



**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

**ESTUDIO DEL MODELO DE CAPACITACIÓN DE MADUREZ Y
SU APLICACIÓN EN EMPRESAS GUATEMALTECAS**

ESTUARDO RAMAZZINI MORALES

Asesorado por Ing. Jorge Gómez Méndez

Guatemala, mayo de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DEL MODELO DE CAPACITACIÓN DE MADUREZ Y SU
APLICACIÓN EN EMPRESAS GUATEMALTECAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ESTUARDO RAMAZZINI MORALES

ASESORADO POR EL ING. JORGE GÓMEZ MÉNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, MAYO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Virginia Victoria Tala Ayerdi
EXAMINADOR	Ing. Edgar Estuardo Santos Sutuj
EXAMINADOR	Ing. Luis Alberto Vettorazzi España
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO DEL MODELO DE CAPACITACIÓN DE MADUREZ Y SU APLICACIÓN EN EMPRESAS GUATEMALTECAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha junio de 2003.

Estuardo Ramazzini Morales



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ciencias y Sistemas

Guatemala, 10 de Agosto del 2004.

Ing. Carlos Azuldia
Coordinado de trabajos de graduación
Escuela de Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería, USAC

Ing. Azurdia:

Por medio de la presente hago de su conocimiento que he tenido a bien revisar el trabajo de graduación de Estuardo Ramazzini Morales, titulado "Estudio del Modelo de Capacitación de Madurez y su Aplicación en Empresas Guatemaltecas", por lo cual me permito recomendar dicho trabajo final para la respectiva revisión por parte de la comisión de tesis de la escuela de Ciencias y Sistemas.

Sin otro particular atentamente me suscribo.

Ing. Jorge Gómez Méndez
Asesor de Tesis



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ciencias y Sistemas

Guatemala, 12 de Agosto de 2004.

Ingeniero
Luis Alberto Vettorazzi España
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Vettorazzi:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **Estuardo Ramazzini Morales**, titulado "**Estudio del Modelo de Capacitación de Madurez y su Aplicación en Empresas Guatemaltecas**", y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme

Atentamente,

Ing. Carlos Alfredo Azurdía
Coordinador de Privados
Y Revisión de Trabajos de Graduación

AGRADECIMIENTOS

- A Dios** Por llenar mi vida de bendiciones y darme la oportunidad de aprender y crecer junto a personas tan especiales en mi vida
- A mis padres** Por su amor, cariño, confianza, esfuerzo, apoyo y comprensión durante toda mi vida
- A mi hermana** Por su apoyo incondicional
- A mis catedráticos** Por su paciencia y comprensión al compartir sus conocimientos sin egoísmo
- A mis compañeros y amigos** Por su sincera amistad
- A Universidad de San Carlos** Por abrirme sus puertas a mi preparación profesional

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación se lo dedico especialmente Dios, en quien confié siempre para poder llegar y cumplir esta meta. A mis padres quienes han sido ejemplo de esfuerzo, trabajo, comprensión y quienes con mucho amor me han guiado hasta obtener este triunfo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. MÉTODO DE CAPACITACIÓN DE MADUREZ	1
1.1 Reseña histórica	1
1.2 Visión general del Modelo de Capacitación de Madurez	4
2. LOS CINCO NIVELES DE LA MADUREZ DE PROCESO DEL SOFTWARE	7
2.1 Características de los niveles de madurez	8
2.1.1 Nivel 1 - El nivel inicial o básico	8
2.1.2 Nivel 2 - El nivel repetible	10
2.1.3 Nivel 3 - El nivel definido	14
2.1.4 Nivel 4 - El nivel gestionado	16
2.1.5 Nivel 5 - El nivel optimizado	18
2.1.6 Resumen de nivel de madurez	20
2.2 Comparando los niveles de madurez	21
2.2.1 Comparando el nivel inicial o básico	22
2.2.2 Comparando el nivel repetible y definido	22
2.2.3 Comparando el nivel gestionado y optimizado	23

