

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY
PROGRAMA DE GRADUADOS EN MECATRONICA
Y TECNOLOGIAS DE INFORMACION



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY

CASO DE ESTUDIO DE USO DEL MODELO OMMI APLICADO EN
LA PLANEACION DE UN PROYECTO DE TECNOLOGIAS
DE INFORMACION

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRA EN ADMINISTRACION DE TECNOLOGIAS
DE INFORMACION

POR:

PAULINA JASIBE GALINDO MANRIQUE

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 2011

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

PROGRAMA DE GRADUADOS EN MECATRONICA
Y TECNOLOGIAS DE INFORMACION



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

CASO DE ESTUDIO DE USO DEL MODELO CMMI APLICADO EN
LA PLANEACION DE UN PROYECTO DE TECNOLOGIAS
DE INFORMACION

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRA EN ADMINISTRACION DE TECNOLOGIAS
DE INFORMACION

POR:

PAULINA JASIBE GALINDO MANRIQUE

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 2011

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**



**TECNOLOGICO
DE MONTERREY®**

**CASO DE ESTUDIO DE USO DEL MODELO CMMI
APLICADO EN LA PLANEACIÓN DE UN PROYECTO DE
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRA EN ADMINISTRACION DE
TECNOLOGIAS DE INFORMACION

PAULINA JASIBE GALINDO MANRIQUE

MONTERREY, N.L.

JUNIO DEL 2011

CASO DE ESTUDIO DE USO DEL MODELO CMMI APLICADO EN
LA PLANEACIÓN DE UN PROYECTO DE TECNOLOGÍAS DE
INFORMACIÓN

PAULINA JASIBE GALINDO MANRIQUE

TESIS

Presentada al Programa de Graduados en Mecatrónica y
Tecnologías de Información

Este trabajo es requisito parcial para obtener el grado de Maestría en
Administración de Tecnologías de Información

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

JUNIO 2011

Dedicatoria

Quisiera dedicar este trabajo de investigación principalmente a toda mi familia por su invaluable apoyo, esfuerzo y comprensión que me brindaron a lo largo de esta trayectoria y quienes estuvieron siempre presentes en todos esos momentos tan importantes que me inspiraron a seguir adelante. A mi abuelita Alicia que siempre ha estado pendiente de mí y de mis logros como persona y a quien quiero y respeto mucho por siempre enseñarme como ser mejor en la vida. Es mi ejemplo personal a seguir, y a pesar de la distancia y las pocas veces en que la vea, siempre la llevo en mi corazón.

A mis padres Alicia y Jesús quien a lo largo de mi vida me han enseñado el valor del coraje y la fortaleza de encarar las adversidades y siempre ver el lado triunfante y positivo de las cosas. Me han dado todo lo que soy como persona: mis principios, mis valores, mi empeño y mi perseverancia ante cualquier situación; y sobre todo por su amor incondicional.

A mis hermanos Alicia y Jesús que vivieron de forma más directa el esfuerzo realizado en este trabajo y que siempre me estuvieron guiando y llenando de alientos para cumplir este objetivo. Sus consejos, palabras y momentos vividos en este proceso me han permitido ver la alegría y dicha de las cosas que realizas con esfuerzo.

A mi primo Tony que me brindó consejos prácticos y me ayudó a expandir mis perspectivas a lo largo de este trabajo. Su apoyo, cariño y empuje recibidos para este trabajo fueron muy reconfortantes.

A Camilo, mi mejor amigo, que siempre estuvo a mi lado durante la realización de este trabajo, cuyo cariño y confianza incondicionales siempre se hicieron latentes en este trabajo.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por ser mi guía en el camino del bien y el éxito. El tenerme con vida para poder realizar este trabajo y disfrutar de mis triunfos con mi familia. Por mantener a todos mis seres queridos con salud y bienestar y mantenerlos siempre a mi lado.

Gracias a mis padres y a mi familia por estar siempre a mi lado brindándome su cariño y amor incondicional e indicarme el camino más fácil de hacer las cosas. Por enseñarme a ser la persona que soy y por demostrarme su apoyo y ayuda en todo momentos.

Agradezco a mi asesor el Dr. Miguel Ángel Pérez por haber confiado en mí, por su infinita paciencia, el ánimo, los consejos y su apoyo en la dirección de este trabajo.

Gracias también a todos mis amigos que me apoyaron y me hicieron pasar muy felices momentos durante la elaboración de este trabajo: Lili, Paco, Orison, Mauricio, Roberto y Alonso.

Agradezco de forma especial a Xochitl Morales, quien me ayudó y me asesoró de forma consistente en las cuestiones y dudas que se me fueron presentando para realizar esta tesis. La forma desinteresada de brindarme siempre su apoyo fue invaluable.

Gracias a Carmen Reyes por brindarme su apoyo y el tiempo necesario y requerido para poder dedicarme en concluir este trabajo y sobre todo por su comprensión en todo momento.

Gracias a todos.

Resumen

Día a día muchas organizaciones se preguntan de forma frecuente el porqué de la importancia de los procesos que se realizan diariamente. Los procesos ayudan a mejorar la fuerza de trabajo de una organización a llegar a la visión y misión establecidas por la misma. El modelo de Capacidad de Madurez es una herramienta que permite a las organizaciones a mejorar los procesos establecidos. Las mejores prácticas del modelo CMMI permiten a las organizaciones a relacionar las actividades gerenciales y de ingeniería con los objetivos del negocio, implementar mejores prácticas e incorporar lecciones aprendidas en áreas funcionales.

Esta investigación tiene como alcance el analizar y demostrar la efectividad de la metodología de CMMI en la administración de proyectos de tecnologías de información en la etapa de planeación. También se pretende resaltar los elementos que apoyan la aplicación de esta metodología y la importancia de ésta aplicación en organizaciones que implementan proyectos de tecnologías de información y documentar los resultados de la utilización de la metodología del CMMI Nivel 2.

La presente tesis se divide en cinco etapas: la primera es dar a conocer los objetivos y alcance de esta investigación, la segunda etapa consiste en dar a conocer antecedentes de ésta metodología; sustentando y justificando la importancia del CMMI en la actualidad. La tercera etapa se refiere a la metodología aplicada para la realización de este trabajo. La cuarta etapa se refiere al estudio y documentación del caso real estudiado y por último la quinta etapa considera los hallazgos encontrados y las conclusiones finales.

Contenido

Portada	i
Hoja de aceptación	ii
Segunda Portada	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Contenido	vii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tablas	x
Capítulo 1. Introducción	11
1.1 Motivación	12
1.2 Objetivo.....	13
1.3 Justificación.....	13
1.4 Alcance.....	15
1.5 Preguntas de investigación.....	16
1.6 Resultados esperados	16
Capítulo 2. El modelo CMMI	18
2.1 Introducción	18
2.2 Antecedentes del CMMI	19
2.3 Disciplinas del CMMI.....	21
2.4 Áreas de proceso del CMMI	23
2.5 Niveles de madurez del CMMI	27
2.6 Estructura del CMMI en su representación por etapas.....	33
2.7 Estructura del CMMI en su representación continua.	35
2.8 Productos de evaluación del CMMI.....	37
2.8.1 Método SCAMPI.....	38
2.9 Importancia del modelo CMMI en los ambientes organizacionales actuales	40
2.10 Utilización del CMMI en la actualidad	42
2.10.1 El caso mexicano.....	44
2.11 Problemática de las empresas que no han utilizado la metodología del CMMI	51
2.12 Beneficios de la aplicación del CMMI en la industria	52
2.13 Conclusiones	55
Capítulo 3. Diseño de la investigación	57
3.1 Introducción	57
3.2 El caso de estudio como método de investigación	58
3.3 Método histórico comparativo	58
3.4 Conclusiones	61

Capítulo 4. Estudio del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	63
4.1 Introducción	63
4.2 Contexto de la Organización	64
4.2.1 Historia	65
4.2.2 Vicerrectoría de Tecnologías de Información	66
4.2.3 Certificación CMMI Nivel 2	67
4.3 Diseño y planeación del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	70
4.4 Antecedentes del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	72
4.4.1 Objetivo del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	74
4.4.2 Justificación del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	75
4.4.3 Alcance del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	75
4.5 Diseño y planeación del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	76
4.5.1 Inicio del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	77
4.5.2 Definición de roles y responsabilidades del equipo de trabajo del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	80
4.5.3 Arquitectura de la solución del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	81
4.6 Diseño y planeación del proyecto <i>Master Data Management</i> (MDM) del Tecnológico de Monterrey	82
4.7 Conclusiones	86
Capítulo 5. Conclusiones finales y trabajos a futuro	87
5.1 Conclusiones finales	87
5.2 Trabajos Futuros	90
Apéndice	92
Bibliografía	97
Vita	99

Lista de Figuras

Figura 2.1 Las cuatro áreas de conocimiento del CMMI	22
Figura 2.2 Diagrama representativo de estructura del CMMI Versión 1.2.	24
Figura 2.3 Niveles de madurez del Modelo CMMI.	29
Figura 2.4 Representaciones del modelo CMMI.....	35
Figura 2.5 Organizaciones participantes en el reporte de resultados del CMMI en el 2010.....	53
Figura 3.1 Método Histórico Comparativo	60
Figura 3.2 Método Histórico Comparativo aplicado a este estudio	61
Figura 4.1 Ciclo de vida de Proyectos CMMI Nivel 2 institucionalizado	70
Figura 4.2 Calendario estimado de trabajo para el proyecto MDM del Tecnológico	77
Figura 4.3 Diagrama funcional del comité de MDM	80
Figura 4.4 Arquitectura General de la implementación del MDM en el Tecnológico	82
Figura 4.5 Plan General del Proyecto MDM del Tecnológico de Monterrey	83

Lista de Tablas

Tabla 2.1 Representación del resumen de las Áreas de Procesos por disciplina	26
Tabla 2.2 Comparación entre madurez e inmadurez en organizaciones.....	28
Tabla 2.3 Nivel de madurez según la representación por estados.....	29
Tabla 2.4 Nivel de madurez según la representación por estados.....	37
Tabla 2.5 Fases y Procesos del Método SCAMPI.....	39
Tabla 2.6 Tabla comparativa de las clases de SCAMPI	40
Tabla 2.7 Listado de certificaciones del CMMI por países del mundo	43
Tabla 2.8 Listado de certificaciones del CMMI por empresas de México.	44
Tabla 4.1 Vendedores y productos evaluados para el proyecto MDM del Tecnológico de Monterrey	73

Capítulo 1. Introducción

Día a día muchas organizaciones se preguntan de forma frecuente el porqué de la importancia de los procesos. Los procesos son aquello que mantiene unidad a las personas, con los métodos y procedimientos y con las herramientas y la tecnología en la empresa. Los procesos ayudan a mejorar la fuerza de trabajo de una organización a llegar a la visión y misión establecidas por la misma.

Dado que una parte fundamental de este trabajo de investigación es resaltar los beneficios y mejoras del Modelo de Capacidad de Madurez Integrado (CMMI) aplicado en un proyecto de implementación real, es importante conocer las definiciones y conceptos básicos que lo integran, los cuáles son necesarios para comprender el contenido y estructura de estos modelos, así como su historia y evolución.

El modelo de Capacidad de Madurez (CMM, por sus siglas en inglés), desarrollado por el *Software Engineering Institute* (SEI), es una herramienta que permite a las organizaciones, sobre todo las especializadas en el manejo de tecnologías de información, a mejorar los procesos. El principal propósito del CMM es describir buenas prácticas de administración y de ingeniería estructuradas por un marco maduro de trabajo (García, 2001).

A lo largo del tiempo se fueron desarrollando muchos modelos CMM para otras disciplinas y funciones tales como ingeniería de software, recursos humanos, productos y servicios, entre otros. Estos modelos a pesar de ser adoptados de forma eficiente por muchas empresas también tuvieron algunas dificultades causando problemas de inconsistencia, integración y superposición.

Por esta razón, el SEI lanzó en el 2001 el CMMI (Modelo de Capacidad de Madurez Integrado) que pretende solucionar todas aquellas inconsistencias presentadas

por los modelos anteriores; integrando en un solo modelo con una misma terminología y diseño.

Las mejores prácticas del modelo del CMMI permiten a las organizaciones hacer lo siguiente (Ulibarri, 2004):

- Relacionar de forma más explícita las actividades gerenciales y de ingeniería, con los objetivos de negocios.
- Expandir el alcance y la visibilidad hacia el ciclo de vida del producto y a las actividades de ingeniería, para asegurarse que el producto o servicio cumpla con las expectativas de los clientes.
- Incorporar lecciones aprendidas de áreas adicionales.
- Implementar mejores prácticas y de alto nivel de madurez.
- Concentrarse en tareas empresariales esenciales para los productos y servicios ofrecidos.
- Cumplir de mejor manera con estándares relevantes de calidad.

1.1 Motivación

La principal motivación del presente estudio es el de plasmar una vista general de la aplicación del modelo del CMMI nivel 2 a nivel de planeación en la implementación de un sistema de Administración de Datos Maestros (MDM) en una organización del sector educativo y demostrar las notas de salida de la experiencia de la aplicación de dicho modelo para las personas que no han vivido el uso y práctica de éste modelo.

1.2 Objetivo

La presente investigación tiene como objetivo fundamental el realizar un estudio para demostrar que el modelo del CMMI es efectivo aplicado en la administración de proyectos de tecnologías de información y describir cómo en las organizaciones del sector educativo se puede aplicar el modelo del CMMI para el mejoramiento de los procesos operativos de la misma.

Así mismo, documentar la aplicación de esta metodología en la planeación de la implementación de un proyecto de un sistema de administración de datos maestros (MDM) en una organización del sector educativo; analizar las conclusiones y establecer recomendaciones para contribuir a futuras implementaciones a partir de los resultados obtenidos.

1.3 Justificación

Existe una imperiosa necesidad de control y conocimiento de los proyectos y recursos comprometidos en una organización. La administración de proyectos es la forma de planear, organizar, controlar y dirigir las actividades realizadas por un grupo de personas que tienen un objetivo específico, tomando en cuenta los recursos existente de la organización como el tiempo, capital, recursos humanos y tecnología (Microsoft, 2008).

El no disponer de una metodología de cómo funcionan las organizaciones, qué funciones necesitan y cómo interactúan estas funciones, hacen difícil encauzar los esfuerzos de mejora. Un modelo nos permite comprender los elementos específicos de las organizaciones y ayuda a formular y a hablar de las áreas de oportunidad y de cómo

se pueden lograr dichas mejoras. Un modelo ofrece las siguientes ventajas (Microsoft, 2008):

- Proporciona un marco y un lenguaje comunes.
- Ayuda a los usuarios a no perder de vista la idea global cuando se enfocan específicamente en la mejora.
- Respaldo de instructores y consultores.
- Proporciona un estándar para ayudar a resolver las discrepancias

El modelo del CMMI describe una serie de prácticas las cuales aplicadas en una organización que desarrolla y/o mantiene software, sirven para determinar el grado de capacidad y madurez que tiene dicha organización en su proceso de desarrollo de software y en la mejora de procesos.

Los siguientes son algunos de los beneficios y razones empresariales para la aplicación de la mejora del proceso (Anónimo, 2008):

- La calidad de un sistema es altamente influenciada por la calidad del proceso utilizado para adquirir, desarrollar y mantener el mismo.
- La mejora de los objetivos de los procesos están alineados con los objetivos del negocio.
- Proporciona orientación para la gestión, medición y vigilancia en el desarrollo de procesos.
- El monitoreo en el desarrollo de un proceso permite obtener un proyecto más predecible, disminuyendo las desviaciones de calendario y retrasos
- La medición permite que las decisiones a tomar en los procesos y productos sean generadas a partir de información cuantitativa.

- Permite la integración de profesionales de distintas áreas de desarrollo ya que existe una metodología estandarizada para trabajar.

Es necesaria la implantación del modelo CMMI para dar solución a los problemas planteados y como herramienta que permite disminuir costos a las Unidades de Negocio y a la organización en general por economías de escala, uniformidad de procesos, facilitar la comunicación y entendimiento entre el personal de las UDS, reducción del tiempo de desarrollo, reducción de riesgos, ayuda en la estimación del software y sobre todo para aumentar la calidad del software.

Cuando una organización logra enfocarse en los procesos, puede aprender de sus errores, incorporar mejores prácticas, hacer rutinarias ciertas tareas que una vez son realizadas correctamente se pueden hacer en forma repetitiva y puede lograr que sus resultados sean predecibles. Los procesos dentro de una organización deben ser establecidos, definidos y visibles (SEI, 2008). Es importante dar a conocer a las empresas actuales una razón para aplicar un modelo de administración de proyectos mediante la documentación de un caso de estudio que sirva como referencia en futuras implementaciones y estudios.

