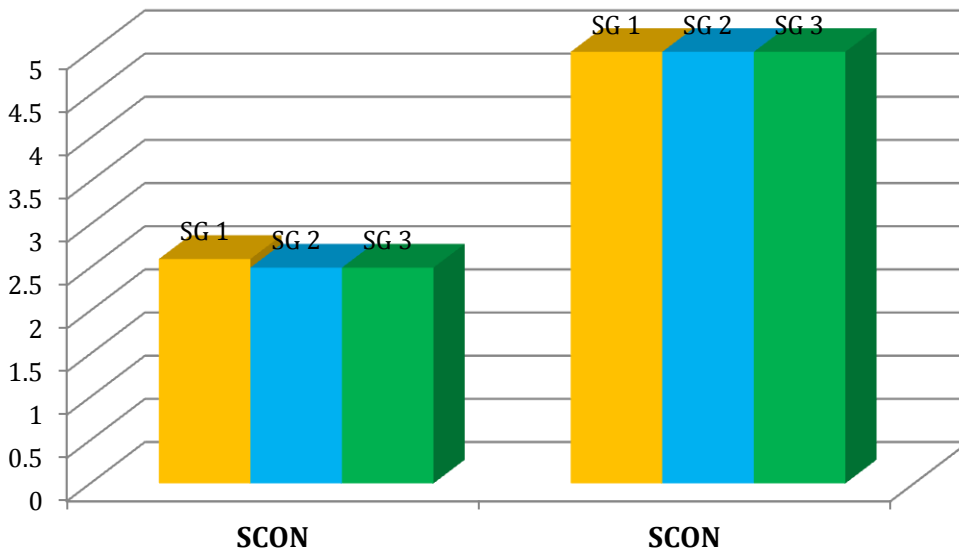


Ilustración 30 Niveles de satisfacción por área y metas específicas, previo y después del proceso de mejora (SCON), fuente propia.

Este análisis es indispensable para identificar y centrar las mediciones necesarias para cuantificar el estado y el rendimiento de los procesos dentro de la organización, así como ayudar a abordar las metas y objetivos del negocio.

Una vez finalizada la recolección de datos, el análisis de artefactos y la implementación de mejoras desarrollados en los anteriores niveles, se lleva a cabo la recopilación de información para la ejecución de cada práctica específica de las áreas de proceso del nivel de madurez 4, las cuales se resumieron y se muestran en el mapeo del área 4 CMMI-SVC.

### ***Resultados de la implementación de Nivel 4***

En esta sección se describen los resultados obtenidos al implementar las áreas de proceso de madurez 4 de CMMI, al tener los niveles 2 y 3 establecidos y ejecutados se logra obtener datos que servirán para la implementación del mismo.

#### **Rendimiento Organizativo de Procesos (OPP)**

El propósito del rendimiento organizativo de procesos es medir los resultados realizados en la aplicación de un proceso y se caracteriza por obtener las medidas del proceso por ejemplo, el esfuerzo, el tiempo, eficacia en la resolución de problemas, fiabilidad, capacidad, tiempo de respuesta ante incidentes y costos.

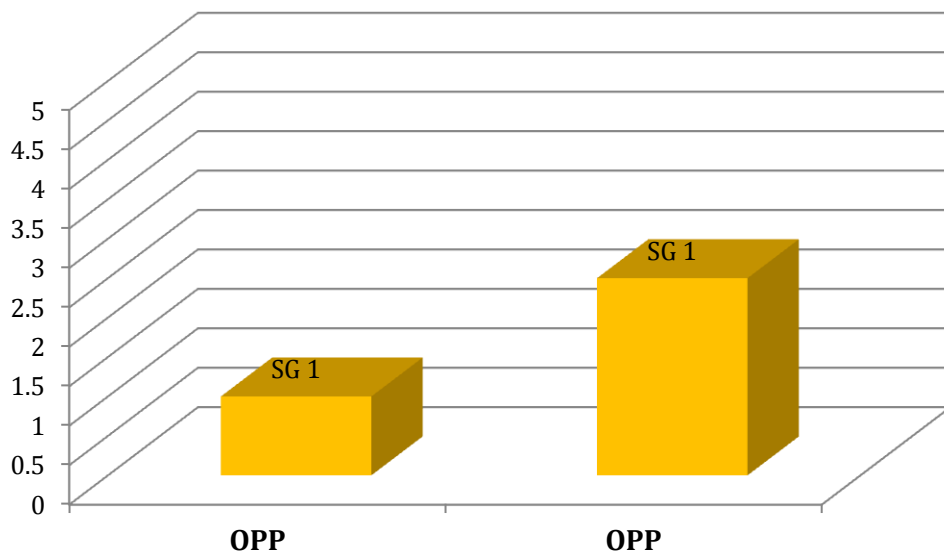
Debido a que anteriormente se estaba realizando el proceso de mejora, no se tenían los procesos estándares definidos, una vez ejecutada la implementación en los niveles 2 y 3, se llevo a cabo la ejecución del mismo en la cual se realiza a cabo la recolección de los activos para comenzar la implementación de las áreas de proceso de rendimiento organizativo y gestión cuantitativa de trabajo.