3. DEFINICIÓN OPERACIONAL DEL MODELO DE CAPACITACIÓN DE MADUREZ	27
3.1 Estructura interna de los niveles de madurez	27
3.2 Áreas importantes del proceso	29
3.2.1 Descripción de propósitos áreas claves	31
3.2.1.1 Propósitos de áreas claves nivel 2	31
3.2.1.1.1 El propósito de manejo de requerimiento	31
3.2.1.1.2 El propósito de la planificación de proyectos	32
3.2.1.1.3 El propósito del seguimiento del proyecto y revisiones	32
3.2.1.1.4 El propósito del manejo de contratos	32
3.2.1.1.5 El Propósito del aseguramiento la calidad	33
3.2.1.1.6 El propósito del manejo de la configuración de <i>software</i>	33
3.2.1.2 Propósitos de áreas claves nivel 3	34
3.2.1.2.1 El propósito del enfoque en los procesos organizacionales	34
3.2.1.2.2 El propósito de la definición del procesos organizacionales	34
3.2.1.2.3 El propósito del programa de capacitación	34
3.2.1.2.4 El propósito del manejo de <i>software</i> integrado	35
3.2.1.2.5 El propósito de la ingeniería del <i>software</i>	35

3.2.1.2.6	El propósito de la coordinación entre grupos	36
3.2.1.2.7	El propósito de las revisiones del proceso	36
3.2.1.3	Propósitos de áreas claves nivel 4	37
3.2.1.3.1	El propósito del manejo cuantitativo del proceso	37
3.2.1.3.2	El propósito del manejo de la calidad de <i>software</i>	37
3.2.1.4	Propósitos de áreas claves nivel 5	38
3.2.1.4.1	El propósito de la prevención de defectos	38
3.2.1.4.2	El propósito del manejo del cambio de tecnología	38
3.2.1.4.3	El propósito del manejo del cambio de proceso	39
3.3	Características comunes	39
3.3.1	Compromisos	40
3.3.2	Habilidades	40
3.3.3	Actividades	40
3.3.4	Mediciones	40
3.3.5	Verificación de la implantación	40
3.4	Comparación de diferentes estándares de calidad con el CMM	41
4.	UTILIZANDO EL CMM	45
4.1	Métodos de evaluación del proceso de <i>software</i> y su evaluación de capacidad del <i>software</i>	48
4.1.1	Proceso inmaduro	48
4.1.2	Proceso maduro	49

4.1.3 Necesidad de un estándar	50
4.1.4 Pasos recomendados para el diseño de proceso	51
4.2 Diferencias entre la evaluación del proceso del software y su capacidad de software	52
4.3 Otros usos de CMM en mejora de proceso	54
5. ESTUDIO DE CMM EN LAS EMPRESAS GUATEMALTECAS	57
5.1 CMM y el mundo	59
5.2 Estudio del conocimiento del CMM	61
5.2.1 Estadísticas sobre la aplicación del CMM	62
5.2.2 Evaluación del CMM	64
5.3 Investigación de campo	64
5.3.1 Objetivos de cuestionario	65
5.3.2 Metodología de la encuesta	65
5.3.3 Contenido del cuestionario	66
5.4 Análisis evaluativo	78
5.4.1 Nivel 2 o repetible	78
5.4.1.1 Manejo de los requerimientos	78
5.4.1.2 Planeación de proyectos	79
5.4.1.3 Seguimiento del proyecto y revisión	80
5.4.1.4 Manejo de contratos	81
5.4.1.5 Aseguramiento de la calidad (QA)	82
5.4.1.6 Manejo de la configuración de <i>software</i> (CM)	83
5.4.2 Nivel 3 o definido	84
5.4.2.1 Enfoque en procesos organizacionales	84
5.4.2.2 Definición de procesos organizacionales	85
5.4.2.3 Programa de capacitación	86
5.4.2.4 Manejo de <i>software</i> integrado	87
5.4.2.5 Productos de ingeniería de <i>software</i>	88