1.4 Alcance

El presente estudio tiene como alcance el analizar y demostrar la efectividad de la metodología de CMMI en la administración de proyectos de tecnologías de información en la etapa de planeación. También se pretende resaltar los elementos que apoyan la aplicación de esta metodología y la importancia de ésta aplicación en organizaciones que implementan proyectos de tecnologías de información y documentar los resultados de la utilización de la metodología del CMMI Nivel 2

aplicada a la implementación de un sistema de Administración de Datos Maestros en el Tecnológico de Monterrey así como las conclusiones que surgieron en dicha implementación. Así mismo, la presente investigación no pretende recrear ni proponer modelos de comparación sobre la eficacia de ésta metodología y su aplicación en proyectos de administración y planeación de tecnologías de información ya que existen estos modelos de comparación en los que se apoya bibliográficamente este estudio.

1.5 Preguntas de investigación

Las preguntas en las que se enfoca el presente estudio son:

- ¿Qué tan efectivo es el modelo del CMMI en la planeación de proyectos de tecnologías de información en organizaciones del sector educativo?
- ¿Qué acciones particulares del modelo del CMMI hacen exitoso un proyecto?
- ¿Es posible demostrar que existe evidencia sobre el seguimiento del modelo del CMMI aplicada en la planeación y administración de proyectos de tecnologías de información en organizaciones del sector educativo?

1.6 Resultados esperados

El producto final que se pretende obtener de la presente investigación es el elaborar un estudio que demuestre la efectividad del modelo del CMMI Nivel 2 en la administración y planeación de proyectos de tecnologías de información a través de un análisis de un caso de estudio real que compara la percepción de expertos en el área y el

estudio de diversos autores, como una contribución adicional a otros estudios relacionados sobre el tema, de tal manera que se pueda aplicar como una referencia a futuras investigaciones.

Se espera también poder identificar las acciones particulares del modelo del CMMI Nivel 2 que hacen exitoso un proyecto de tecnologías de información y comprobar que puede existir evidencia de la aplicación de éste modelo en el seguimiento de las actividades que implica la administración de proyectos.

Es debido aclarar que el resultado obtenido de esta investigación no puede ser considerado como único o determinante para la toma de decisión sobre el tipo de modelo a implementar. Pero la experiencia se realiza en un ambiente cuyos individuos son expertos en el tema y han aplicado el modelo de forma efectiva en proyectos de considerable trascendencia.

Capítulo 2. El modelo CMMI

2.1 Introducción

Parte fundamental de este trabajo de investigación es dar a conocer; tanto a las personas y empresas que han aplicado y vivido el Modelo de Capacidad de Madurez Integrado (CMMI) como a las que no lo conocen, los beneficios y mejoras del modelo con respecto a modelos y estándares anteriores. Este capítulo pretende dar a conocer los conceptos básicos que integran dicho modelo los cuales son fundamentales y necesarios para comprender el contenido y estructura de este trabajo, así como la historia y su correspondiente evolución.

Actualmente con el incremento de la administración y planeación de proyectos de tecnologías de información, resulta de gran importancia garantizar que el producto posea un alto índice de calidad. Con esta garantía se puede lograr un grado mayor de la satisfacción del cliente y la reducción de costos. Existen varios métodos, artefactos y modelos que ayudan a mejorar la calidad de un proyecto de tecnologías de información.

El modelo del CMMI constituye uno de los modelos más importantes para evaluar la calidad del software y el apoyo a la administración y planeación de proyectos de software. CMMI representa la fusión de un conjunto de modelos orientados a la mejora de procesos de ingeniería del software, ingeniería de sistemas, desarrollo de productos, administración de proyectos y adquisición de aplicaciones. Creado en 1991 por el *Software Engineering Institute* (SEI) como CMM y posteriormente actualizado como CMMI en 2002, está orientado a la garantía de calidad del software, y a la acreditación de empresas desarrolladoras de software en función del nivel de madurez de sus procesos de producción (Padilla, 2011).

2.2 Antecedentes del CMMI

Un factor importante para que las empresas obtengan resultados positivos respecto a esta problemática, es la implementación de programas de mejoras de procesos para el desarrollo de software basados en modelos de referencia. Con más de 15 años de uso de los modelos de madurez desarrollados por el *Software Engineering Institute* (SEI) actualmente el CMMI es el estándar de facto de la industria a nivel mundial para desarrollar e implementar programas de mejora de procesos de software.

El *Software Engineering Institute* (SEI) establece con firmeza que el éxito o fracaso de un proyecto no sólo depende de la definición y el alcance, tampoco si se tiene un presupuesto aprobado para el mismo o se cuenta con los recursos humanos y tecnológicos apropiados. El verdadero aspecto de éxito o fracaso de un proyecto depende más de las personas con las que se cuenta para administrar y dirigir un proyecto, la forma en que se miden los riesgos, los métodos de mitigación de los mismos, y el contar con métricas de esfuerzo y avance del proyecto, entre otros.

Los orígenes datan desde los años 30, cuando Walter Shewart comenzó su trabajo de mejoramiento de procesos con sus principios de control de calidad estadístico. Dichos procesos fueron refinados un tiempo después por W. Edwards Deming y Joseph Juran para crear la filosofía TQM (*Total Quality Management*). Con el paso de los años, Watts Humphrey, Ron Radice y otros expertos en el tema, extendieron estos principios y empezaron a aplicarlos al desarrollo de software dentro de IBM y en el SEI. El libro de Humphrey *Managing the Software Process* (Humphrey, 1989) provee una descripción básica de los principios y conceptos en los cuales muchos modelos de capacidad de madurez de la actualidad están basados (Chrissis, 2003).

El SEI utilizó la premisa que la administración de procesos, la cual dice que “la

calidad de un sistema o producto está altamente influenciada por la calidad de los procesos que son utilizados para desarrollarlos y mantenerlos”, y luego definió los modelos de capacidad de madurez para que representaran esta premisa (Ahern, Clouse, Turner, & Wesley, 2003).

En 1991, el *Software Engineering Institute* (SEI) publicó el Modelo de Capacidad de Madurez (CMM). Dicho modelo está orientado a la mejora de procesos relacionados con el desarrollo de software, para lo cual contempla las consideradas mejores prácticas de ingeniería de software y administración de proyectos.

A mediados de la década de los 90, el SEI decide unificar los modelos de ingeniería de software (SW-CMM), de ingeniería de sistemas (SE-CMM) y de desarrollo integrado de productos (IPD-CMM) concentrándose en un esfuerzo que culmina en el año 2002 dando origen a una nueva generación llamada CMMI (*Capability Maturity Model Integration*). Este nuevo modelo brinda un marco con una estructura común para todas las disciplinas anteriormente mencionadas e incorpora una forma de representación llamada Continua, orientada a medir la mejora en los procesos de manera individual en vez de hacerlo de manera conjunta como la representación por niveles del modelo original.

Los modelos de Capacidad de Madurez (CMMs) se concentran en mejorar los procesos de una organización, contienen los elementos esenciales de procesos efectivos para uno o más disciplinas y describen un camino de mejoramiento evolutivo desde procesos inmaduros y a la medida, hasta procesos maduros y disciplinados con una calidad mejorada y una buena efectividad (Chrissis, Konrad & Shrum 2003).

Los modelos del CMMI consisten en las mejores prácticas que están dirigidas al desarrollo y mantenimiento del producto, y se dirige también a las prácticas que cubren el ciclo de vida del producto final, desde su concepción hasta la entrega. Existe un

énfasis tanto en la ingeniería en sistemas, como en la ingeniería de software y en la integración necesaria para construir y mantener el producto total (SEI, 2002).

El marco de trabajo del CMMI fue diseñado también para poder apoyar a cualquier integración futura de alguna otra disciplina, así como también fue desarrollado para ser consistente y compatible con el ISO/IEC 15504 *Technical Report for Software Process Assessment* (ISO, 1998).

El CMMI ha pasado por una extensa revisión de sus procesos, empezando con la versión 0.2 la cual fue revisada públicamente y se utilizó en algunas actividades piloto para poder hacerle las mejoras pertinentes y necesarias. El equipo de trabajo del CMMI evaluó más de 3,000 peticiones de cambios para crear el CMMI versión 1.0. Poco tiempo después salió la versión 1.02 la cual contenía cambios mínimos.

Cuando se estableció la versión 1.1 se incorporaron mejores guías por retroalimentación de empresas que ya estaban aplicando el modelo, en donde propusieron más de 1,500 cambios y cientos de comentarios como parte del proceso de control de cambios. Siendo optimistas, no se esperaban más cambios significativos al CMMI versión 1.1 antes del 2004 (Chrissis, Konrad & Shrum, *CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*, 2003)

2.3 Disciplinas del CMMI

El objetivo del CMMI es proveer un Modelo de Capacidad Madurez (CMM) que cubra el desarrollo y mantenimiento del producto y servicio, pero al mismo tiempo que cuente con un marco de trabajo flexible para que varias áreas de conocimiento sean añadidas en caso de ser necesario. Actualmente existen cuatro áreas de conocimiento disponibles para la planeación de la mejora de procesos mostrados en la figura 2.1:

- Ingeniería en Sistemas (SE)
- Ingeniería de Software (SW)
- Desarrollo de Procesos y Productos Integrados (IPPD)
- Suministro de Proveedores (SS)

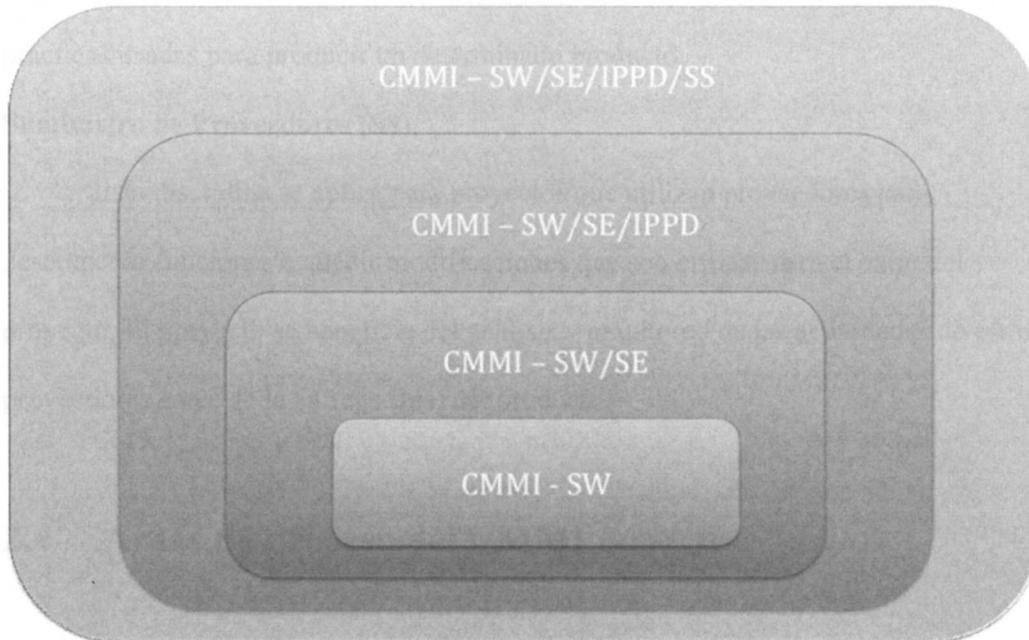


Figura 2.1 Las cuatro áreas de conocimiento del CMMI (SEI, 2011)

Ingeniería en Sistemas (SE).

Cubre el desarrollo de sistemas integrales, los cuáles pueden o no incluir software. Se focaliza en transformar necesidades, expectativas y restricciones de clientes en productos y en respaldar esos productos a lo largo de su vida.

Ingeniería del software (SW).

Cubre el desarrollo de sistemas de software. Se focaliza en aplicar un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento

del software.

Desarrollo de procesos y productos integrados (IPPD).

Es un enfoque sistemático que logra una colaboración oportuna de las partes interesadas (*stakeholders*) relevantes en la vida de un producto que satisface necesidades, expectativas y requerimientos de clientes. Si un proyecto u organización elige IPPD, debe ejecutar sus mejores prácticas concurrentemente con las mejores prácticas usadas para producir un determinado producto.

Suministro de Proveedores (SS).

Esta disciplina se aplica para proyectos que utilizan proveedores para desempeñar funciones o añadir modificaciones que son críticas para el éxito del proyecto. El proyecto se beneficia del análisis y monitoreo de las actividades de estos proveedores antes de la entrega final del producto.

2.4 Áreas de proceso del CMMI

Para elegir la disciplina adecuada, se necesita conocer que son las áreas de proceso (PA) y los componentes (objetivos y prácticas) los cuales están relacionados con cada área de proceso y estos al mismo tiempo con cada disciplina.

Un Área de Proceso (PA) es un conjunto de las mejores prácticas dentro de un área, que cuando se implementan correctamente satisfacen una serie de metas importantes para poder obtener una mejora significativa dentro de ésta área. Los componentes son las metas prácticas y objetivos que dependen de cada área, éstas pueden ser generales o específicas; más adelante se explicará con más detalle cada uno de estos componentes. El diagrama 2.2 muestra la forma en que el CMMI está estructurado:

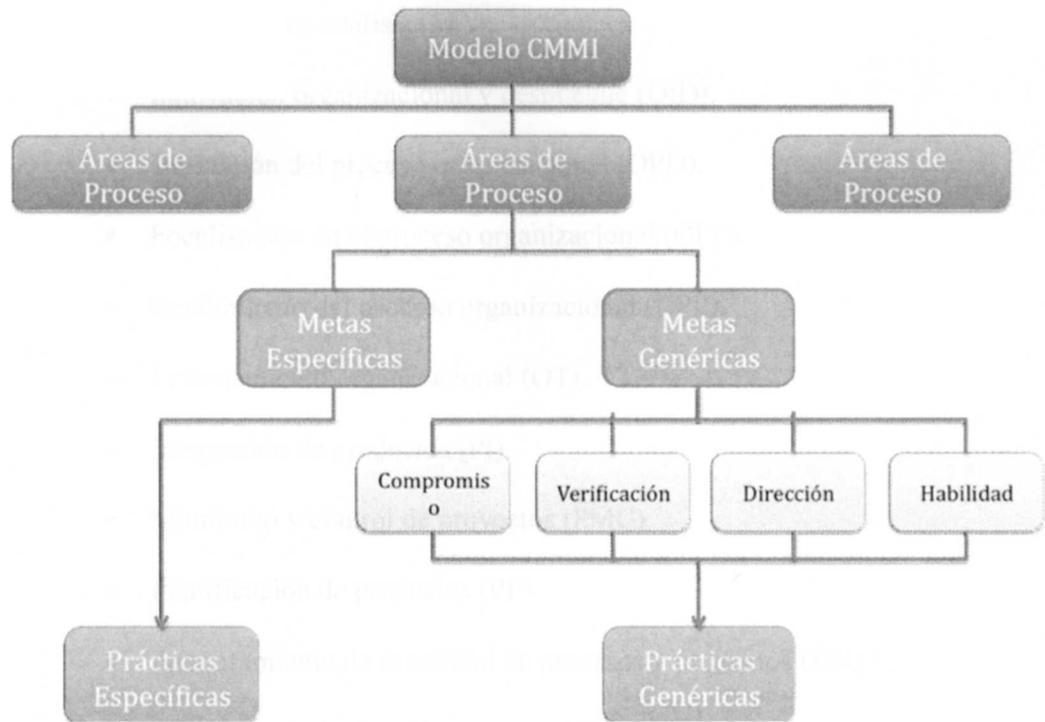


Figura 2.2 Diagrama representativo de estructura del CMMI Versión 1.2.

El CMMI tiene un total de veinticinco áreas de proceso las cuales están divididas en las 4 disciplinas. Dependiendo de *los* objetivos que se quieran lograr, se debe seleccionar las que son necesarias. A continuación se dará una explicación general de cada disciplina mencionando las diferentes áreas de proceso que las representan.

Áreas de Proceso para la Ingeniería de Sistemas.

Si se desea buscar mejorar los procesos de ingeniería en sistemas, las siguientes son las áreas de proceso disponibles:

- Análisis Causal y Resolución (CAR).
- Gestión de la configuración (CM).
- Análisis de decisiones y resolución (DAR).
- Gestión integrada de proyectos (IPM).

- Mediciones y análisis (MA).
- Innovación organizacional y despliegue (OID).
- Definición del proceso organizacional (OPD).
- Focalización en el proceso organizacional (OPF).
- Rendimiento del proceso organizacional (OPP).
- Entrenamiento organizacional (OT).
- Integración de productos (PI).
- Monitoreo y control de proyectos (PMC).
- Planificación de proyectos (PP).
- Aseguramiento de la calidad de procesos y productos (PPQA)
- Gestión cuantitativa de proyectos (QPM)
- Desarrollo de requerimientos (RD)
- Gestión de requerimientos (REQM)
- Gestión de riesgos (RSKM)
- Gestión de acuerdos con proveedores (SAM)
- Solución técnica (TS)
- Validación (VAL)
- Verificación (VER)

Áreas de Proceso para la Ingeniería de Software.