A continuación se presentan los resultados de la ejecución del proceso de mejora, asociados con el área de proceso OPP:

<b>Rendimiento Organizativo de Procesos (OPP)</b>				
<b>Meta Especifica</b>	<b>Practica Especifica</b>	<b>Satisfecha</b>	<b>Parcialmente satisfecha</b>	<b>No satisfecha</b>
1. Establecer líneas base y modelos de rendimiento	1.1 Establecer objetivos de calidad y rendimiento de procesos	100%	0%	0%
	1.2 Seleccionar procesos	60%	30%	10%
	1.3 Establecer medidas de rendimiento de procesos	10%	40%	50%
	1.4 Analizar el rendimiento y establecer líneas base de rendimiento de procesos	25%	40%	20%
	1.5 Establecer modelos de rendimiento de procesos	0%	30%	70%

**Tabla 28 Porcentaje de satisfacción para el rendimiento organizativo de procesos una vez implementado el proceso de mejora, fuente propia.**

Una vez realizado el proceso de mejora los cuales se aplicaron directamente a los artefactos de los niveles anteriores se obtiene un porcentaje de satisfacción parcial como lo muestra la tabla 28, partiendo de esto se realizaran acciones para cubrir totalmente con la meta especifica del área.



**Ilustración 31 Niveles de satisfacción de rendimiento de procesos, fuente propia.**

En cuanto al área de proceso OPP, los resultados obtenidos al llevar a cabo la implementación y acciones para mejorar los procesos son las siguientes:

- Al tener medidas establecidas se comprende mejor y documenta todas las solicitudes de mejora las cuales abarcan desde el diseño, desarrollo y entrega de los servicios durante todo el ciclo de vida del proyecto, verificando que estos requisitos están siendo cumplidos.
- Control en los procesos, lo cual nos ayuda a identificar los niveles de estrés, el tiempo y la eficiencia de las mediciones en la eliminación de defectos y de productos, por ejemplo el tiempo de respuesta.
- Se determina si los procesos se comportan de manera consistente y tienen tendencias estables, es decir, son predecibles.
- Se establecen criterios para determinar si un proceso o subproceso debe estar estadísticamente administrado, y determinar las medidas pertinentes y los recursos necesarios que se utilizarán en dicha administración.
- Se establecen medidas de acuerdo a los objetivos de rendimiento de proceso.

A través de la mejora de procesos se pueden tomar las decisiones adecuadas apoyadas de métricas para identificar problemas potenciales y luego se puedan tomar las medidas necesarias para corregirlos.

Dentro de este análisis en la organización se desarrollaron métricas conforme al plan de trabajo para ayudar a los equipos de trabajo y de proyectos a obtener una mejor visión del proceso de desarrollo y entrega de los servicios.

Así mismo los miembros de los equipos responsables de gestión de la calidad de productos de software utilizan herramientas en las cuales llevan un registro de las tareas realizadas en donde todos los miembros del equipo tienen bien definidos y documentados sus responsabilidades.