5.4.2.6	Coordinación entre grupos	89
5.4.2.7	Revisiones de colegas	90
5.4.3	Nivel 4 o gestionado	91
5.4.3.1	Manejo cuantitativo del proceso	91
5.4.3.2	Manejo de la calidad del <i>software</i>	92
5.4.4	Nivel 5 optimizado	93
5.4.4.1	Prevención de defectos	93
5.4.4.2	Manejo del cambio de tecnología	94
5.4.4.3	Manejo del cambio de procesos	95
5.5	Ventajas y desventajas de la utilización del CMM en Guatemala	96
5.5.1	Ventajas	96
5.5.2	Desventajas	98
5.5.3	Críticas	98
5.6	Conclusiones de la evaluación	99
6.	DIRECCIONES FUTURAS DEL CMM	101
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES	109
	BIBLIOGRAFÍA	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Niveles de madurez	7
2. Flujo del proceso en nivel 1 o básico	10
3. Flujo del proceso en nivel 2 o repetible	13
4. Flujo del proceso en nivel 3 o definido	16
5. Flujo del proceso en nivel 4 o gestionado	17
6. Flujo del proceso en nivel 5 o optimizado	19
7. Responsabilidades nivel gestionado y optimizado	24
8. Estructura interna del CMM	28
9. Pasos recomendados para el diseño	51
10. Reporte sobre contratos de <i>software</i>	58
11. Reporte por tipo de organización	59
12. Reporte por tamaño de las organizaciones	60
13. Nivel de madurez de las organizaciones	62
14. Cambios en el nivel de madurez de las organizaciones	63
15. Cuestionario	68
16. Respuesta del manejo de requerimientos	78
17. Respuesta de la planeación de proyectos	79
18. Respuesta del seguimiento del proyecto y revisión	80
19. Respuesta de manejo de contratos	81
20. Respuesta del aseguramiento de la calidad	82
21. Respuesta del manejo de la configuración de <i>software</i>	83
22. Respuesta del enfoque en procesos organizacionales	84
23. Respuesta de la definición de procesos organizacionales	85

24. Respuesta del programa de capacitación	86
25. Respuesta del manejo de <i>software</i> integrado	87
26. Respuesta del producto de ingeniería del <i>software</i>	88
27. Respuesta de la coordinación entre grupos	89
28. Respuesta de revisiones de colegas	90
29. Respuesta del manejo cuantitativo del proceso	91
30. Respuesta del manejo de la calidad del <i>software</i>	92
31. Respuesta de la prevención de defectos	93
32. Respuesta del manejo de cambios de tecnología	94
33. Respuesta del manejo de cambios de procesos	95
34. Madurez de los procesos de una organización	106

TABLAS

I. Características de nivel básico	10
II. Características de nivel repetible	13
III. Características de nivel definido	15
IV. Niveles de madurez (áreas claves del proceso)	20
V. Niveles de madurez (características, desafíos	
VI. claves, resultados)	26
VII. Áreas del proceso clave	29
VIII. Número de preguntas asociadas a las	
IX. áreas claves del proceso	67

GLOSARIO

Áreas de proceso clave (key process areas - KPA)	Son las subestructuras de cada nivel que indican las áreas a las que una organización debería dirigir su atención con el propósito de mejorar su proceso de <i>software</i> .
Capacidad de procesos de <i>software</i>	Describen el rango de resultados esperados, que pueden ser mejorados siguiendo procesos de <i>software</i> . La capacidad de los procesos de <i>software</i> de una organización proveen un significado predecible.
Características comunes	Son atributos que indican si la implementación e institucionalización de una KPA son eficaces, repetidas y duraderas.
La madurez de un proceso	Depende de qué tan bien definidos y completos estén los procesos, son usados para manejar un proyecto de <i>software</i> . La madurez también depende de los procesos los cuales permitan a los gerentes definir las salidas del software y ajustar el plan, de manera que el proyecto sea controlado.
Madurez	Implica un crecimiento potencial y consistencia en los procesos de software de la organización.

Madurez del proceso software	Es el alcance para el cual un proceso específico está explícitamente definido, dirigido, medido, controlado y efectuado.
Nivel de madurez	Representa un indicador evolutivo que permite alcanzar la madurez del proceso de software.
Objetivos	Este componente delimita las KPA a través de la definición de su alcance, límites e intenciones. Determinan las restricciones que deben ser superadas por la organización para que ésta pueda alcanzar mejores niveles de madurez.
Prácticas clave	Describen la infraestructura y actividades que contribuyen para la implementación e institucionalización efectiva de la KPA.
Proceso de software	Conjunto de actividades, métodos, prácticas, y transformaciones que las personas usan para desarrollar y mantener software y productos relacionados.

RESUMEN

El trabajo consta de una metodología CMM (Método de Capacitación por Madurez) para la elaboración de *software* de calidad, sus niveles y áreas claves.

El CMM está destinado a la evaluación y mejora de procesos. Se debe evaluar a la organización para conocerla ya que sin conocerla no se puede mejorar.