Si se desea buscar mejorar los procesos de ingeniería de software, el listado anterior está sujeto a selección para este proceso. La diferencia permanece en que los componentes de ingeniería de software reciben un énfasis especial.

Áreas de Proceso para el Desarrollo de Procesos Integrados.

Si se desea buscar mejorar los procesos en esta área, se pueden seleccionar las

mismas áreas de procesos anteriormente listados, incluyendo dos adicionales que se refieren exclusivamente para esta disciplina las cuáles enlisto a continuación:

- Equipo integrado (IT)
- Entorno organizacional para la integración (OEI)

Áreas de Proceso para el Suministro de Proveedores.

Adicionalmente a todas las áreas de proceso mencionadas se incluye una adicional:

- Gestión integrada de proveedores (ISM)

Tabla 2.1 Representación del resumen de las Áreas de Procesos por disciplina (SEI, 2008)

Disciplina	Áreas de proceso
Ingeniería de sistemas (SE) Ingeniería del software (SW)	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Causal y Resolución (CAR). • Gestión de la configuración (CM). • Análisis de decisiones y resolución (DAR). • Gestión integrada de proyectos (IPM). • Mediciones y análisis (MA). • Innovación organizacional y despliegue (OID). • Definición del proceso organizacional (OPD). • Focalización en el proceso organizacional (OPF). • Rendimiento del proceso organizacional (OPP). • Entrenamiento organizacional (OT). • Integración de productos (PI). • Monitoreo y control de proyectos (PMC). • Planificación de proyectos (PP). • Aseguramiento de la calidad de procesos y productos (PPQA) • Gestión cuantitativa de proyectos (QPM) • Desarrollo de requerimientos (RD) • Gestión de requerimientos (REQM) • Gestión de riesgos (RSKM)

	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de acuerdos con proveedores (SAM) • Solución técnica (TS) • Validación (VAL) • Verificación (VER)
Desarrollo de procesos y productos integrados (IPPD)	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo integrado (IT) • Entorno organizacional para la integración (OEI)
Fuente proveedora (SS)	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión integrada de proveedores (ISM)

2.5 Niveles de madurez del CMMI

El modelo del CMMI describe una serie de prácticas que sirven para determinar el grado de capacidad y madurez que tiene dicha organización en su proceso de desarrollo de software.

La mejora de procesos debe permitir prosperar a la organización combinando de una manera efectiva procedimientos con personal formado, motivado y creativo enfocado en añadir valor a aquellas áreas donde los cambios pueden producir los mayores beneficios a largo plazo (Torres, 2006).

A continuación la tabla 2.2 presenta una comparación entre la madurez e inmadurez de una organización.

Tabla 2.2 Comparación entre madurez e inmadurez en organizaciones.

Organizaciones con procesos inmaduros	Organizaciones con procesos maduros
Procesos improvisados por los gerentes y desarrolladores.	Procesos documentados
Cada uno posee sus propios procesos.	Procesos seguidos consistentemente
Procesos comprometidos en orden a cumplir los costos y las fechas acordadas.	El rendimiento de los procesos es medido, seguido y entendido.
Calidad difícil de predecir.	La calidad es predecible por que los procesos están bajo control.
Los procesos “viven” mientras viven los desarrolladores.	Los procesos “viven” por sí solos y son mejorados continuamente.
Las nuevas tecnologías corren riesgos de caer en desuso.	Las nuevas tecnologías son incorporadas de una manera disciplinada.

Para el modelo CMMI existen cinco niveles de madurez, cada área de proceso se asocia a uno de éstos y a medida que la organización cumple con los procesos definidos para cada nivel alcanza el nivel de madurez de referencia. Para que una organización cumpla con un proceso se deben ver reflejadas en su proceso de software todas las prácticas establecidas en el proceso. Por tanto, una organización alcanza un nivel de madurez determinado cuando ha puesto en práctica todas y cada una de las áreas de proceso aplicables a ese nivel y a los niveles inferiores. Los distintos niveles de madurez sirven como punto de referencia para conocer el grado de madurez total que posee una organización.

El modelo define 5 niveles de madurez de una organización, como podemos ver en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Nivel de madurez según la representación por estados.

Nivel de madurez	Estados
1	Inicial
2	Administrado
3	Definido
4	Administrado cuantitativamente
5	Optimizado

Los Niveles de Madurez del modelo CMMI en su representación “Por Etapas” son presentados en la figura 2.3 mostrando para cada uno de estos las características más representativas del proceso en dicho nivel de referencia.

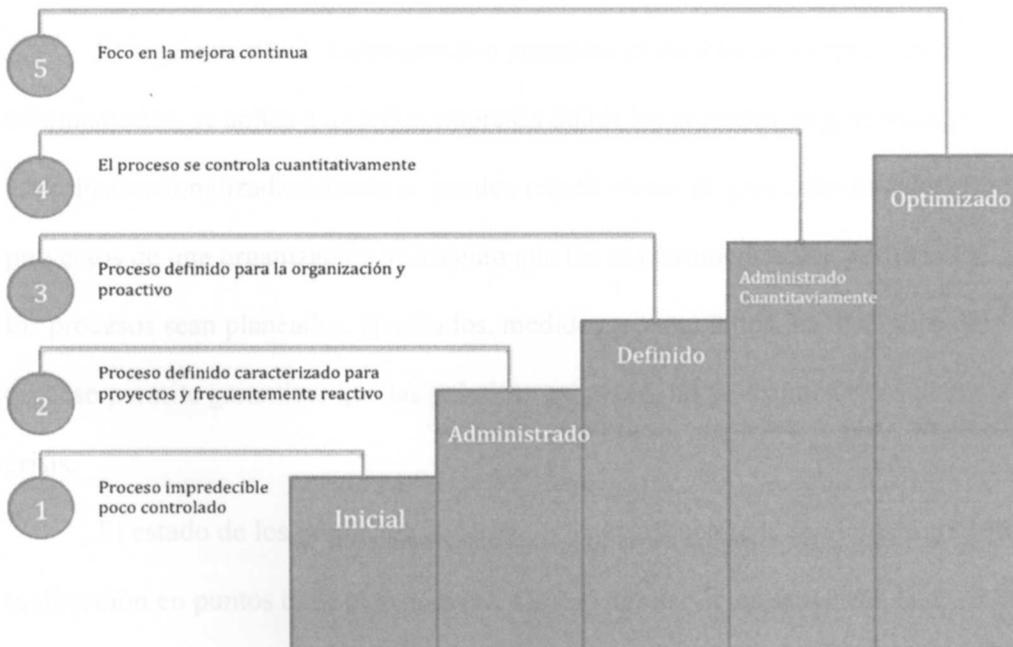


Figura 2.3 Niveles de madurez del Modelo CMMI.

Nivel de madurez 1 - Inicial

Este es el primer nivel de la metodología. Generalmente los procesos que maneja la organización son informales y caóticos. La organización usualmente no provee un ambiente estable para respaldar los procesos. El éxito, en este tipo de organizaciones, depende de la competencia y esfuerzo individuales y no del uso de procesos probados.

A pesar de no tener una metodología formal y definida, estas organizaciones frecuentemente producen productos y servicios que funcionan, sin embargo, estos suelen exceder sus presupuestos y cronogramas. Otra característica de las empresas que se encuentran en este nivel es la tendencia que tienen a sobre-comprometerse, abandonar sus procesos en épocas de crisis y por una incapacidad para repetir sus éxitos pasados.

Nivel de madurez 2 - Gestionado

El siguiente nivel, corresponde a procesos ya establecidos repetibles o administrados, se aplica a aquellas empresas donde las prácticas de gestión de proyectos están institucionalizadas; donde se pueden repetir éxitos de proyectos pasados. En los proyectos de una organización se asegura que los requerimientos son gestionados, y que los procesos sean planeados, ejecutados, medidos y controlados. La disciplina del proceso permite garantizar que las prácticas existentes no se abandonan en tiempos de crisis.

El estado de los productos de trabajo y la distribución de servicios son visibles a la dirección en puntos definidos (Gómez, 2006) y los servicios satisfacen la descripción de los procesos, estándares y procedimientos. Los compromisos son establecidos entre las partes interesadas relevantes y son revisados cuando es necesario.

Las áreas de proceso de nivel 2 son:

- Administración de Requerimientos (RM)
- Planeamiento de Proyectos (PP)
- Seguimiento y Control de Proyectos (PMC)
- Administración de acuerdos con Proveedores (SAM)
- Aseguramiento de la Calidad de Productos y Procesos (PPQA)
- Administración de la Configuración (CM)
- Mediciones y Análisis (MA)

Nivel de madurez 3 - Definido

En este nivel, la organización tiene las prácticas técnicas integradas con el nivel de gestión y ya se encuentran institucionalizadas. Este conjunto de procesos son estándar (incluyendo procedimientos, herramientas, estándares y métodos). Estos procesos estándar son utilizados para establecer consistencia a lo ancho de la organización.

En el nivel 2, los procedimientos y métodos establecidos pueden variar significativamente en cada proyecto. En este nivel, no varían, salvo las variaciones permitidas en los lineamientos de adaptación.

Las áreas de proceso de nivel 3 son:

- Foco en los Procesos Organizacionales (OPF)
- Definición de Procesos Organizacionales (OPD)
- Entrenamiento Organizacional (OT)
- Desarrollo de Requerimientos (RD)
- Solución Técnica (TS)
- Integración de Productos (PI)
- Verificación (VER)

- Validación (VAL)
- Administración del Proyecto Integrado (IPM)
- Administración de Riesgos (RSKM)
- Equipo Integrado (IT)
- Ambiente Organizacional (OE)
- Análisis de Decisión y Resolución (DAR)

Nivel de madurez 4 – Gestionado cuantitativamente

En este nivel de madurez los productos y procesos de la organización están controlados cuantitativamente. La organización y los proyectos establecen objetivos cuantitativos para la calidad y el desempeño de procesos y son usados como criterio para gestionar esos procesos. Los objetivos cuantitativos se basan en las necesidades del cliente, de los usuarios finales, de la organización y de quienes implementan los procesos.

La calidad y el desempeño de los procesos son entendidos en términos estadísticos y son gestionados a lo largo de la vida de esos procesos. En determinados procesos se recolectan mediciones y se analizan estadísticamente. Estas mediciones se incorporan en un repositorio de la organización, para respaldar decisiones basadas en hechos.

Las áreas de proceso de nivel 4 son:

- Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)
- Desempeño de los Procesos Organizacionales (OPP)

Nivel de madurez 5 – Optimizado

La organización mejora continuamente sus procesos en base a un entendimiento de las causas comunes de variación inherentes a esos procesos. En este nivel el foco está puesto en la mejora continua del desempeño de los procesos, por medio de mejoras

incrementales, innovadoras y tecnológicas.

Los objetivos cuantitativos de mejora de los procesos son establecidos, revisados continuamente para reflejar cambios en objetivos de negocio y usados como criterio para gestionar la mejora de los procesos. Los efectos de las mejoras de procesos implementadas son medidas, y evaluadas contra los objetivos cuantitativos de mejora de los procesos.

Las áreas de proceso de nivel 5 son:

- Análisis de Causas y Resolución (CAR)
- Innovación Organizacional (OI)

2.6 Estructura del CMMI en su representación por etapas.

En el modelo CMMI en su representación Por Etapas, las áreas de proceso satisfacen unas metas (específicas y genéricas) de las organizaciones, y que éstas a su vez se logran gracias a la implementación de una serie de prácticas (específicas y genéricas) de las que se obtiene como resultado unos entregables.

A continuación se definen los elementos que conforman la estructura del modelo CMMI en su representación por etapas:

Meta específica (SG - *Specific Goal*)

Establece las características específicas que se deben implementar para cumplir con el Área de Proceso involucrada. Las metas específicas son REQUERIDAS por el modelo y son utilizadas durante las evaluaciones para determinar si un Área de Proceso está o no cumplimentada, se dice que son requeridas por que se tienen que cumplir.

Práctica específica (SP – *Specific Practice*)

Es una actividad que es considerada importante para alcanzar la meta específica

asociada. Describe las actividades ESPERADAS para cumplimentar una meta, entendiendo por “Esperadas” que pueden haber implementadas prácticas equivalentes a las solicitadas. Una práctica puede ser implementada a través de una actividad, de varias actividades, de una actividad parcial o de cualquier combinación posible de las anteriores.

Sub-Práctica

Descripciones detalladas que proporcionan una guía para interpretar las prácticas específicas o genéricas. Son un componente INFORMATIVO que proporciona ideas que pueden ser útiles en la mejora del proceso.

Entregable (*Work products*)

Son los “productos” resultantes de la puesta en acción de una práctica.

Meta Genérica (GG – *Generic Goal*)

Se llama genérica debido a que la misma meta genérica aparece en múltiples áreas de proceso. La implementación de una meta genérica es indicativa de si el proceso involucrado es efectivo, repetible y duradero. Las Metas Genéricas son REQUERIDAS por el modelo y son utilizadas durante las evaluaciones para determinar si Área de Proceso está o no cumplimentada.

Práctica Genérica (GP – *Generic Practice*)

Una práctica genérica proporciona institucionalización para asegurar que los procesos asociados al Área de Proceso serán efectivos, repetibles y duraderos. Las prácticas genéricas son componentes esperables.

Las metas y las prácticas genéricas habilitan a una Organización a institucionalizar las mejores prácticas. Las prácticas específicas están más orientadas a la implementación y las prácticas genéricas están más orientadas a la institucionalización.

2.7 Estructura del CMMI en su representación continua.

La diferencia substancial con la representación “Por Etapas”, es que en la representación “Continua” se mide la capacidad por Área de proceso en forma individual y no la madurez. Esta representación se muestra en la figura 2.4.

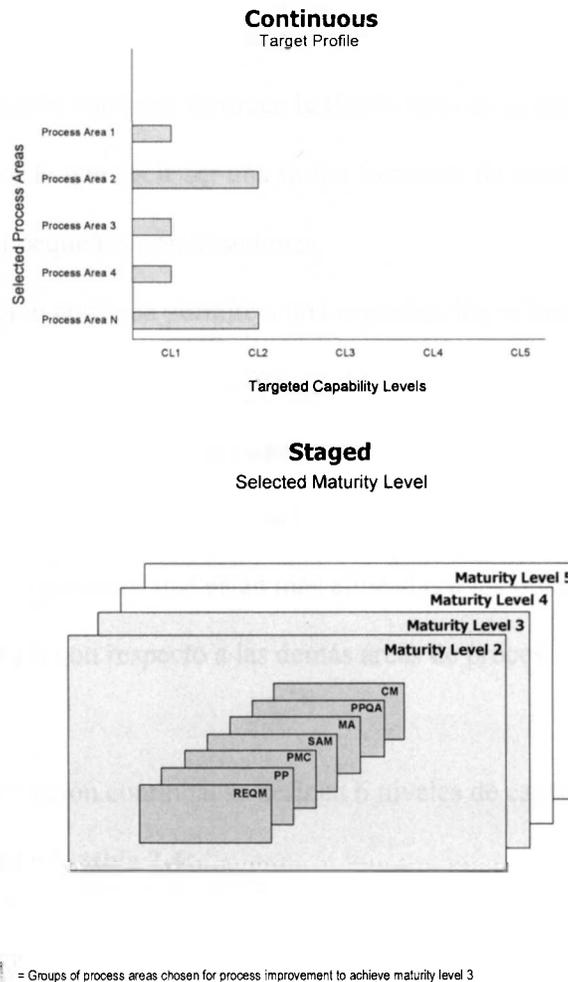


Figura 2.4 Representaciones del modelo CMMI (SEI, 2008).

Un nivel de capacidad es una escala bien definida que describe la capacidad de un Área de Proceso. Cada nivel es una capa y la mejora continua implica alcanzar el siguiente nivel. Los niveles son acumulativos, es decir que el alcanzar un nivel más alto

incluye los atributos de los niveles más bajos.

La representación continua (*continuous*) hace hincapié en la capacidad de ciertas áreas para realizar adecuadamente sus actividades. En la representación continua, los niveles de madurez no existen como tales y, en cambio, los niveles de capacidad se designan para cada área de proceso, proporcionando un orden recomendado para acercarse a la mejora dentro de cada área de proceso.

Una representación continua favorece la flexibilidad en el orden hacia el cual se dirigen las mejoras, por lo que suele ser una forma frecuente de abordar un programa de mejora de procesos en pequeñas organizaciones.