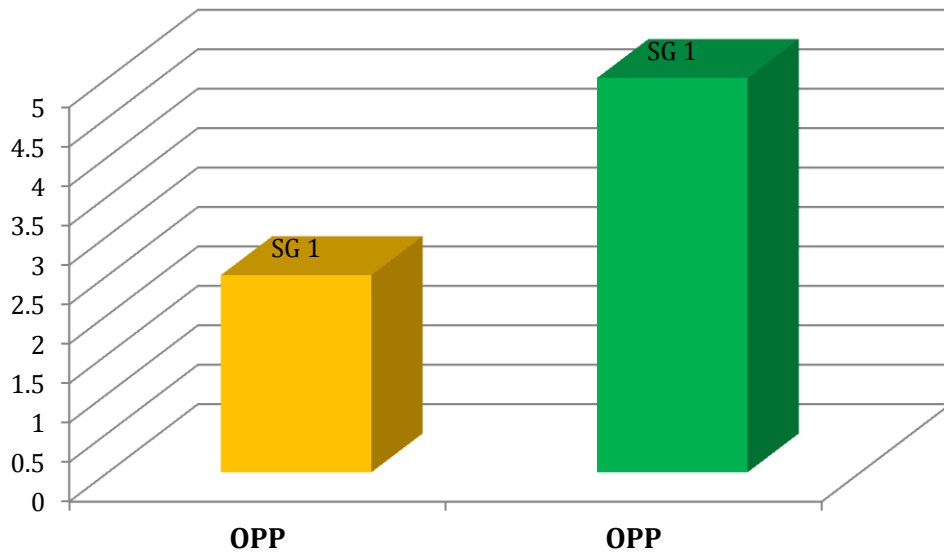


Ilustración 32 Nivel de satisfacción y cumplimiento del proceso OPP, fuente propia.

### Gestión Cuantitativa de Trabajos (QWM)

El propósito de la gestión cuantitativa de trabajos se establece de acuerdo con el área de procesos de la organización, en donde se identifican los objetivos de calidad, medidas de rendimiento de procesos y líneas de base.

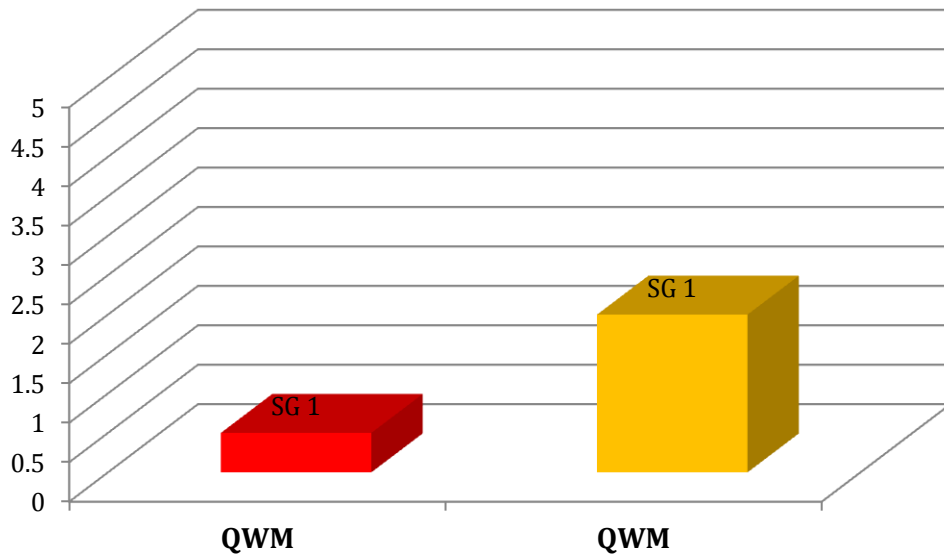
A continuación se presentan, los resultados de la ejecución de los procesos asociados con el área de proceso de QWM una vez que se realizó la ejecución del proceso de mejora en los niveles 2 y 3:

<b>Gestión Cuantitativa de Trabajos (QWM)</b>				
<b>Meta Especifica</b>	<b>Practica Especifica</b>	<b>Satisfecha</b>	<b>Parcialmente Satisfecha</b>	<b>No satisfecha</b>
<b>1. Preparar la gestión cuantitativa</b>	1.1 Establecer los objetivos del trabajo	65%	35%	0%
	1.2 Componer el proceso definido	20%	40%	40%
	1.3 Seleccionar subprocesos y atributos	50%	40%	10%
	1.4 Seleccionar medidas y técnicas de análisis	60%	30%	10%
<b>2. Gestionar el trabajo cuantitativamente</b>	2.1 Monitorizar el rendimiento de los subprocesos seleccionados	50%	25%	15%
	2.2 Gestionar el rendimiento del trabajo	80%	20%	0%
	2.3 Realizar análisis de causas raíces	40%	60%	0%

**Tabla 29 Porcentaje de satisfacción para el área de gestión cuantitativa una vez implementado el proceso de mejora, fuente propia.**

En la gestión cuantitativa es importante tener confianza en las estimaciones, es decir, ser capaz de predecir en qué medida el proyecto, es capaz de alcanzar sus objetivos de calidad y el rendimiento del proceso.

Una vez realizado el proceso de mejora los cuales se aplicaron directamente a los artefactos de los niveles anteriores se obtiene un porcentaje de satisfacción parcial como lo muestra la tabla 29. Partiendo de esto se realizaran acciones para cubrir totalmente con la meta especifica del área.



**Ilustración 33 Nivel de satisfacción del proceso QWM antes y después de la ejecución de mejora de procesos, fuente propia.**

Dentro del área de proceso de QWM se llevaron a cabo las siguientes implementaciones y acciones para mejorar los resultados:

- Se estableció un marco para el seguimiento del proyecto y tomar las medidas de acciones.
- Se efectúa una gestión estadística para el desempeño de procesos y subprocesos, asimismo se hace uso de medidas y técnicas de análisis y la aplicación de métodos estadísticos para entender la variación de los mismos.
- Se lleva una supervisión en el rendimiento de los subprocesos seleccionados, y un registro estadístico de los datos en gestión, para determinar si se están cumpliendo los objetivos de calidad de los servicios y el rendimiento de los proceso, e identificar las acciones correctivas apropiadas.
- Se lleva un registro estadístico de gestión de la calidad, en el repositorio de medición de la organización. De igual manera se seleccionan medidas y técnicas adecuadas para el análisis que se utilizaran en la gestión de estadísticas de los subprocesos seleccionados.



De este modo utilizando los datos estadísticos servirán para predecir si el proyecto será capaz de lograr sus objetivos y el desempeño de calidad así como identificar las acciones correctivas a tomar contra posibles incidencias.

Los resultados del análisis de los datos se revisaron con los responsables del área antes de su difusión. Con estas actividades el nivel de satisfacción de QWM se muestra a continuación:

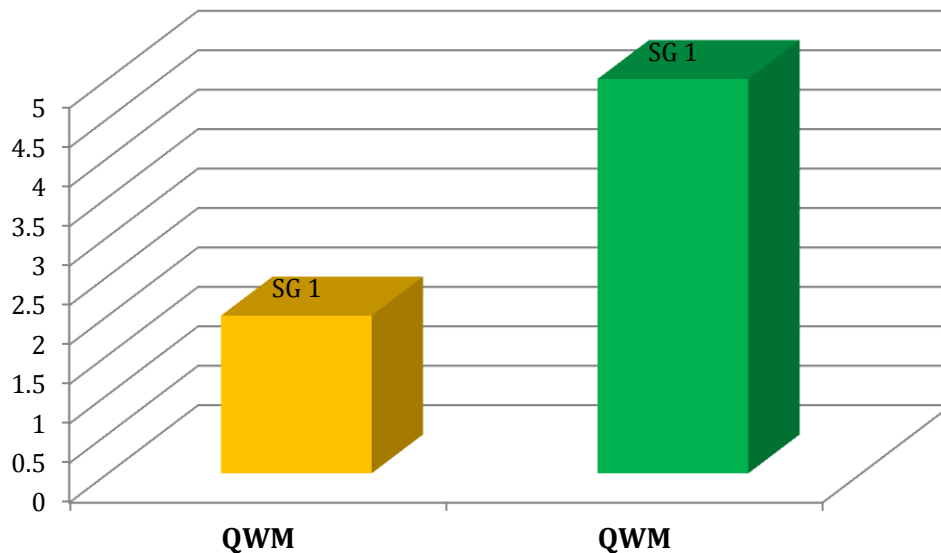


Ilustración 34 Nivel de satisfacción y cumplimiento del proceso QWM, fuente propia.