La representación continua permite a una organización seleccionar una determinada área o grupo de áreas de procesos y mejorarlos para alcanzar la capacidad deseada. Esta representación proporciona una mayor flexibilidad al momento de utilizar el modelo CMMI para la mejora de procesos ya que la organización puede elegir mejorar el o las áreas de procesos que están más alineadas a los objetivos del negocio o presentan una deficiencia con respecto a las demás áreas de proceso (Arakaki & Erick, 2009).

Para la representación continua, se definen 6 niveles de capacidad de los procesos que presento en la tabla 2.4:

Tabla 2.4 Nivel de madurez según la representación por estados.

Nivel de Capacidad	Característica
0. Incompleto	El proceso no se lleva a cabo o no se obtienen los resultados requeridos.
1. Ejecutado	Se logran los objetivos.
2. Gestionado	El proceso se planifica, se revisa y se evalúa para comprobar que cumple los requisitos.
3. Definido	Procesos definidos y alineados a las políticas de la organización
4. Gestionado Cuantitativamente	Los procesos son controlados con técnicas cuantitativas.
5. Optimizado	La mejora de procesos está institucionalizada.

2.8 Productos de evaluación del CMMI.

A partir de sus productos CMMI pretende lograr los siguientes objetivos:

- Crear métodos formales comunes a todas las disciplinas.
- Proporcionar recomendaciones para evaluaciones rápidas, evaluaciones iniciales y re-evaluaciones.
- Garantizar la continuidad de los principios de evaluación.

Los Principios de Evaluación que plantea para sus productos son:

- Usar un modelo de referencia orientado a procesos.
- Usar un proceso formal de evaluación.
- Involucrar a la alta dirección.
- Enfocarse en los objetivos de negocio.

- Observar confidencialidad y no atribución.
- Dirigir la evaluación en forma colaborativa.
- Planear acciones posteriores.

2.8.1 Método SCAMPI

SCAMPI (*Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement*) es un método para la evaluación formal del modelo CMMI. El método SCAMPI consta de tres fases, en cada una de las cuales se llevan a cabo un conjunto de procesos.

En SCAMPI, los resultados de una evaluación se obtienen mediante la aplicación de un conjunto de reglas de negocio aplicadas a cada componente del modelo (prácticas, objetivos, áreas de proceso y niveles de madurez). Estas reglas hacen que sea necesario utilizar herramientas, ya que el método de valoración deja de ser una simple encuesta para convertirse en una evaluación detallada y casi matemática. En la figura 2.5 se presenta una las fases y procesos por los que está compuesto el método SCAMPI:

Tabla 2.5 Fases y Procesos del Método SCAMPI (SEI, 2001).

<i>Fase</i>	<i>Proceso</i>	<i>Propósito</i>
1. Planificación y preparación para la evaluación	1.1 Analizar requerimientos	Entender las necesidades de negocio de la organización. Nivelar los objetivos del negocio con los objetivos de la evaluación.
	1.2 Desarrollar plan de evaluación	Documentar requerimientos, acuerdos, estimaciones, riesgos, personalizaciones del método y consideraciones prácticas. Consensuar el plan de evaluación con la organización.
	1.3 Seleccionar y preparar equipo	Asegurar que un equipo calificado esté a cargo de la ejecución de la evaluación.
	1.4 Obtener y analizar evidencia objetiva inicial	Obtener información que facilite la preparación de la evaluación. Identificar potenciales fortalezas y debilidades. Obtener un entendimiento preliminar de las operaciones y procesos de la organización.
	1.5 Preparar la recolección de evidencia objetiva	Planificar y documentar las estrategias para la recolección de datos, incluyendo fuentes de datos, herramientas y tecnologías a utilizar.
2. Conducción de la evaluación	2.1 Examinar la evidencia objetiva	Recolectar información sobre las prácticas implementadas en la organización, siguiendo el plan de recolección definido.
	2.2 Verificar y validar la evidencia objetiva	Verificar la implementación de las prácticas en la organización. Cada práctica implementada se compara con la definición del modelo CMMI, y el equipo le asigna una valoración.
	2.3 Documentar la evidencia objetiva	Crear registros que documenten la implementación de las prácticas, contemplando también las fortalezas y debilidades encontradas.
	2.4 Generar los resultados de la evaluación	Calificar la satisfacción de los objetivos de acuerdo a las valoraciones asignadas a las prácticas. Calificar la satisfacción de las áreas de proceso de acuerdo a la satisfacción de los objetivos. Calificar los niveles de capacidad o madurez de acuerdo a la satisfacción de las áreas de proceso.
3. Reporte de los resultados	3.1 Entregar los resultados de la evaluación	Entregar los resultados obtenidos a la organización, de manera que puedan ser utilizados para tomar acciones futuras.
	3.2 Empaquetar y archivar los activos de la evaluación	Preservar los datos y registros importantes resultantes de la evaluación, almacenándolos de manera apropiada.

Existen 3 clases de SCAMPI (A, B y C) que pueden ser utilizados dependiendo del objetivo de la evaluación (Arakaki & Erick, 2009):

- El SCAMPI clase A tiene un foco primario en la institucionalización. Es el método más riguroso y completo de las tres clases y es usado para evaluaciones en profundidad. Permite evaluar y brindar una puntuación sobre el nivel de madurez de la organización. Requiere muchos recursos de tiempo y personas.
- El SCAMPI clase B tiene un foco primario en el despliegue (*deployment*). Es un método que resulta ser útil previo a la implementación masiva de

nuevos procesos. Sin embargo, no proporciona una puntuación sobre el nivel de madurez de la organización.

- El SCAMPI clase C tiene un foco en el acercamiento o aproximación (*approach*). Es el menos riguroso de todos, rápido y el que demanda menos recursos. No proporciona puntuación sobre el nivel de madurez de la organización.

La tabla 2.6 muestra una comparación entre las tres clases de SCAMPI:

Tabla 2.6 Tabla comparativa de las clases de SCAMPI (SEI, 2001).

Características	Clase A	Clase B	Clase C
Cantidad de evidencia objetiva requerida	Alta	Medio	Baja
Calificación generada	Sí	No	No
Recursos requeridos	Alto	Medio	Bajo
Tamaño del equipo evaluador	Grande (Mínimo 4 personas)	Mediano (Mínimo 2 personas)	Pequeño (Mínimo 1 personas)
Fuentes de datos necesarios (instrumentos, entrevistas, documentación)	Requiere los tres tipos de fuentes de datos	Sólo requiere dos tipos de fuentes (una de ellas debe ser entrevistas)	Sólo requiere documentación
Líder del equipo evaluador	Persona autorizada y acreditada	Persona autorizada o con formación y experiencia	Persona con formación y experiencia

2.9 Importancia del modelo CMMI en los ambientes organizacionales actuales

Originalmente CMM y su actualización CMMI se pensaron como metodologías de procesos que permitirían a muchas empresas de desarrollo de software ser

proveedores del gobierno Norteamericano, sobre todo en contratos para la el departamento de defensa. Sin embargo, CMMI se está convirtiendo poco a poco en un estándar que puede ser usado para promocionar la capacidad de desarrollar software de alta criticidad, o que puede dar una ventaja competitiva si se desea participar en proyectos de alta complejidad y riesgo, que por obvias razones, tienen un alto precio y muy buenas ganancias (SEI, 2002).

De acuerdo a Gabriel Vargas y Germán Biagioli en su trabajo de investigación titulado “Sistema para auditar el cumplimiento de CMMI-SW nivel 2”, sugieren que la metodología del CMMI es aplicada por las siguientes razones:

- Es un modelo que aplica estándares de calidad.
- Provee un enfoque más efectivo e integrado a Ingeniería de Sistemas y de Software.
- Construye procesos desde un inicio, o sobre inversión previa usada con SW CMM.
- Provee un enlace o relación más explícita entre la Gestión y la Ingeniería con los objetivos del negocio.
- Provee mayor visibilidad del ciclo de vida del producto; y las actividades de ingeniería ayudan a asegurar que los productos y servicios satisfacen las expectativas de los clientes.
- Incorpora lecciones aprendidas de otras áreas, de mejores prácticas e implanta prácticas de alta madurez más robustas.
- Incluye funciones organizacionales que son críticas para los productos y servicios.
- Soporta integración futura con otros modelos CMMI de disciplinas específicas.

- Muestra el camino a seguir en la gestión de proyectos, integrando de una manera ordenada los procesos y los productos.

2.10 Utilización del CMMI en la actualidad

De acuerdo al *Software Engineering Institute* (SEI) en julio del 2010 existían 3,060 certificaciones activas proporcionadas a empresas que cumplieran con los requisitos establecidos por dicho instituto. Muchas de éstas son compartidas por varios países, debido a que alguna parte del proyecto, área o empresa certificados se lleva de manera descentralizada. Por ejemplo, la compañía EADS (*European Aeronautic Defense and Space Company*) es un conglomerado Europeo que certificó su división de Sistemas de Comunicaciones de Defensa (*Defense and Communications Systems – DCS*) en el segundo nivel de CMMI el 10 de Junio de 2009. Esta certificación es compartida por Alemania, Francia, Reino Unido y Finlandia, debido a que ciertas áreas de investigación y desarrollo de la división se encuentran repartidas entre estos cuatro países. De este modo, existen 3,135 certificaciones otorgadas a 72 países del mundo.

La tabla 2.7 muestra los diez países que cuentan con más certificaciones en CMMI a nivel mundial:

Tabla 2.7 Listado de certificaciones del CMMI por países del mundo (SEI, 2010).

País	Certificaciones
China	1,048
Estados Unidos	680
India	294
España	131
Brasil	98
Japón	87
Corea del Sur	71
Francia	70
México	70
Taiwán	67
Resto del Mundo	519

De acuerdo a estas estadísticas se puede hacer mención de las siguientes observaciones:

- Estados Unidos y Canadá agrupan 702 certificaciones, muchas de ellas compartidas; esto permite consolidar a esta región de Norteamérica como una sola potencia que aun así, se ve pequeña comparada con la basta cantidad de certificaciones que posee China.
- Europa tiene 371 certificaciones, de las cuales poco más de la tercera parte (131) son de España, el país más avanzado en este sentido.
- Latinoamérica en su conjunto está adquiriendo importancia: con Brasil (98) y México (70) a la cabeza, existen 280 certificaciones otorgadas a la región. Los países Latinoamericanos que cuentan con alguna certificación incluyen Argentina (47), Chile (26), Colombia (18), Perú (10), Uruguay (4), Costa Rica (4), Guatemala (1), Panamá (1), Paraguay (1), El Salvador (1) y Venezuela (1).

2.10.1 El caso mexicano

De acuerdo a las estadísticas del *Software Engineering Institute* (SEI) en México existen 70 instituciones certificadas con CMMI en México, de las cuales tres se comparten conjuntamente con Argentina y una con los Estados Unidos. Esta información se muestra en la tabla 2.8 que se lista a continuación:

Tabla 2.8 Listado de certificaciones del CMMI por empresas de México (SEI, 2010).

Empresa	Área Certificada	Fecha	Nivel	Estado de la República
Tecnología de Gestión y Comunicación S.A. de C.V.	Tecnología de Gestión y Comunicación S.A. de C.V.	07/05/2010	2	CHIH
SAITOSOFT, S.A. DE C.V.	SAITOSOFT – PROJECT MANAGEMENT AND QUALITY ASSURANCE AREAS	28/03/2008	2	DF
ITE Soluciones S.A. de C.V.	ITE Software Development Unit	12/06/2009	2	DF
Centro de Inteligencia Competitiva S.A. de C.V.	Centro de Inteligencia Competitiva (CIC)	25/09/2009	2	DF
Mapdata S.A. de C.V.	Technology Direction	16/10/2009	2	DF
Tecnología, Asesoría, Sistemas, S.A. de C.V.	Development and Support & Consulting Units	13/11/2009	2	DF
e-Nfinito	e-Nfinito	12/02/2009	2	GTO

Tabla 2.8 Listado de certificaciones del CMMI por empresas de México (continuación).

Universidad Tecnológica de León (UTL)	Serv. Informaticos & Tec. de Información y Comunicación: Software Development	17/12/2009	2	GTO
SIMBIOSYS S.C.	Software Development Área	30/04/2010	2	GTO
COMPUTACION EN ACCION, S.A. DE C.V.	COMPUTACION EN ACCION, S.A. DE C.V.	07/02/2009	2	JAL
DAWCONS: DW IT SERVICES S.A. DE C.V.	Software Development Services	08/01/2010	2	JAL
Ejecutivos en Computación y Servicios S.A. de C.V.	Área de Desarrollo de Software Interna de Compusoluciones	19/03/2010	2	JAL
Tecnología en Informática y Administración S.A. de C.V.	Development Área	15/04/2010	2	JAL
GEUSA, Grupo Embotelladoras Unidas S.A. de C.V.	Systems Department	30/04/2010	2	JAL
ilinium S.A.	Operations and Development	09/08/2007	2	NL
Kernel Technologies Group	Software Development Team including the Quality Assurance Team	29/09/2007	2	NL
Tecnologico de Monterrey – VRHTI	Tecnologico de Monterrey – VRHTI – DPSI	12/12/2008	2	NL
i-place	i-place	30/01/2009	2	NL

Tabla 2.8 Listado de certificaciones del CMMI por empresas de México (continuación).

Consiss S.A. de C.V.	Custom Software Development	28/08/2009	2	NL
T-Systems México, S.A. de C.V.	T-SYSTEMS MEXICO	01/02/2008	2	PUE
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, A.C.(UPAEP)	Dirección de Sistemas de Información	22/05/2009	2	PUE
Vision Software Factory, S.A. de C.V.	Vision Software Factory, S.A. de C.V.	21/12/2007	2	QRO
Business Intelligent Software, SA de CV	Software Development Team	31/08/2007	2	SIN
ARASYS S.A. DE C.V.	Software Development Projects	23/11/2007	2	SIN
DPSOft S.A. de C.V.	DPSOft Software Development Team	30/11/2007	2	SIN
Sistemas Programación Coppel SA de CV	Sistemas Programación Coppel SA de CV	29/08/2008	2	SIN
MACRO PRO S.A. de C.V.	Macropro New Developments	12/09/2008	2	SIN
Applied Protocol Interfaces S.A. de C.V.	Custom Software Development and Software Maintenance	13/11/2009	2	SIN
Factor Informático de Negocios S.A. de C.V.	Operations Unit	23/04/2010	2	SIN
RQPortillo Firm S. de R.L. de C.V.	Consultancy and Support Units	10/06/2010	2	SIN

Tabla 2.8 Listado de certificaciones del CMMI por empresas de México (continuación).

PLENUMSOFT – SERVICIOS Y SUMINISTROS EN INFORMATICA, S.A. DE C.V	INGENIERIA DE SOFTWARE	24/07/2008	2	YUC
Brainup Systems S.A. de C.V. (Compartida con Argentina)	BUS Development and Services	17/07/2009	2	DF
Zentrum Ziztemaz S.A. De C.V.	Zentrum Ziztemaz Tijuana	26/11/2009	3	BC
Logica Interactiva S.A. de C.V.	Interlogic – Software Engineering Área	15/09/2009	3	CHIH
Intelligent Network Technologies S.A. de C.V.	Intelligent Network Technologies S.A. de C.V.	18/09/2009	3	COAH
IDS Comercial S.A. de C.V.	IDS Project Development	14/03/2008	3	DF
Informática Integral Empresarial S.A. de C.V.	Sinersys Technologies	14/03/2008	3	DF
SERVICIOS TELEPRO, S.A. DE C.V.	SERVICIOS TELEPRO, S.A. DE C.V.	29/05/2008	3	DF
Accenture Technology Solutions – Mexico	Accenture – MXDC	22/08/2008	3	DF
EDS, an HP Company	Mexico City SAT account – Servicio de Aduanas Área – AGA- Administración General de Aduanas	15/10/2008	3	DF
BLITZ SOFTWARE	BLITZ SOFTWARE	20/12/2008	3	DF
QuarkSoft S.C.	QuarkSoft S.C.	27/02/2009	3	DF

Tabla 2.8 Listado de certificaciones del CMMI por empresas de México (continuación).

Azertia Tecnologías de la Información México S.A. de C.V. (Una Empresa de INDRA SISTEMAS S.A.)	Azertia Tecnologías de la Información México S.A. de C.V. (Una Empresa de INDRA SISTEMAS S.A.)	13/03/2009	3	DF
T&D AUTOMATED TESTING AND DEVELOPMENT SOFTWARE, S.A. DE C.V.	GRUPO TECNIS	03/04/2009	3	DF
Vision Consulting	Software Development and Maintenance Projects	25/09/2009	3	DF
AsTecI S.A. de C.V.	Software Development and Maintenance	28/01/2010	3	DF
IBM AMS Mexico	Grupo Modelo Account	19/03/2010	3	DF
IBM AMS Mexico	Grupo Nacional Provincial Account	04/06/2010	3	DF
D&T Tecnología S de RL de CV	Deloitte GDC México	31/07/2009	3	GTO
VENTUS Technology S.A. de C.V.	VENTUS Technology	22/03/2008	3	NL
World Software Services Group, SA de CV	World Software Services Group, SA de CV	25/03/2009	3	NL
AD INFINITUM S.A. de C.V.	Software development and implementation services	14/08/2009	3	NL
SYTECSO, S.A. de C.V	Software Factory	28/08/2009	3	NL

Tabla 2.8 Listado de certificaciones del CMMI por empresas de México (continuación).