Una vez que la organización cuenta con mediciones, datos analíticos y técnicas para caracterizar los procesos, es capaz de:

- Determinar si los procesos se comportan de manera coherente.
- Identificar que el rendimiento de los procesos esta dentro de los límites naturales y que los procesos sean consistentes en la implementación a los equipos de trabajo.
- Establecer criterios para determinar si un proceso o subproceso deben ser gestionados y estadísticamente determinar las medidas pertinentes y las técnicas analíticas que se utilizarán en esta dirección.
- Identificar los procesos que muestren un comportamiento impredecible, así mismo mejorar los procesos estándar de la organización.

Así mismo los miembros del equipo de trabajo llevan cabo reuniones internas para revisar el estado del proyecto con el fin de obtener un control más estricto de los proyectos, los cuales ahora son monitoreados de acuerdo a los planes de los proyectos definidos.

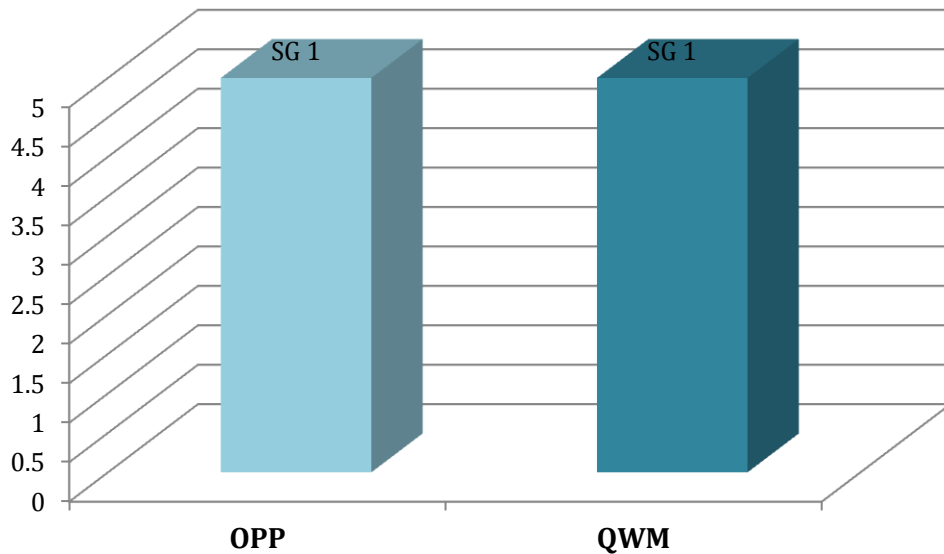


Ilustración 35 Niveles de satisfacción de las áreas OPP y QWM nivel 4 SVC, fuente propia.

Una vez implementado el proceso de mejora la empresa que contaba con 18 activos de los cuales algunos fueron eliminados y otros fueron adaptados y mejorados para el cambio de constelación a servicios se pasa a tener un total de 50 activos de los cuales quedaron implementados y ejecutados de manera correcta para la posterior evaluación SCAMPI A en sitio.

## 4.2 Conclusiones

La implementación de modelos de mejora como CMMI en los procesos de desarrollo de software y entrega de servicios producen cambios positivos y de alto impacto en los procesos organizacionales de las empresas, llegando a crear y transformar la cultura organizacional, mejorando en este caso el desempeño de forma positiva para la organización, con lo que se comprueba la hipótesis propuesta.

Por ello el reto que conlleva el implementar una mejora de procesos, el llevar una planificación total de todo el trabajo a realizar y el afinamiento del mismo hizo que fuera un reto difícil.

Sin embargo, para que el impacto final fuera positivo fue necesario el compromiso de cada uno de los integrantes involucrados (Directivos, Gerentes de Área y Equipos Operativos) en el proceso y tener una disciplina de trabajo muy alta con el fin de conseguir una entrega de servicios más eficiente con los más altos estándares de calidad dando un valor agregado al negocio.

En el caso de la empresa objeto de estudio de este trabajo, aunque inicialmente se tenían herramientas y procedimientos que se requieren para tener una valoración positiva para el nivel 4 del modelo CMMI-SVC, se tuvo que llevar una exhaustiva recolección de artefactos desde entrevistas hasta la recolección de archivos físicos para comenzar con el proceso de mejora los cuales no son presentados en este documento por un acuerdo de confidencialidad con la empresa.