Expert Sistemas Computacionales S.A. de C.V.	Expert Tecnología	29/08/2009	3	NL
OPEN ROAD Solutions S de RL de CV – Queretaro Mexico	OPEN ROAD Solutions S de RL de CV	19/12/2008	3	QRO
ALTEC Mexico S.A. de C.V.	ALTEC Mexico S.A de C.V.	19/06/2009	3	QRO
ImagenSoft by Imagen y Sistemas Computacionales, S.C.	ImagenSoft Projects Division	03/07/2008	3	SIN
Expresión Informativa y Técnicas Organizadas S.A. de C.V. (Éxito Software)	New Developments Division	18/12/2008	3	SIN
DESARROLLADORA HOMEX S.A. DE C.V	IT Department	04/06/2010	3	SIN
TSI ARYL S. de R.L. de C.V.	QUALISYS – SYSTEMS AREA	12/09/2008	3	SON
INNEVO (Susoc & Vates S.A. de C.V.) (Compartida con Argentina)	Innevo Software Development Services, Product Factory	07/09/2007	3	JAL
CRS IT Consulting S.A. de C.V. (Compartida con Argentina)	Technical Solution Implementation Unit	03/07/2009	3	DF
Sieena Software S. de R. L. de C. V. (Compartida con Estados Unidos)	Sieena Software S. de R. L. de C. V.	17/07/2009	3	COAH, NL
INNEVO	Custom Software Development Unit	11/06/2010	4	JAL
Hildebrando Software Factory	Hildebrando Software Factory	07/09/2007	5	AGS

Tabla 2.8 Listado de certificaciones del CMMI por empresas de México (continuación).

ULTRASIST S.A. de C. V.	ULTRASIST	28/03/2009	5	DF
PRAXIS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.	CEDS (Center of Excellence for Development of Software)	18/12/2009	5	DF
IBM	Application Management Services Mexico	30/03/2010	5	JAL
Softtek	GDC Monterrey High Growth Accounts	04/12/2009	5	NL
SigmaTao Factory, S.A. de C.V.	SigmaTao Factory, S.A. de C.V.	24/08/2007	5	QRO

Cabe resaltar que de acuerdo a las estadísticas del SEI, en México sólo existen cinco certificaciones CMMI Nivel 2, lo que deja al país por encima de las demás naciones con este nivel de madurez. Esto significa que aunque hay pocas empresas con CMMI, las que existen tienen un nivel elevado. Así mismo, estas estadísticas de muestran que la mayoría de las empresas mexicanas certifican a la empresa como un todo, no sólo un área o proyecto específico.

Por otro lado, se nota bastante cuán centralizada se encuentra la industria del software en México, pues casi todas las certificaciones se aglomeran en el Distrito Federal (22), Nuevo León (12), Sinaloa (11) y Jalisco (8). Guanajuato y Querétaro contribuyen con 4 certificaciones cada uno, mientras Chihuahua, Coahuila y Puebla contribuyen con 2 certificaciones por entidad. Finalmente, en Sonora, Aguascalientes, Baja California y Yucatán existe una empresa certificada por estado.

2.11 Problemática de las empresas que no han utilizado la metodología del CMMI

Desde los inicios de los proyectos de software, se detecta una debilidad en la industria del software. Este aspecto se ilustra con la paradoja de Cobb's, la cual establece: "Sabemos por qué fallan los proyectos, sabemos prevenir las fallas, entonces ¿por qué fallan todavía?" (Garita, González, & Ureña, 2007).

El principal problema que tienen las empresas al iniciar un proyecto, radica en que el tiempo de vida del proyecto y el presupuesto que son estimados al principio del proyecto, son rebasados desde un 20% hasta un 400% por arriba de lo estimado. Esto ocasiona pérdida de tiempo y dinero para la empresa. De acuerdo al *Standish Group* en un estudio del 2004 sólo el 51 % de los proyectos de Software tienen éxito (Jorgensen & Molokken-Ostfold, 2006).

Los principales puntos a considerar que se identificaron en este reporte realizado en el 2004 se enlistan a continuación:

- Se gastaron \$255 billones al año en tecnología de información.
- 15% de los proyectos se cancelaron antes de su terminación.
- 34% de los proyectos costaron 43% más de los estimados originales.
- Se gastaron \$55 billones por los proyectos cancelados de software.
- El 51% de los proyectos se terminaron en tiempo y en presupuesto.

De acuerdo a un estudio realizado por la consultora mexicana ITERA en mayo del 2011, se identifican los principales desafíos en proyectos de implementación de tecnologías de información que se definen a continuación:

- Falta de información por parte del usuario

- Requerimientos y especificaciones incompletas
- Cambios a los requerimientos
- Falta de soporte ejecutivo
- Falta de competencia tecnológica
- Falta de recursos
- Expectativas no realistas
- Objetivos no claramente definidos
- Tiempos no realistas
- Nueva Tecnología

Un factor importante para que las empresas obtengan resultados positivos respecto a esta problemática, es la implementación de programas de mejoras de procesos para el desarrollo de software basados en modelos de referencia. El CMMI Nivel 2 es un modelo de madurez y capacidad de los procesos de desarrollo de software y sistemas que proporciona a las organizaciones un marco de referencia con las mejores prácticas de la industria para establecer un programa de mejora continua de sus procesos.

Con más de 15 años de uso de la metodología, se ha obtenido una identificación de diversos beneficios que han impactado el rendimiento y productividad de las empresas que lo han adoptado.

2.12 Beneficios de la aplicación del CMMI en la industria

El *Software Engineering Institute* (SEI) todos los años realiza un estudio de los resultados de aplicación e implementación de la metodología del CMMI en la industria.

En noviembre del 2010 se realizó un reporte de la importancia e impacto que ha tenido el CMMI los cuáles detallaron que esta metodología ha sido de gran ayuda para el ahorro de costos, generación de utilidades y para una efectiva gestión de proyectos.

El *Software Engineering Institute* explica que el CMMI es un compendio de las mejores prácticas de las etapas de planeación, desarrollo y administración de procesos de negocio que ayudan a las empresas a alcanzar sus metas, las cuales están muy relacionadas con metas de costo, tiempo, incremento de la productividad, calidad de los servicios y productos y satisfacción del cliente.

En este estudio participaron 6 empresas internacionalmente reconocidas que afirman que la metodología del CMMI funciona y que ha ayudado a la mejora continua de las empresas. Las empresas participantes se muestran en la figura 2.5.



Figura 2.5 Organizaciones participantes en el reporte de resultados del CMMI en el 2010 (SEI, 2010).

Estas empresas también concluyeron que el CMMI les ha proporcionado medidas cualitativas para complementar sus medidas cuantitativas. Entre los beneficios cualitativos encontrados se pueden mencionar los siguientes:

- Reducción de horas extraordinarias de trabajo y presión.

- Definición clara de roles y responsabilidades para la ejecución del negocio.
- Estandarización de un lenguaje común (Definición de procesos y medidas) entre las unidades de negocio.
- Disminución de la re-planeación de tareas y actividades de proyectos.
- Productos con menos defectos obtenidos con un menor riesgo.
- Mejora de la visión del programa, control y rastreo.
- Reducción de costos de capacitación: la documentación de procesos permite que el conocimiento se transfiera a una nueva generación de trabajadores.
- Retención del personal y satisfacción del trabajo.

El CMMI es un método de probada eficacia para la gestión del rendimiento con más de una década de resultados documentados que realmente afirman que la metodología funciona. Las organizaciones participantes en el reporte de resultados han proporcionado datos que muestran los beneficios que les ha producido el CMMI, los cuales se enlistan a continuación:

- Permite la entrega de productos de calidad con un número bajo en defectos, con costos, tiempo y calidad predecibles.
- Mejora del rendimiento de la organización.

De forma específica el CMMI Nivel 2 provee la siguiente serie de beneficios:

- Mejoras en la gestión del plan del proyecto
- Aumento de la visibilidad de la gestión de proyectos en la organización
- Estandarización de los procesos de gestión a través de procedimientos y herramientas.
- Reducción de los plazos de entrega
- Incremento de la productividad

- Incremento de la calidad (reducción de errores)
- Incremento del nivel de satisfacción del cliente
- Incremento del nivel de satisfacción de los empleados
- Incremento del ROI (Retorno de la Inversión)
- Reducción del coste de la calidad

2.13 Conclusiones

El CMM y el CMMI han sido modelos de gran utilidad para que toda empresa pueda tener una guía para orientar sus iniciativas de mejora. El recorrido que debe seguir una organización que quiere trabajar con estos modelos es largo y requiere de un esfuerzo sostenido que brinda sin ninguna duda frutos que son críticos para poder crear software de mayor calidad.

Es importante destacar que el CMMI hace un especial énfasis sobre la capacidad de los procesos y la madurez de la organización en su conjunto; presenta un nuevo marco que permite la incorporación de nuevas disciplinas.

Así mismo, el CMMI pretende proporcionar una guía para mejorar los procesos de una organización y su capacidad para gestionar el desarrollo, adquisición y mantenimiento de productos o servicios, apoyando en aspectos tales como:

- Proporcionar un criterio para evaluar las prácticas actuales de la organización.
- Establecer metas y prioridades de mejora del proceso.
- Proporcionar una guía para lograr procesos de calidad.

Cuando una organización logra enfocarse en los procesos, puede aprender de sus errores, incorporar mejores prácticas, hacer rutinarias ciertas tareas; que una vez realizadas de forma correcta se pueden seguir ejecutando en forma repetitiva y se puede lograr que los resultados sean predecibles.

Capítulo 3. Diseño de la investigación

3.1 Introducción

En el presente capítulo, se detalla el proceso de investigación seguido de las propuestas de solución para cubrir los objetivos identificados para el presente trabajo de investigación a través de una metodología de investigación de un caso de estudio.

Debido a que la presente investigación se desenvuelve en el campo de las tecnologías de información, y más específicamente en la de administración de proyectos de acuerdo a una metodología específica, se considera como inadecuado el método experimental tradicional por el hecho que ya existen muchas teorías que pueden emplearse como punto de partida para la misma (Altinay & Roper, 2002). Es por esto que resulta más apropiado para este trabajo de investigación el empleo de lo que se conoce como *Grounded Theory Methodology*, que propone que ya existen suficientes descripciones de situaciones de negocios. Por lo tanto, esta investigación se llevará a cabo en base a la metodología llamada Método Histórico Comparativo propuesto por Buendía.

La realización de este trabajo requirió principalmente de una constante comunicación con las personas involucradas en el proyecto de implementación del Sistema de Administración de Datos Maestros en el Tecnológico de Monterrey; ya que tienen a su cargo la ejecución de actividades de desarrollo y gestión de requerimientos, validación y verificación de los productos de trabajo.

3.2 El caso de estudio como método de investigación

Stake (1995) describió a los casos de estudio como investigaciones empíricas que pretenden explotar un fenómeno contemporáneo en el cual los límites entre el fenómeno y el contexto no son del todo evidentes. Martin y Eisenhardt (2001) consideran que el caso de estudio es una estrategia que se enfoca en el entendimiento de dinámicas presentes en contextos únicos para el posterior desarrollo de una teoría.

De acuerdo con Dalton (1959, citado por Dyer y Wilkins 1991), el objetivo de los casos de estudio es acercarse lo más posible de mundo real para poder interpretarlo más adecuadamente, empleando posteriormente experiencias únicas y típicas como base para la validación de la teoría. También afirman que la elaboración de un caso de estudio no es una mera opción metodológica, sino que depende directamente del fenómeno o comportamiento que se desee estudiar.

Yin (1994, citado en Chetty (1996) argumenta que el método de estudio de caso ha sido una forma esencial de investigación en las ciencias sociales y en la dirección de empresas, así como en las áreas de educación, políticas de la juventud y desarrollo de la niñez, estudios de familias, negocios internacionales, desarrollo tecnológico e investigaciones sobre problemas sociales. De manera similar, Chetty (1996) indica que tradicionalmente el estudio de caso fue considerado apropiado sólo para las investigaciones exploratorias.

3.3 Método histórico comparativo

Este estudio trata de documentar la experiencia y sucesos establecidos en un

caso real de implementación de un sistema de Administración de Datos Maestros aplicando una administración de proyectos guiado por el CMMI Nivel 2, la cual ya es una metodología establecida hace años y que existen muchos estudios y casos documentados. Por lo tanto, un análisis histórico detallado es el punto de partida para comprender cualquier fenómeno dentro de una industria (Buendía, 2000). El método Histórico Comparativo no solo es útil para determinar los pequeños eventos que han resultado determinantes en la administración de proyectos, sino que también puede servir como base para la creación de nuevas teorías.

La metodología para la elaboración y análisis teórico que se utiliza en este trabajo es el Método Histórico Comparativo (Buendía, 2000). Este método consiste en diferentes niveles de construcción teórica. El primer nivel se logra mediante la descripción del tema a estudiar; en las ciencias administrativas, al resultado de la descripción se le llama “caso de estudio”. El segundo nivel está constituido por la formulación teórica, es decir, una descripción de las teorías ya existentes. Esta formulación se compara con el caso de estudio analizado y haciendo esto pueden aparecer limitaciones conceptuales que podrían llegar a constituir la base de proposiciones teóricas nuevas. Se pueden repetir estos pasos las veces que sea conveniente. Este sistema se ha usado comúnmente en las ciencias naturales y sociales y evoca la metodología científica tradicional.

El Método Histórico Comparativo contempla dos o más niveles de construcción teórica. En el primer nivel se describe los fenómenos a estudiar y en el segundo nivel se confrontan los casos de estudio con las explicaciones teóricas existentes. A continuación, la figura 3.1 muestra representación del método histórico comparativo:



Figura 3.1 Método Histórico Comparativo (Buendía, 2000).

Para el desarrollo de este estudio, el método Histórico Comparativo indica como primer paso la construcción del caso, el cual se desarrolla en el capítulo 1 de esta investigación; en donde se plantea el problema de la investigación, los objetivos, alcance, justificación y limitaciones.

En el primer nivel de construcción teórica de esta tesis se empleó información disponible en libros, publicaciones académicas (*journals*), reportes anuales, artículos de revistas y sitios web corporativos de la empresa considerada; para poder describir la situación del proceso de implementación de la herramienta tecnológica en la empresa. En el segundo nivel de construcción teórica de esta tesis, se analizó la información recopilada sobre la metodología del CMMI estudiada en el capítulo 2. Todo esto para explicar el proceso de la metodología del CMMI, el impacto que tiene en las organizaciones que lo utilizan y los beneficios que provee. En la figura 3.2 se puede

observar cómo se adapta el Método Histórico Comparativo para el desarrollo de este caso de estudio en particular.



Figura 3.2 Método Histórico Comparativo aplicado a este estudio

3.4 Conclusiones

En este capítulo se analizó la metodología utilizada en el proceso de la construcción teórica para el análisis de la empresa a estudiar. El método de estudio de caso es una estrategia metodológica de investigación científica, útil en la generación de resultados que posibilitan el fortalecimiento, crecimiento y desarrollo de las teorías existentes o el surgimiento de nuevos paradigmas científicos; por lo tanto, contribuye al desarrollo de un campo científico determinado. Razón por la cual el método de estudio de caso se torna apto para el desarrollo de investigaciones a cualquier nivel y en cualquier campo

de la ciencia, incluso apropiado para la elaboración de trabajos de investigación.

(Martínez, 2006).

Capítulo 4. Estudio del proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey

4.1 Introducción

Hasta este punto el presente trabajo de investigación se ha enfocado en temas en torno a la Administración de Proyectos y el modelo del CMMI tomando un vistazo de las principales aportaciones de este modelo en la Administración de Proyectos de gran escala y observando diversos casos de estudio con semejante enfoque. Es por esto que se corrobora la confiabilidad y eficacia del modelo en soluciones de este tipo donde el objetivo ha sido el optimizar la productividad del negocio, mejorar la gestión del riesgo y optimizar la reducción de costos.

Una de las partes más importantes y desafiantes de seguir el modelo del CMMI es saber dónde y la forma de cómo empezar, y para ello a menudo es más rentable contar con la participación de expertos externos o consultores durante las etapas iniciales del proyecto para tener una opinión confiable y fidedigna para la producción de la solución.

En este capítulo se presenta la documentación de un caso de estudio real correspondiente al proyecto de la implementación de un Sistema de Administración de Datos Maestros aplicando la metodología CMMI Nivel 2 en el Tecnológico de Monterrey para que permanezca como evidencia de esta implementación para estudios futuros o como una guía de consulta para próximas implementaciones.

En este caso de estudio se analizan los antecedentes del proyecto de implementación, la justificación de dicho proyecto y el alcance que enmarca la meta del

proyecto. Posteriormente se analizan los procedimientos de la Administración de Proyectos; enfocados en la etapa de planeación del proyecto, correspondientes al modelo del CMMI nivel 2 institucionalizado seguidos en la implementación los cuáles serán abordados con más detenimiento en el desarrollo de éste capítulo. Para finalizar se realizará un análisis de los resultados de la implementación obtenidos como conclusión y sugerencias sobre posibles trabajos futuros que este caso de estudio puede llegar a producir.

4.2 Contexto de la Organización

El Tecnológico de Monterrey es la institución educativa más reconocida de América Latina por el liderazgo de sus egresados en los sectores privado, público y social; y por la investigación y desarrollo tecnológico que realiza para impulsar la economía basada en el conocimiento, generar modelos de gestión e incubación de empresas, colaborar en el mejoramiento de la administración pública y las políticas públicas, y crear modelos y sistemas innovadores para el desarrollo sostenible de la comunidad.

El Tec de Monterrey está compuesto por 33 campus distribuidos por todo México. Cuenta con un hospedaje alrededor de 80.000 estudiantes, siendo el campus Monterrey, la principal y más grande, con 22.000 estudiantes que toman cursos de nivel superior, asistiendo a clases en 6 diferentes lugares de la ciudad, dependiendo del nivel y grado que apliquen.

Además se cuenta con la Universidad Virtual que se dedica a la enseñanza on-line y a distancia, para lo cual depende en gran medida de la información y las

comunicaciones. Este campus cuenta con sedes en toda América Latina para que la gente fuera del país tenga acceso a los cursos.

4.2.1 Historia

El Tecnológico de Monterrey fue fundado en 1943 gracias a la visión de don Eugenio Garza Sada y de un grupo de empresarios, quienes constituyeron una asociación civil denominada Enseñanza e Investigación Superior, A. C.

El Tecnológico de Monterrey es una institución de carácter privado, sin fines de lucro, independiente y ajena a partidos políticos y religiosos. Es una institución educativa:

- De finalidades académicas en los niveles medio superior y superior, incluido el posgrado, y que apoya otros niveles de educación, capacitación, actualización y desarrollo de las personas.
- De carácter privado, sin fines de lucro y responsable de la procuración de los recursos necesarios para su operación y crecimiento.
- Independiente y ajena a partidos políticos y religiosos.
- Comprometida con el desarrollo social y la innovación.
- Que promueve sistemas educativos para apoyar a la educación de México, como es la Universidad TecMilenio y la PrepaNet.

La labor del Tecnológico de Monterrey y de todos sus campus es apoyada por asociaciones civiles, integradas por un numeroso grupo de destacados líderes de todo el país comprometido con la calidad de la educación superior.

Cada año, los consejeros de estas asociaciones civiles se reúnen para establecer las metas que deben orientar las grandes decisiones, dirigidas a que el Tecnológico de

Monterrey cumpla con su objetivo de convertirse en motor de desarrollo de las comunidades y del país.

El Tecnológico de Monterrey cuenta con el apoyo de la comunidad nacional, que participa en los sorteos que la propia institución organiza para ampliar el programa de becas y la inversión en infraestructura.

El prestigio que el Tecnológico de Monterrey gozó desde sus inicios, no sólo por su calidad académica sino también por la cultura emprendedora, de trabajo, de eficiencia y de responsabilidad que fomenta en sus estudiantes, motivó a sus egresados, provenientes de diferentes regiones de México, a promover la presencia del Tecnológico de Monterrey en sus ciudades de origen.

4.2.2 Vicerrectoría de Tecnologías de Información

La Vicerrectoría de Recursos Humanos y Tecnología de Información (VRHTI) tiene como objetivo ofrecer con excelencia los servicios de informática que requieren la comunidad académica y administrativa, contribuyendo con ello a la permanencia y evolución del Tecnológico de Monterrey como institución educativa de vanguardia.

En agosto del 2001, el Tecnológico de Monterrey inició un proceso estratégico de centralización y unificación de los procesos administrativos y los servicios computacionales. La entidad que surgió para apoyar ese proceso fue la Vicerrectoría de Tecnologías de Información.

Actualmente somos la entidad de tecnologías de información que atiende los proyectos estratégicos del Sistema bajo un modelo de operación centralizada. Estamos presentes, como una sola entidad, en los 33 campus, contribuyendo con nuestra

operación, a la eficiencia operativa de los procesos administrativos a través de su homologación en todos los campus que conforman el Tecnológico de Monterrey.

La Vicerrectoría de Tecnologías de Información soporta la operación diaria de diversos sistemas del Tecnológico de Monterrey tales como:

- Biblioteca digital
- Correo electrónico
- Sistema de Servicios Administrativos y Finanzas (UV, MTY, Sistema, Sorteos)
- Sistema de Inscripciones SiDI
- Evaluanet
- Licenciamiento de Software
- Operación de Plataformas Educativas
- Portales

La Vicerrectoría de Tecnologías de Información tiene una vasta experiencia en el campo de las Tecnologías de Información en la implementación de sistemas de gran magnitud para la mejora continua del instituto y mantener un estatus de vanguardia a nivel mundial. Así también, pretende ser caracterizado por la eficiencia en la búsqueda de soluciones innovadoras, la modernidad, capacidad de control y definición de lineamientos en metodologías y tecnologías para la construcción de soluciones informáticas para establecer una cultura de clase internacional.

4.2.3 Certificación CMMI Nivel 2

El Tecnológico de Monterrey, a través de la Dirección de Proyectos de Sistemas de Información de la VRHTI, obtuvo luego de dos años de evaluación, la certificación

internacional CMMI Nivel 2, enfocada al área de servicios y desarrollo de software institucional.

El 12 de diciembre del 2008, José Enrique Pérez, evaluador autorizado por el *Software Engineering Institute* (SEI), presentó los resultados finales del peritaje que llevó a la obtención del Modelo de Capacidad de Madurez Integrado en su Nivel 2, el cual representa un seguimiento de calidad en el desarrollo de sistemas de información y administración básica de proyectos.

“La certificación internacional CMMI garantiza que el software que desarrolla el Tecnológico de Monterrey cuenta con los estándares competitivos y de calidad que se piden internacionalmente”, dijo el consultor José Enrique Pérez, quien agregó que “resulta satisfactorio e interesante ver cómo se resuelven las necesidades de una universidad tan grande como el Tecnológico de Monterrey a través de software de calidad”.

Por su parte, el ingeniero Luis Caraza Tirado, Vicerrector de Recursos Humanos y Tecnologías de Información, señaló que “el reconocimiento lleva de fondo la inquietud de una mejora continua pues al obtener una certificación externa no sólo se beneficia al Tecnológico de Monterrey, sino también a los empleados y los usuarios”, y agregó que el área de tecnologías de información de la Institución, no sólo es una de servicio, sino de oferta: “no sólo recibimos pedidos sino que también tenemos que extender ofertas y guiar a los usuarios hacia un quehacer proactivo”.

Por su parte, el ingeniero Rodolfo Chacón Vázquez, Director de Proyectos de Sistemas de Información, señaló que como siguiente paso se dará continuidad a las mejoras en cuanto a simplificación, optimización y automatización de procesos. Además, destacó que, tras un periodo de estabilización, el objetivo ahora es alcanzar el Nivel 3 de madurez.

El Tecnológico de Monterrey, a través de la Dirección de Proyectos de Sistemas de Información de la VRHTI (ahora VITI), obtuvo luego de dos años de evaluación, la certificación internacional CMMI Nivel 2, enfocada al área de servicios y desarrollo de software institucional.

De acuerdo a José Enrique Pérez, la certificación internacional CMMI garantiza que el software que desarrolla el Tecnológico de Monterrey cuenta con los estándares competitivos y de calidad que se piden internacionalmente.

Las áreas evaluadas al interior de la Dirección de Proyectos de Sistemas de Información fueron: la administración de requerimientos, la planeación de proyectos, el monitoreo y control de proyectos, el aseguramiento de calidad, la administración de la configuración, las métricas y análisis, y la administración de acuerdo a proveedores. De esta manera, el SEI determinó que como fortalezas generales se detectaron la participación constante y proactiva en la mejora de los procesos por los miembros de los proyectos, el desarrollo de una arquitectura que facilita el seguimiento y desarrollo de estrategias, así como los elementos que favorecieron la capacitación del personal. Tras la obtención de la certificación, los procesos involucrados en la mejora permitirán que los productos desarrollados en la VRHTI (Vicerrectoría de Recursos Humanos y Tecnologías de Información, ahora VITI), tales, como software y servicios Web sean más predecibles y eficientes.

Por otro lado, los beneficios a nivel interno representaran reducción de defectos y tiempos, forma de trabajar mejor estructurada, planeaciones más cercanas a la realidad, decisiones dentro de los proyectos a tiempo, acciones correctivas en etapas tempranas, estandarización de entregables y uso de métricas, entre otros.

El equipo de evaluación para la obtención del CMMI Nivel 2 fue integrado por José

Enrique Pérez, Vilma Escarría Rodríguez, Xochitl Morales Rodríguez, Olivia Vargas y Félix Gallegos.

La certificación CMMI otorgada por el SEI tiene vigencia de 3 años y durante este periodo, se continuarán fortaleciendo las competencias adquiridas.

4.3 Diseño y planeación del proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey

Como entidad certificada en CMMI Nivel 2 el Tecnológico de Monterrey tiene un proceso definido para la Administración de Proyectos. Este proceso se denomina Proceso de Administración de Proyectos (PAP); que se muestra en la figura 4.1, que integra actividades de las diferentes áreas de proceso de nivel 2, Modelo CMMI versión 1.2; así como también integra actividades que se consideren necesarias por parte de los Directores de Departamento responsables en el Ciclo de Vida del Proyecto y en el Ciclo de Vida de Desarrollo de un Solución de Software.

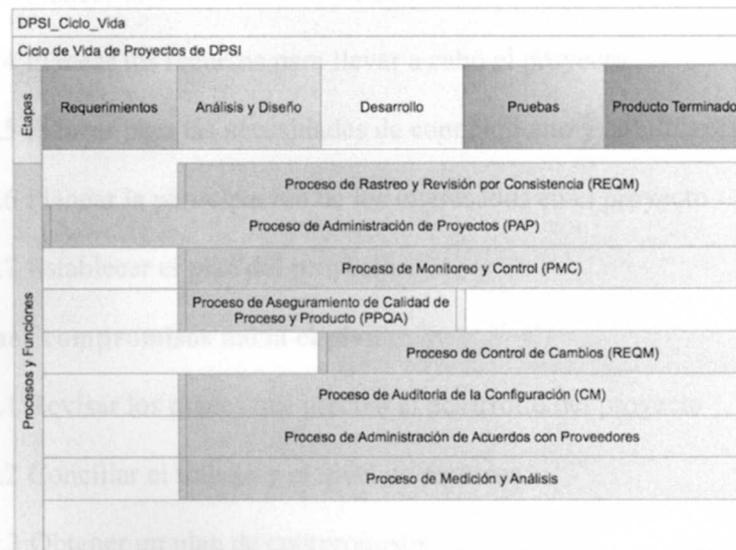


Figura 4.1 Ciclo de vida de Proyectos CMMI Nivel 2 institucionalizado

Para este proyecto de implementación se concentró en el proceso de PAP como modelo principal para la Administración efectiva de los recursos involucrados en el proyecto. Cómo se describió en capítulos anteriores este segmento del CMMI Nivel 2 tiene como fin una planeación del proyecto eficiente en base a las métricas definidas por el SEI en su proceso de Planeación de Proyectos (PP) las cuáles listo a continuación:

SG 1. Establecer estimaciones

SP 1.1 Establecer el alcance del proyecto

SP 1.2 Establecer y mantener estimaciones para los atributos de trabajo y los atributos de las tareas.

SP 1.3 Definir el ciclo de vida del proyecto

SP 1.4 Determinar estimaciones de esfuerzo de trabajo y costo

SG 2. Desarrollar un plan de proyecto

SP 2.1 Establecer un presupuesto y un cronograma

SP 2.2 Identificar los riesgos de proyecto

SP 2.3 Planear la administración de los datos

SP 2.4 Planear los recursos para llevar a cabo el proyecto

SP 2.5 Planear para las necesidades de conocimiento y habilidades

SP 2.6 Planear la participación de los interesados en el proyecto

SP 2.7 Establecer el plan del proyecto

SG 3. Obtener compromisos hacia el plan

SP 3.1 Revisar los planes que afecten el desarrollo del proyecto

SP 3.2 Conciliar el trabajo y el nivel de recursos

SP 3.3 Obtener un plan de compromisos

El propósito del proceso de planeación de proyectos (PP) es establecer y mantener planes que definan las actividades para la elaboración de los proyectos. Como

ya se ha descrito anteriormente y de manera de resumen se enlistan las actividades que el área del proceso PP involucra:

- Desarrollo del plan del proyecto.
- Interacción adecuada con las partes interesadas.
- Obtención de los compromisos para el plan
- Mantenimiento del plan.
- La planeación comienza con los requerimientos que definen el producto y el proyecto.

4.4 Antecedentes del proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey

Como entidad educativa y organización, el Tecnológico de Monterrey cuenta con procesos operativos que generan mucha información fundamental para la institución. Es por esto que se analizó y se aceptó la implementación de un sistema de Administración de Datos Maestros para tener un repositorio central y fidedigno de información que permita el mantenimiento y la propagación inteligente de todos los datos que resulten ser de interés común para la operación de los diversos sistemas de información que soportan la operación de la organización, así como la efectiva alineación de la TI y las iniciativas de negocio obteniendo así una reducción en los costos asociados al mantenimiento y tiempo de entrega de la información de acuerdo a los niveles de servicio requeridos.

Durante el 2005 se estuvieron desarrollando soluciones hechas en casa para el control y limpieza de información lo cual no fue tarea fácil ya que estos desarrollos eran muy difíciles de mantener tanto en tiempo como en esfuerzo. De esta forma se buscaron

soluciones en el mercado que pudieran facilitar la tarea de mantener la información clara, confiable y limpia. En el 2006 se evaluaron diferentes soluciones propuestas y se pusieron como retos propios los siguientes:

- Tener un repositorio central de la información (datos maestros).
- Garantizar la calidad de la información.
- Propagación de la información entre los diferentes sistemas implantados en el instituto.
- Población del almacén de datos.
- Mecanismos de limpieza de la información.
- Propagación de la información después de la limpieza.

Siendo la primera organización mexicana que ha implementado este tipo de soluciones, el tecnológico de Monterrey realizó un estudio minucioso sobre los principales y más importantes proveedores de esta solución, que se muestra en la tabla 4.1:

Tabla 4.1 Vendedores y productos evaluados para el proyecto MDM del Tecnológico de Monterrey

Vendedor	Producto
Oracle	Data Warehouse Builder
IBM	Data Quality and Data Stage (now Infosphere MDM suite)
First Group	First One
Trillium	Trillium
Informatica	Power Center and Data Quality
SAP	MDM

Después de evaluar a los proveedores y sus productos, se analizaron los resultados y se concluyó que Informatica MDM cumplió con todos los requisitos y finalizó las pruebas pertinentes.

Basados en los resultados de éstas evaluaciones a los proveedores, se contactó a un grupo de consultores de Gartner donde confirmaron que Informatica MDM era la mejor opción. Las principales razones fueron:

1. Fue el único proveedor que aplicó una prueba de concepto y satisfizo de manera satisfactoria todas las evaluaciones aplicadas.
2. De acuerdo con Gartner, IBM MDM y SAP MDM no poseen buen servicio al cliente en México; además de tener informes de los clientes mexicanos sobre la calidad del servicio y la ejecución.
3. SAP MDM está orientado a satisfacer las necesidades de las industrias minorista y de manufactura, pero no ha habido ninguna experiencia dentro del sector educativo. Al no estar enfocado en las necesidades principales de la industria educativa, se tendrían que acoplar el sistema al negocio, mantener los cambios hechos y vivir con los problemas que vienen con estos cambios en futuras versiones.
4. La gama de los productos como los de Informatica permiten construir un propio modelo de datos enfocado en las necesidades.