Al iniciar el proceso de adopción del modelo CMMI como estrategia de mejoramiento, se comienza cuanto antes una implementación de un modelo de medición e indicadores de proceso que permita generar métricas de desempeño, para que, posteriormente pueda evaluarse cuantitativamente las mejoras alcanzadas en cada área de proceso.

Las inversiones para la implementación del modelo CMMI son considerables y pueden afectar presupuestalmente a pequeñas y medianas empresas. No obstante, en el caso de la empresa en estudio, la percepción de la Dirección de la empresa desarrolladora de software, es que esta es una inversión que vale la pena por los resultados conseguidos y percibidos con la implementación del modelo y el mejoramiento de sus procesos, manteniendo la reserva de las cifras de inversión por políticas de confidencialidad.

Si este proyecto fuera de consultoría tendría un costo de \$50 dólares por hora, la implementación abarco un periodo de 6 meses (noviembre 2015 a abril 2016) por lo que el costo del proyecto sería de \$52,800.00 dólares en mercado base esto aunado a los cursos de especialización que tuve que cursar. Sin embargo participaron más elementos en el desarrollo de la implementación.

Las materias que sirvieron de sustento y de antecedentes como se menciona en el capítulo 2, para esta tesis fueron:

- Ingeniería de software
- Probabilidad y estadística
- Validación y verificación de software
- Negocios electrónicos
- Administración de proyectos de software
- Temas selectos de ingeniería de software
- Desarrollo empresarial
- Costos y Evaluación de proyectos

Algunas de estas materias debería de tener un mejor nivel de los docentes, dado que salvo dos de ellas: ingeniería de software y negocios electrónicos, el resto se quedaron en temas teóricos con un esquema de obsolescencia presente, dado que presentaban temas que en el mundo de la ingeniería real no se ocupan ya, desde temas sencillos como el costeo de proyectos por línea de software a temas como no considerar valores presentes netos con monedas de otros países. El colaborar con otros profesionales del área de informática y con perfil de administración me enseñó también otras perspectivas muy importantes en el orden y control de empresa que debe tenerse.

Otros de los puntos que pude comprender en esta tesis al colaborar con profesionales de la integración de software e integradores de nivel mundial es la falta de visión en el plan de estudios de la carrera de ingeniería en integrar prácticas profesionales o presentar temas de administración de empresa con directores reales, no meros administrativos que desempeñan trabajos para los cuales no pueden compartir un conocimiento real, tuvimos casos de los proyectos que trabajando con empresas de otros países se tuvieron que tomar decisiones de peso con la poca información que se tenía en ese momento y cuyo tomador de decisión era la persona a cargo en ese proyecto, no podía escalar de mas, tenía el suficiente empoderamiento para lograrlo y ejercerlo, en la Facultad no enseñan liderazgo, y sólo genera personal técnico que sabe hacer lo que se le indica y no se fomenta el pensar o cuestionar temas de negocio, que estando en el desarrollo de esta tesis comprendí que es necesario, al menos a mi me hubiera facilitado muchos procesos.

Durante esta etapa tuve que invertir en cursos de metodologías ágiles que deberían impartir en la carrera en los módulos de software, Scrum en mi caso, pero si es importante mencionar que los que den el curso deben tener experiencia real, porque las consecuencias son relevantes en la forma de aplicar.

El proceso de mejora de las organizaciones de software debe ser continuo, es necesario que materias como probabilidad y estadística enseñen temas de mayor nivel para que puedan ser aplicados por ingenieros, ampliamente escuche en la carrera que nos dan una base para entender, pero ya cuando aplique modelos percibí que la estadística diferencial que nos dieron en la escuela fue básica, para

llevar a cabo mi trabajo pude colaborar con actuarios y matemáticos que me explicaron cómo aplicarla, aquí también otro mito que ha generado algunos impartidores de materias de la escuela, que los ingenieros aplicamos, después de colaborar con tres empresas vi que los que más aplican temas de matemáticas y programación son de perfil de Ciencias, a los ingenieros en computación, al menos donde estuve, los tiene más como programadores y documentadores, dado que no todos tienen abstracción matemática de buen nivel aplicada, siendo los gerentes personas del área de licenciatura en informática y de ciencia de computación o ingenieros en informática.