4.4.1 Objetivo del proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey

De acuerdo a los antecedentes ya descritos, el objetivo primordial del Tecnológico de Monterrey de contar con un Sistema de Administración de Datos

Maestros es el de tener un repositorio central que permita el mantenimiento y propagación inteligente de todos aquellos datos que resultan ser de interés común para la operación de los diversos sistemas de información que soportan a la operación del Tecnológico de Monterrey. Así mismo, dejar evidencia del proceso de implementación como instrumento de medición de esfuerzos, costos y recursos mediante la aplicación de modelo del CMMI Nivel 2 como guía durante este proceso.

4.4.2 Justificación del proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey

Además de contar con un sistema de Administración de datos maestros (MDM), la justificación que planteó el Tecnológico de Monterrey para introducir este tipo de soluciones y metodología se muestra a continuación:

- Una mejora incremental en la consistencia y la integración de datos entre los diversos sistemas de información que soportan la operación del ITESM.
- Un decremento sostenido en la duplicidad de datos entre los diversos sistemas de información que soportan la operación del ITESM.
- Un aumento en la calidad de los datos que son utilizados con fines de toma de decisiones.

4.4.3 Alcance del proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey

Derivado del constante movimiento con el que la industria educativa avanza día a día y sumado a la necesidad de contar con sistemas y procesos de negocio capaz de afrontar los retos que ello representa, el Tecnológico de Monterrey emprendió un

esfuerzo corporativo nombrado “Sistema de Administración de Datos Maestros” (SADAM), con el objetivo de modernizar sus procesos operativos teniendo como objetivo el sincronizar todos los procesos de negocio en un repositorio centralizado para así tener una sola visión de la información y de los procesos que existen.

El alcance de este proyecto le permitirá contar con una herramienta más flexible, moderna y adecuada para las exigencias del mercado y tomar un camino hacia la consolidación de la información para tener una visión única de los datos que maneja, con lo que podrá dar frente a los requerimientos del negocio, además de contar con la seguridad que el desarrollo está incorporado a marcos de referencia mundialmente reconocidos y diseñados para la industria del sector educativo.

4.5 Diseño y planeación del proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey

El proyecto MDM del Tecnológico de Monterrey está basado y fundamentado en la metodología del CMMI Nivel 2 en el cual se describen los procesos de arranque del proyecto como guía para el apoyo a la administración y planeación eficientes del mismo.

El plan de trabajo involucró a las áreas dentro de la parte operativa y de desarrollo del Tecnológico de Monterrey las cuales son: Operación de Servicios Financieros, Administración de Aplicaciones, Desarrollo de Finanzas, Modelación de Datos y Arquitectura Tecnológica. Estas áreas son las responsables del manejo de toda la estructura y gestión de datos e información del Tecnológico mediante una serie de procesos claramente identificados, utilizando los principales sistemas de gestión y concentradores de información: SAP y Banner.

Se definió un plan de trabajo preliminar, el cual se muestra en la figura 4.2, para establecer fechas compromiso por parte de todos los participantes para siempre considerar la duración de las actividades y de acuerdo a las prácticas del proceso de planeación de proyectos (PP) del CMMI Nivel 2.

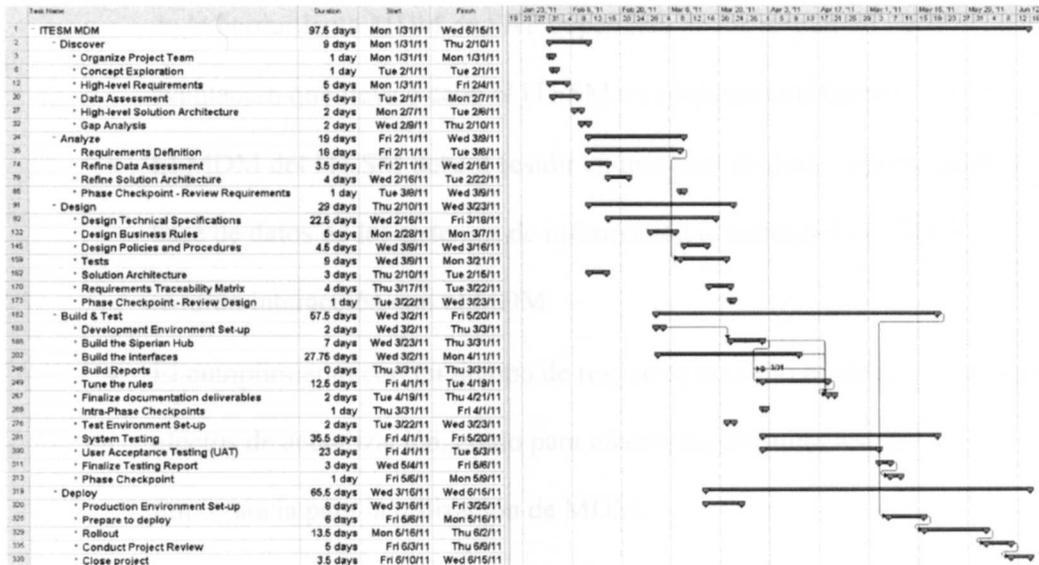


Figura 4.2 Calendario estimado de trabajo para el proyecto MDM del Tecnológico

4.5.1 Inicio del proyecto *Master Data Management (MDM)* del Tecnológico de Monterrey

De acuerdo al CMMI se establecieron juntas con el cliente y el proveedor previamente seleccionado y evaluado para establecer los requerimientos principales para la construcción de esta solución. Así también, se definieron premisas para considerar el alcance de la implementación las cuáles presento a continuación:

- Los datos maestros de interés exclusivo del sistema de información Banner, los de interés exclusivo del sistema de información SAP, o los que son de

interés entre ambos sistemas y que no forman parte del conjunto de datos que son conocidos como “Núcleo”, serán evaluados en la fase de análisis y diseño para determinar su inclusión como parte de este proyecto.

- La implementación del MDM del ITESM se debe llevar a cabo haciendo uso de las herramientas PowerCenter y Data Quality de Informatica. El uso de la herramienta MDM de SAP dependerá de los resultados de la evaluación que lleve a cabo el ITESM en conjunto con Gartner Group.
- El MDM del ITESM deberá residir en una base de datos independiente a la base de datos de los sistemas de información actuales del ITESM y que tendrán interacción con el MDM.
- El cumplimiento con un tiempo de respuesta máximo establecido tanto para efectos de actualización, como para efectos de consulta, resulta de gran importancia para la utilización de MDM.

Dichas premisas están establecidas en el documento de Requerimientos correspondiente al proceso inicial de Rastreo y Revisión por Consistencia del CMMI Nivel 2 en donde también se plasmaron los principales requerimientos a satisfacer:

- **N1.** Crear la infraestructura de base de datos necesaria para albergar los datos que integrarán el MDM del ITESM (R1 Creación del MDM del ITESM)
- Esta necesidad se menciona para establecer el precedente de actividades que se tienen que realizar como parte de esta solución de infraestructura tecnológica.
- **N2.** Depurar los datos maestros en el sistema de información de Banner (R2 Poblar inicialmente el MDM del ITESM).
- La depuración de datos maestros es un paso previo que se realizará en el

sistema Banner para poder poblar la base de datos subyacente al MDM. La depuración de datos consiste en la detección de errores, limpieza de datos en general y estandarizar los datos.

- **N3.** Depurar los datos maestros en el sistema de información de SAP (R2 Poblar inicialmente el MDM del ITESM). La depuración de datos maestros es un paso previo que se realizará en el sistema SAP para poder poblar la base de datos subyacente al MDM. Esta depuración se podrá realizar a la par que se realiza la depuración de los datos maestros de Banner, dependiendo los recursos que puedan asignarse para este proyecto.
- **N4.** Consolidar en el MDM todos aquellos datos depurados procedentes de los sistemas de información de Banner y SAP (R2 Poblar inicialmente el MDM del ITESM).
- **N5.** Crear los desarrollos necesarios para la operación del MDM del ITESM haciendo uso de las herramientas de Data Quality y PowerCenter de Informatica (R1 Creación del MDM del ITESM)

DATA QUALITY

La herramienta Data Quality permitirá realizar la detección de errores en los datos al momento de tratar de ingresarlos al repositorio del MDM. Los desarrollos que se realizan están relacionados con aplicar reglas de procesos de negocio para detectar errores, duplicados y garantizar la calidad en los datos.

POWERCENTER

La herramienta del PowerCenter se utilizará para realizar la propagación de datos maestros estableciendo un mapeo con el sistema de información Banner y el sistema de información SAP en sus correspondientes instancias y objetos de base de datos necesarios.

4.5.2 Definición de roles y responsabilidades del equipo de trabajo del proyecto *Master Data Management (MDM)* del Tecnológico de Monterrey

Se conformó un grupo de trabajo denominado “Comité de toma de decisiones del MDM”; el cual se muestra en la figura 4.3, para el proceso de Evolución con las diferentes áreas involucradas para poder tener una visión más holística de todo el proyecto y así poder cubrir todos los puntos críticos. Este comité también tiene la responsabilidad de normar y supervisar el arbitrio de conflictos, la verificación de los niveles de calidad de los datos, la definición de las estructuras que contengan los datos, su recopilación y la publicación de las estructuras y medios de acceso a los datos, así como, el entrenamiento y la difusión de la información, del contenido y manera de operación del sistema.

Este comité se consolidó desde el inicio de la construcción de la iniciativa de MDM y deberá continuar sus labores a lo largo de todo el ciclo de vida del MDM, con el fin de adaptarlo a las cambiantes necesidades de la institución, pero sin perder la visión que se tiene de los beneficios que se persiguen con la iniciativa de MDM.

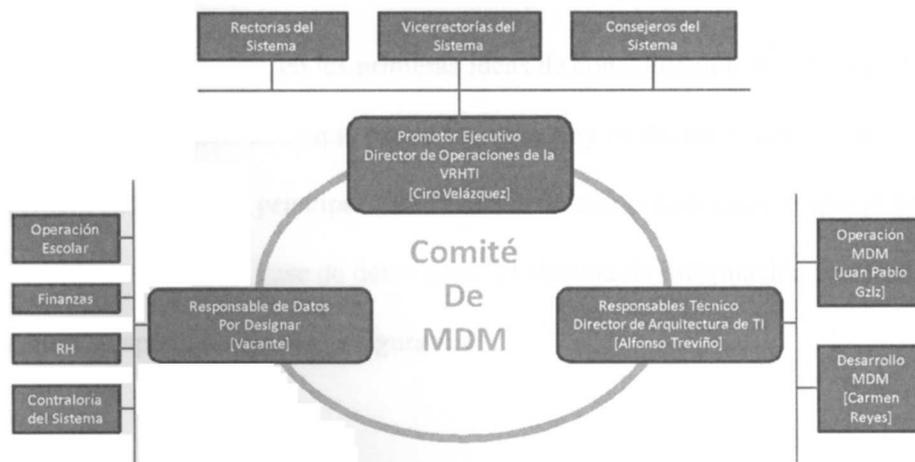


Figura 4.3 Diagrama funcional del comité de MDM.

De acuerdo al SEI, antes de continuar con el proceso de Administración del Proyecto es fundamental tener identificado los roles y participantes del proyecto para que posteriormente se coordine de forma más eficiente las actividades futuras del proyecto y mantener una estructura y proceso de trabajo de nivel para cumplir con las metas deseadas. En este proyecto se definieron roles específicos los cuáles listo a continuación:

- Patrocinadores
- Alta Dirección
- Líder de Proyecto MDM
- Líder de Proyecto de Arquitectura
- Líder de Proyecto Construcción de Software
- Líder de Proyecto Operación.
- Programadores

4.5.3 Arquitectura de la solución del proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey

Durante los años 90, en las primeras ideas de consolidación de este proyecto, se previó la primera versión de lo que puede llamarse hoy en día un Master Data Management (MDM). La principal característica de esta arquitectura es que el MDM o núcleo reside en la misma base de datos como el sistema de información principal. Esta arquitectura se aprecia mejor en la figura 4.4:

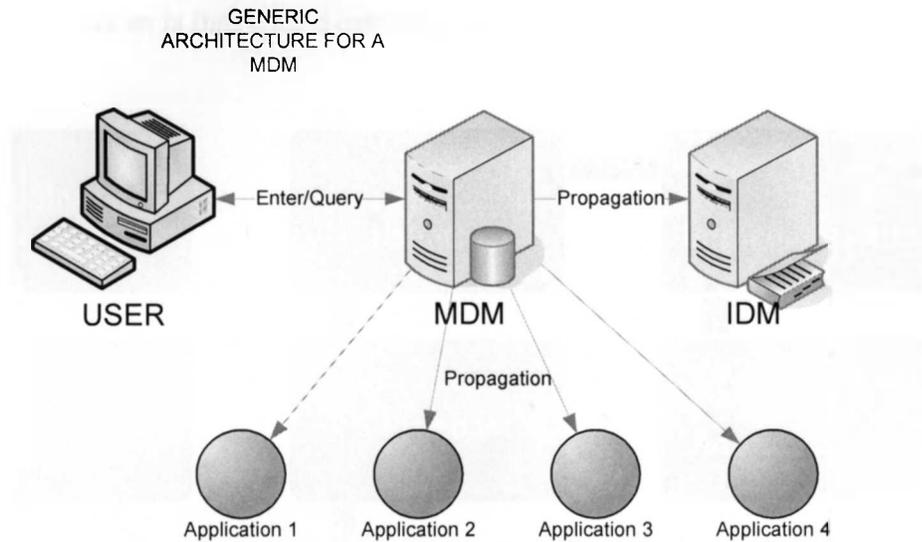


Figura 4.4 Arquitectura General de la implementación del MDM en el Tecnológico

4.6 Diseño y planeación del proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey

De acuerdo a lo ya descrito en anteriores secciones de este capítulo, se establecieron las premisas y la descripción del proyecto MDM del Tecnológico de Monterrey en donde se aplicó a metodología CMMI Nivel 2. El principal foco de esta investigación se basa en el proceso de planeación de proyectos de dicha metodología; el cual pretende establecer y mantener los planes que se definieron para la ejecución de las actividades.

Uno de los primeros puntos de la planeación de proyectos del CMMI se enfoca en el desarrollo del plan del proyecto y la definición de roles, los cuales ya fueron identificados y descritos en una sección anterior. También el proceso establece que es importante tener establecido el ciclo de vida del proyecto y el plan general del proyecto,

el cual se muestra en la figura 4.5 a continuación:



Figura 4.5 Plan General del Proyecto MDM del Tecnológico de Monterrey

Los factores críticos de éxito del proyecto también tienen fundamento en lo ya estudiado por Gartner en la definición de proyectos exitosos de implementación, los cuáles son (Gartner, 2009):

- Compromiso de patrocinadores y directivos de alto nivel.
- Instauración de un marco de gobierno de datos.
 - Establecer roles para la administración de los datos.

- Establecer métricas críticas para monitoreo y control del estado de la calidad de los datos que permita justificar y sostener la administración de los mismos.
- Comunicar los beneficios de la administración de datos en los niveles de calidad a fin de que se pueda cuantificar en costos.
- Adecuado Proceso de Administración del Cambio.

En febrero del 2011 se realizó una prueba de concepto de implementación del MDM en el Tecnológico de Monterrey siguiendo todo lo ya establecido por la metodología del CMMI Nivel 2; así como la evidencia existente que se obtuvo a lo largo del proceso de planeación del proyecto. Esta prueba fue exitosa ya que concluyó en tiempo, costos y esfuerzo por parte de la empresa proveedora de la solución de software y el equipo participante del Tecnológico que llevó a cabo dicha implementación.

A manera de conocer los puntos de vista específicos de los participantes, se realizaron entrevistas informales con los participantes de esta prueba de implementación; que se presentan en los Anexos 2 y 3, de las cuales se obtuvieron los siguientes beneficios observados durante la prueba de concepto:

- Se observó una contundente satisfacción por parte de los participantes ya que se cumplieron las expectativas establecidas en los requerimientos documentados de acuerdo al proceso de planeación de proyectos del CMMI Nivel 2, las cuáles cumplieron de forma completa las necesidades previamente manifestadas.
- De acuerdo al calendario de trabajo se concluye que se terminó a tiempo el proyecto documentando algunos imprevistos que posiblemente hubieran provocado un retraso.

- Se definió y compartió el plan del proyecto para que todos los participantes sepan la situación del mismo a lo largo de su ciclo de vida. Cabe resaltar que los participantes del rol de Alta Dirección tuvieron siempre visibilidad del avance de los estados del proyecto.
- Existió un control de los productos intermedios que se fueron generando así como posibles riesgos y errores cometidos, evitando así el rehacer el trabajo, provocando el ahorro de costos adicionales.