El modelo CMMI lo utilizan empresas líderes a nivel mundial y es un proceso que mejora significativamente la calidad de las empresas, dada la experiencia de mejores prácticas a nivel mundial, a diferencia de otros modelos como MoProSoft que desafortunadamente tiene pocos usuarios que usan este modelo y que solo son competitivos regionalmente, MoProSoft sería un buen ejemplo académico para una introducción a los modelos de madurez de clase mundial como lo es CMMI, por lo que recomiendo ampliamente a CMMI como una metodología para cualquier organización de desarrollo de software o soluciones que quiera ser competitivo a nivel mundial.

Menciono que el Gobierno Federal, particularmente Secretaría de Economía y el PROSOFT están haciendo esfuerzos importantes para impulsar el desarrollo de empresas mexicanas, esto lo había escuchado en una clase en la carrera, ingeniería de software obviamente, pero hasta que entré a desarrollar esta tesis vi la relevancia e importancia de estos programas.

La tesis me sirvió para reafirmar algunos los conocimientos que dan en la Facultad de Ingeniería así como redactar un documento en el cual pueda plasmar el conocimiento aprendido. Considero que cualquier ingeniero se debe de titular por medio de tesis por todo el conocimiento adicional que genera la investigación y sobre todo porque es un caso práctico en lo particular. Después de dos años de estar trabajando en el mundo de la ingeniería consolido en este documento la experiencia académica y profesional.

Finalmente agradezco a la institución y a su Consejo de Administración el apoyo que me brindo al permitirme el acceso a su proyecto de certificación, brindarme capacitación adicional, el espacio en su oficina, así como a la oficina de proyectos que dirigió el proceso, les deseo éxito en el SCAMPI que está programado dentro de unos meses, conforme el proceso del órgano validador.



## Bibliografía

Elmasri, R. (2007). *Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos*. México, D.F, México: Pearson Educación S.A.

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)

Álvarez C. (2002). Órganos reguladores de Telecomunicaciones. Obtenido en marzo 2, 2016, de la página <http://www.tfjfa.gob.mx/investigaciones/pdf/organosreguladores.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>

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.

CMMI Institute. (2011). Introduction to CMMI Appraisals. Obtenido en febrero 20, 2016, 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)

Carnegie Mellon University. (2010). CMMI para Desarrollo, Versión 1.3. Obtenido en Abril 13, 2016, de la página

<http://www.sei.cmu.edu/library/assets/whitepapers/Spanish%20Technical%20Report%20CMMI%20V%201%203.pdf>

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 abril 25, 2016, de la página <http://www.redalyc.org/pdf/1942/194222473013.pdf>

Facultad de Ingeniería Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis “Modulo de Evaluación de procesos en el desarrollo de Software” Iván Almaguer Obtenido en Diciembre 27, 2015, de la dirección

<http://132.248.9.195/ptd2015/octubre/307033945/Index.html>

CMMI México y el Mundo, Recuperado el 18 de noviembre de 2015 de, <https://everac99.wordpress.com/2015/09/15/CMMI-en-mexico-y-el-mundo-2015>

ISACA. (2012). Un Marco de Negocio para el Gobierno y la Gestión de las TI de las empresa. Obtenido el 19 diciembre de 2015, de la página [www.isaca.org](http://www.isaca.org)

Gómez, P. (2007). MoProSoft: Un Camino Hacia el Éxito Mundial en el Desarrollo del Software Mexicano. Obtenido en marzo 6, 2016, de la página

<http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/publications/congress/PggITP07.pdf>

Oktaba, H. (2005). Modelo de Procesos para la Industria de Software. Obtenido en Febrero 17, 2016, de la página <http://kualikaans.fciencias.unam.mx/images/kuali/documentos/MoProSoft.pdf>

CMMI para Servicios, Versión 1.3, Mejorando procesos para proporcionar mejores servicios Noviembre 2013, <http://CMMIinstitute.com/>

P.Runeson, M. Host, A.Rainer y B.Regnell, Cause Study research un Software Engineering, Guidelines and Examples, Wiley 2012.

Secretaría de Economía. (2007). Programa para el Desarrollo de la Industria del Software Prosoft. Obtenido en febrero 6, 2016, de la página <http://www.economia.gob.mx/?P=1128>

García, M. y Garzás, J. (2008). La certificación por niveles de madurez de ISO/IEC 15504. Obtenido en febrero 18, 2016, de la página <http://www.kybeleconsulting.com/wp-content/uploads/2011/11/MCGarcia>

Garzás, Fernández y Piattini (2009). Una aplicación de la norma ISO/IEC 15504 para la evaluación por niveles de madurez de Pymes y pequeños equipos de desarrollo REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, vol. 5, núm. 2, pp. 88-98.  
Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92217153012>

Gutiérrez, Piñón y Sapién (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. Disponible en <http://132.248.164.227/congreso/docs/xvii/docs/2G.pdf>

Guía SBOK (2016). SCRUMstudy™. Una guía para el conocimiento de Scrum.

Chang Iriarte, Olimpia Jacqueline; Panta Zavala, Jackeline, Mejora de procesos mediante BPM, prácticas ágiles y CMMI para el servicio de fábrica de software, 2013.

Echavarría Ramírez y Nader Ceballos, Tesis de maestría "Uso del área de proceso Service Delivery (SD) de CMMI for services, versión 1.3 como guía para servicios en bibliotecas universitarias en el Valle del Cauca", 2012.

Ming Lang, Sung, A Process Improvement Approach of the Project Monitoring and Control to Small IT Service, 2015.

Computer Weekly News, iBASEt Appraised at CMMI Level 3 for Product and Service Development, 2016.

Ardila y Pino, Panorama de gestión cuantitativa de procesos de desarrollo de software en pequeñas organizaciones, 2013.

Proyectos Ágiles. (2008). *Lista de objetivos / requisitos priorizada (Product Backlog)*. [online] Disponible en: <https://proyectosagiles.org/lista-requisitos-priorizada-product-backlog/> [Accessed 16 Jun. 2016].



Anon, (2016). Disponible en:  
<https://www.bac.net/bacsan jose/esp/banco/nuestraemp/nemiso9001.html>. Recuperado el 16 Diciembre. 2015].

P.B. Crosby (2011). Quality is free. the art of making quality certain by Philip B. Crosby.

Eumed.net. (2016). *Descripción de las metodologías existentes para el desarrollo de software*. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2009c/584/Descripcion%20de%20las%20metodologias%20existentes%20para%20el%20desarrollo%20de%20software.htm>

Acuña Brito Eumed.net. (2009). *Descripción de las metodologías existentes para el desarrollo de software*. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2009c/584/Descripcion%20de%20las%20metodologias%20existentes%20para%20el%20desarrollo%20de%20software.htm>

Facultad de Ingeniería Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de maestría “Innovación de procesos en una PyME de desarrollo de software con base en los modelos de procesos moprosoft y cmmi” Rodrigo Torres Garibay Obtenido en Enero 12, 2016, de la dirección  
<http://132.248.9.195/ptd2014/octubre/404055482/Index.html>

Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México, Tesis de maestría “HERRAMIENTA DE ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS PARA MOPROSOFT” Brenda Daniela Torres Castillo Obtenido en marzo 12, 2016, de la dirección  
<http://132.248.9.195/ptd2009/enero/0638156/Index.html>

Facultad de Estudios Superiores Acatlan, Tesina “Métricas para la calidad del software en el diseño de un Sistema de Gestión de Incidencias Orientado a Objetos” Anabel Jiménez Cano Obtenido en marzo 30, 2016, de la dirección  
<http://132.248.9.195/ptd2013/mayo/303024538/Index.html>

Pressman, R. (2010). Ingeniería del software: Un enfoque práctico (7.ª ed.). México; McGraw Hill.

Hughes & Cotterell (2009). Software Project Management, 5 edición. ISBN-13 978-0-07-712279-9. ISBN-10 0-07-712279-8. McGraw-Hill Education

CMMI Institute. (2016). Introduction to CMMI Appraisals. Obtenido en abril 16, 2016, de la página <http://cmmiinstitute.com/>