De acuerdo a los reportes de resultados de dos proyectos de Tecnologías de Información implementados en el Tecnológico de Monterrey presentados en los Anexos 4 y 5, se pudo observar una significativa comparación entre el uso de una metodología como el CMMI y el no usar una metodología específica. A diferencia de proyectos anteriores realizados sin la aplicación de la metodología CMMI, se puede observar una mejora extraordinaria con la realización del proyecto Master Data Management (MDM) en el Tecnológico de Monterrey. En los proyectos donde no se aplicó el CMMI se observan diversas inconsistencias referentes a la planeación y administración de los mismos. Los participantes involucrados no tenían definidos roles ni tareas, no se realizó una planeación de recursos bajo ningún esquema, se presentaron múltiples riesgos que no se habían contemplado, no hubo una documentación oficial de ninguna metodología seguida, no existió un análisis detallado de los procesos de negocio y en un proyecto ni siquiera se definió un Administrador del Proyecto. Todo esto, ocasionó retrasos significativos en el ciclo de vida de ejecución de los proyectos presentados.

4.7 Conclusiones

Los resultados obtenidos de la implementación del MDM en el Tecnológico de Monterrey fueron exitosos en todos los sentidos, ya que de acuerdo a las entrevistas informales que se hicieron a dos participantes involucrados en el proyecto, presentadas en los Anexos 2 y 3, se confirma que se cumplieron los objetivos previamente especificados, se satisficieron las necesidades establecidas en los requerimientos, se concluyó en tiempo y los recursos fueron los considerados en todo el ciclo de vida del proyecto.

Un aspecto fundamental dentro del éxito parcial de la implementación de un Sistema de Administración de Datos Maestros fue la iniciativa y seguimiento de la aplicación de la metodología del CMMI Nivel 2 en la planeación y administración de este proyecto que se considera como un proyecto crítico y de gran impacto en la vida operativa de una organización tan grande como lo es el Tecnológico de Monterrey; así también, la estandarización de las prácticas y el seguimiento de los lineamientos que conforman la metodología de forma responsable a lo largo del proyecto.

El contar con los participantes adecuados, con las capacidades necesarias, el conocimiento acorde y las certificaciones competentes, hicieron que el proyecto esté bien respaldado y sustentado desde el punto de vista humano.

Finalmente el aprendizaje adquirido con el proyecto deja una enseñanza muy importante, los aspectos propios de la cultura y el seguimiento de los pasos de una metodología efectiva como lo es el CMMI son una clave dentro de la implementación de este tipo de soluciones, donde la colaboración organizacional y la administración efectiva de recursos son lo más importante, ya que sin éstos, los proyectos e iniciativas a nivel empresarial pueden ser todo un fracaso.

Capítulo 5. Conclusiones finales y trabajos a futuro

4.8 Conclusiones finales

Este es el punto final de la tesis que permite hablar sobre las conclusiones finales de la metodología del CMMI y su aplicación en proyectos reales dentro de un contexto organizacional. A lo largo de esta tesis, hemos utilizado varias formas de definir la importancia, usabilidad y eficiencia de la metodología del CMMI en un nivel 2 y la articulación de los impulsores de negocio y los retos técnicos de la aplicación de este tipo de iniciativas.

El análisis y la información presentados a lo largo de este caso de estudio demuestran que la metodología del CMMI Nivel 2 tiene la capacidad de afirmar el éxito de proyectos y la administración de los mismos en las organizaciones actuales.

En el nivel 2 del CMMI los proyectos se realizan de acuerdo a políticas, haciendo intervenir a gestores relevantes, y personas con el perfil adecuado para producir resultados controlados. Los proyectos son revisados, controlados, medidos y se evalúa su ajuste a la descripción del proceso.

La implantación de este modelo en las organizaciones en sus dos primeros niveles, se traduce en importantes beneficios, los cuáles se observaron a lo largo de esta investigación, entre los cuales se destacan los siguientes:

- Mayor efectividad en la detección de errores a lo largo del ciclo de vida del proyecto, reduciendo drásticamente el número de errores que afecta directamente a los clientes y usuarios.
- Reducción de las desviaciones en plazo de los proyectos.

- Mayor tolerancia al cambio e incremento de la capacidad de adopción y adaptación de nuevas tecnologías.
- Mejora en la rapidez y efectividad de respuesta ante exigencias del negocio.
- Mejora en la colaboración y comunicación efectiva con implicados internos y externos.
- Resultados predecibles en los proyectos.
- Estimación con mayor precisión.
- Generación de evidencia del proceso del ciclo de vida del proyecto.
- Implementación de técnicas proactivas de gestión, mitigando los riesgos que afectan los proyectos.

Sin embargo, cabe resaltar que para conseguir el éxito y la efectividad de un proyecto, la visión que debe tener una organización que quiera adoptar el CMMI como modelo de referencia en su organización, es la de un proyecto de cambio. Se van a sustituir prácticas y herramientas ya asentadas en la empresa, para cumplir con un modelo que predica prácticas diferentes para la construcción y adopción de sistemas de información.

Previamente a la certificación del CMMI en diciembre del 2008, el Tecnológico de Monterrey realizó proyectos similares en el sentido de duración y complejidad involucrando personal interno y externo como agentes consultores y proveedores de las tecnologías usadas y con riesgos similares que involucraban el trabajar en tiempo, con presupuesto limitado y con una definición no precisa ni clara del alcance del proyecto. Dichos proyectos se concluyeron pero no de una forma muy efectiva en donde se observó que los tiempos no fueron estimados correctamente. Los departamentos de desarrollo tenían su propia metodología y sus propios procesos de trabajo que no

precisamente iban alienados a alcanzar el objetivo del proyecto y la falta de la identificación de roles, ocasionaron la pérdida de actitud, motivación y esfuerzos de los equipos participantes y la visión de no tener un rumbo fijo al no saber la jerarquía ni los roles que cada participante tenía (ver Apéndice: Anexos 4 y 5).

Se pueden extraer los beneficios cuantitativos de la aplicación de esta metodología observados en este caso de estudio, los cuales se listan a continuación:

- El CMMI aplicado en el proyecto *Master Data Management* (MDM) del Tecnológico de Monterrey hace una notable mejora en el cumplimiento de los plazos establecidos y compromisos asumidos, previamente acordados y debido a que se involucraron a personas preparadas y previamente capacitadas.
- Las estimaciones de costos y tiempos fueron más precisas por haber sido realizadas sobre bases cualificadas, con métodos definidos; refiriéndose a los documentos de trabajo establecidos en el estándar del CMMI; siguiendo fielmente la metodología de forma precisa y exacta.
- Sin el uso de la metodología CMMI, los equipos de trabajo sólo se les indicaba lo que tenían que hacer sin definición ni distinción alguna de adoptar algún papel para tener control. Esto se vio afectado en la eficiencia y la rapidez con que eran ejecutados los proyectos como se describe en los Anexos 4 y 5. Después de adoptar y practicar la metodología para el proyecto *Master Data Management* (MDM) en específico, los roles y responsabilidades de grupos y miembros del proyecto fueron claramente definidos, permitiendo un seguimiento y

control del proyecto que aseguró el logro de los objetivos, de acuerdo a las entrevistas realizadas que se presentan en los Anexos 2 y 3.

Trabajos de investigación de esta índole y con la mención de nuevas tecnologías como lo es la Administración de Datos Maestros (MDM) en organizaciones mexicanas, pueden ayudar a reducir el atraso tecnológico del país que existe en comparación con otros como Estados Unidos. Debido a que el *Software Engineering Insitute* (SEI) ha concentrado todos sus esfuerzos en la mejora del CMMI, la migración a este modelo por parte de las organizaciones preocupadas por el mejoramiento de procesos es inminente.

4.9 Trabajos Futuros

El presente trabajo de investigación ha cumplido con el objetivo de dar a conocer la efectividad del modelo CMMI Nivel 2 aplicado en la administración de proyectos de tecnologías de información y describir su implementación en organizaciones del sector educativo para la mejora de los procesos operativos.

Los resultados obtenidos en la investigación realizada fue la de cumplir con el alcance de analizar y demostrar la efectividad de la metodología de CMMI en la administración de proyectos de tecnologías de información en la etapa de planeación de proyectos, documentando los resultados críticos de la utilización de dicha metodología en una organización del sector educativo.

Basándose en los resultados obtenidos por esta investigación, podemos concluir que existen una serie de líneas de investigación que pueden ser abordadas y desarrolladas para estudios posteriores como son:

- Continuar con esta investigación y seguir refinando los factores a tomar en cuenta en la implementación en una industria de un sector diferente al

educativo, tomando en cuenta los casos de éxito y reflejarlos en una segunda versión.

- Establecer una muestra de empresas grandes que han adoptado y aplicado la metodología del CMMI en una zona diferente del país para realizar una comparación de ambas líneas de investigación y reflejarlas en un estudio de campo.
- Realizar un estudio de las mejoras del CMMI Nivel 2 en sus siguientes niveles aplicado en empresas mexicanas.

Apéndice

Anexo 1. Cuestionario de preguntas informales.

Las siguientes preguntas se utilizaron para entrevistar de forma informal a los participantes involucrados en el proyecto del Master Data Management (MDM) para conocer las experiencias y puntos de vista reales del seguimiento de la metodología del CMMI aplicada a un proyecto de tecnologías de información.

- 1. De acuerdo a la documentación generada por el CMMI Institucionalizado del Tecnológico de Monterrey, ¿Los requerimientos se cumplieron en su totalidad?**
- 2. ¿Hubo algún tipo de satisfacción generada después de la aplicación de la prueba de concepto del Master Data Management (MDM)?**
- 3. ¿Todos los participantes tenían un rol definido y tenían actividades específicas?**

Anexo 2. Respuestas a cuestionario de entrevista informal: Participante 1.

- 1. De acuerdo a la documentación generada por el CMMI Institucionalizado del Tecnológico de Monterrey, ¿Los requerimientos se cumplieron en su totalidad?**

“Si, todas las necesidades requeridas por el cliente que estaban en el documento de entendimiento del CMMI se cumplieron”.

- 2. ¿Hubo algún tipo de satisfacción generada después de la aplicación de la prueba de concepto del Master Data Management (MDM)?**

“Si, ya que todo salió de acuerdo al plan de actividades”.

- 3. ¿Todos los participantes tenían un rol definido y tenían actividades específicas?**

“Desde la primera junta con el equipo y el cliente ya se habían definido los roles, que fueron documentado en el documento de entendimiento del CMMI con las actividades correspondientes a cada rol”.

Anexo 3. Respuestas a cuestionario de entrevista informal: Participante 2.

- 1. De acuerdo a la documentación generada por el CMMI Institucionalizado del Tecnológico de Monterrey, ¿Los requerimientos se cumplieron en su totalidad?**

“Si se cumplieron, hubo muchas juntas donde se iban ajustando las necesidades lo que ayudó a siempre tener presentes las actividades”.

- 2. ¿Hubo algún tipo de satisfacción generada después de la aplicación de la prueba de concepto del Master Data Management (MDM)?**

“Si, fue reconfortante que todas las fechas coincidían de acuerdo a lo planeado”.

- 3. ¿Todos los participantes tenían un rol definido y tenían actividades específicas?**

“Si, cada participante sabía lo que le correspondía hacer en toda la fase de implementación del MDM”.

Anexo 4. Reporte de Resultados del Proyecto de Actualización del Sistema ERP BANNER- Escolar

Atributos	Descripción
Nombre del Proyecto:	Actualización del Sistema ERP Banner Escolar
Objetivo del Proyecto:	El proyecto tenía el objetivo de implementar una actualización efectiva del Sistema ERP Banner de la versión 6.0 a la versión 8.1 así como la migración de servicios y funciones que soportan la operación diaria del Tecnológico de Monterrey.
Número de Participantes:	> 50 personas
Metodología seguida:	Indefinida. Los equipos de desarrollo hicieron una adaptación del ciclo de vida de cascada para el proceso de seguimiento del proyecto
Descripción de los errores observados y cometidos:	<ul style="list-style-type: none"> • Se presentaron una serie de riesgos operativos durante la instalación de la nueva versión del ERP Banner que no se tenían considerados: errores en el sistema operativo, errores de compatibilidad de lenguaje, errores en la aplicación y errores de configuración de la base de datos. Esto se debió a que se realizó una administración de riesgos de ningún tipo por lo que no existió ningún plan de contingencia que haya previsto los errores listados. • No se realizó una planeación de recursos bajo ningún esquema metodológico, lo que ocasionó que durante el proceso se descubrieran faltantes o procesos no definidos. • No se realizó una documentación oficial de los procesos descubiertos en la actualización del sistema ni de los errores ocurridos en la etapa de pruebas del ERP, por lo que se tenían que repetir en las siguientes etapas de pruebas ocasionando un incremento en el tiempo invertido para esta actividad.

Anexo 5. Reporte de Resultados del Proyecto de Actualización del Sistema ERP BANNER- Escolar

Atributos	Descripción
Nombre del Proyecto:	Actualización del Sistema SAP
Objetivo del Proyecto:	El proyecto tenía el objetivo de implementar una actualización efectiva del Sistema ERP Banner de la versión 6.0 a la versión 8.1 así como la migración de servicios y funciones que soportan la operación diaria del Tecnológico de Monterrey.
Número de Participantes:	> 50 personas
Metodología seguida:	Indefinida. Los equipos de desarrollo hicieron una adaptación del ciclo de vida de cascada para el proceso de seguimiento del proyecto.
Descripción de los errores observados y cometidos:	<ul style="list-style-type: none"> • No se realizó un análisis detallado de los procesos de negocio que el sistema requería, por lo que se adaptó el sistema a los procesos de negocio actuales del Tecnológico, sin importar si ya eran obsoletos, ineficientes o si eran procesos operativos mandatorios. • No se siguió ni definió una estructura de trabajo específica, por lo que muchos equipos de trabajo se aislaban del proceso de ejecución para este proyecto. • No se definió el rol de Administrador del Proyecto, por lo que muchos participantes desconocían los tiempos, planes y actividades y demás involucrados, ocasionando que la eficacia y rapidez en la comunicación de todos los equipos disminuyera, ya que no se contaba con un ente integrador. • No se realizó un plan general de actividades ni de fechas compromiso, por lo que cada equipo de trabajo tenía el propio, ocasionando retrasos en cuanto a la interacción con las actividades de otros equipos participantes.

Bibliografía

- Ahern, D. M., Clouse, A., Turner, R., & Wesley, A. (2003). *CMMI® Distilled: A Practical Introduction to Integrated Process*.
- Altinay, L., & Roper, A. (2002). The role and importance of development directors in initiating and implementing development strategy. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 339-346.
- Arakaki, N., & Erick, D. (2009). *Implementación de 4 áreas de proceso del modelo de calidad CMMI: gestión y desarrollo de requerimientos, validación, y verificación*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Buendía, F. (2000). *The Economics of Increasing Returns, the Size of the Firm, Industrial Concentration, and Technological Competition*. Montreal, Canada: École des Hautes Études Commerciales.
- Chetty, S. (1996). The case study method for research in small and medium sized firms. *International small business journal*.
- Chrissis, M. B., Konrad, M., & Shrum, S. (2003). *CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. Boston: Addison-Wesley.
- Chrissis, M. B., Konrad, M., & Shrum, S. (2003). *CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. Addison Wesley.
- Dyer, G., & Wilkins, A. (1991). Better Stories, not Better Constructs, to Generate Better Theory: a Rejoinder to Eisenhardt. *Academy of Management Review*, 613.
- Garita, G., González, K., & Ureña, L. (2007). *Metodología de Administración de Proyectos para el desarrollo y el mantenimiento de proyectos informáticos, basada en la metodología de proyectos PMI y bajo el modelo de calidad de procesos CMMI*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

- Gartner. (2009). Data Quality and Information Governance. *Gartner Data Stewardship Case Studies*.
- Gomez, J. (2006). Using Agile Practices and the CMMI to Achieve High Project Management Capability in Small Settings. *International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings*, 102-107.
- ISO, I. O. (1998). Capability Maturity Model ® Integration (CMMI SM), Version 1.1., *Information Technology - Software Process Assessment*.
- Jorgensen, M., & Molokken-Ostfold, K. (2006). How large are software cost overruns? A review of the 1994 CHAOS report. *Information and Software Technology*, 297.
- Martin, J., & Eisenhardt, K. (2001). Exploring Cross-Business Synergies. *Academy of Management Proceedings*.
- Martínez, P. C. (2006). *El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica*. España: Universidad de los Andes.
- SEI, S. E. (2002). Capability Maturity Model ® Integration (CMMI SM), Version 1.1, CMMI SM for Systems Engineering and Software Engineering (CMMI-SE/SW, V1.1), Staged Representation. *CMMI SM for Systems Engineering and Software Engineering*.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. California: Sage Publications.
- Torres, J. C. (2006). La optimización de procesos conforme a CMMI y su adopción en factorías de software. *Industrialization/Engineering Process Group EPG*.

Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey



30002007432214

<http://biblioteca.mty.itesm.mx>