El propósito de CMM es guiar a las organizaciones en la selección de estrategias de mejora, determinando la madurez del proceso actual e identificando los puntos importantes que se deben estudiar y trabajar, tanto del proceso como de la calidad del *software*. Dicho en otras palabras, para ayudar a las personas a identificar aquellas actividades críticas que indican la capacidad de la organización.

Se definen conceptos que son necesarios para entender el modelo CMM ante la importancia de la elaboración de *software* de calidad.

Además se hizo una comparación entre el ISO9000 y el CMM, tomando en cuenta que el CMM tiene como base al ISO9000.

Se realizó además un estudio a varias empresas guatemaltecas, públicas y privadas para conocer el nivel de madurez que tienen, para ello se utilizó un cuestionario dividido en 18 áreas claves, de las cuales se elaboró una gráfica de cada área explicando el comportamiento de las empresas.

OBJETIVOS

- **General**

Proporcionar un compendio explicativo sobre el Modelo de Capacitación por Madurez para ayudar a organizaciones guatemaltecas de *software* a implementarlo.

- **Específicos**

1. Dar a conocer el Modelo de Capacitación por Madurez CMM, para poder ayudar a las personas o entes gubernamentales, y privadas, en la evolución de la calidad de *software*.
2. Describir los niveles del Modelo de Capacitación de Madurez como sus áreas claves del proceso, para poder dar un juicio de las empresas guatemaltecas.
3. Dar a conocer la comparación de ISO con CMM, sus semejanza y sus diferencias.
4. Evaluar a las empresas guatemaltecas para observar los estándares que usan y así poder implementar el CMM en ellas.
5. Describir las ventajas y desventajas de utilizar CMM.

INTRODUCCIÓN

La complejidad de los problemas que hoy en día buscan una solución en el *software* ha aumentado de manera considerable, especialmente en las empresas guatemaltecas.

Este crecimiento ha sobrepasado la habilidad de desarrollar y mantener el *software* por parte de las organizaciones guatemaltecas dedicadas a desarrollarlo, mantenerlo o venderlo.

Las empresas guatemaltecas desarrolladoras de *software* necesitan lograr una evolución hacia la cultura de excelencia en la ingeniería y la administración de *software*, tarea que no es fácil realizar, muchas veces por la mala evolución del *software*.

La industria del *software* sufre de un mal endémico que se remonta a sus orígenes y que hasta ahora no parece tener una solución definitiva, es la llamada Crisis del *Software*.

Hoy las organizaciones Guatemaltecas quieren ser capaces de desarrollar y entregar *software* confiable, a tiempo y apegado al presupuesto acordado con el cliente, para satisfacer sus necesidades.

Por esta razón, no sólo basta medir la calidad del producto terminado sino también, medir la calidad del proceso en el que desarrolla tal producto.

El Modelo de Madurez de la Capacidad del Proceso de *Software* (CMM) permite determinar la capacidad de las organizaciones para producir un producto de calidad superior.

1. MÉTODO DE CAPACITACIÓN DE MADUREZ

1.1 Reseña histórica

A principios de los años 80 el Departamento de Defensa de los Estados Unidos enfocó sus tareas a la revisión de los problemas del *software* y a su mejoramiento.

Para contribuir a este programa se creó el Instituto de Ingeniería de *Software* (SEI) a finales de 1984. Como parte de su trabajo, el instituto se dió a la tarea de desarrollar el Modelo de Madurez del Proceso de *Software* y para 1986 se comenzó el Proyecto de Evaluación de la Capacidad del *Software*.

Al inicio de la década de los 90, surgieron una serie de iniciativas para aplicar las mejores prácticas en el ámbito del desarrollo del *software* que se plasmaron en la realización y publicación de una serie de modelos y normas para el sector.

Con la utilización y puesta en práctica de dichos modelos, se pudo demostrar que su carácter focal, y su orientación casi exclusiva a la mejora de los procesos de funcionamiento, impedían una visión más amplia de todas y cada una de las actividades de la organización.

Muchas empresas, en la búsqueda de ventajas competitivas, se centraron en la mejora de sus procesos operativos olvidándose que las verdaderas ventajas de una organización nacen del **encaje** entre todas y cada una de las actividades, y no de ventajas obtenidas en actividades aisladas. Si se describen las diversas actividades de las empresas, se llega a descubrir que todas están íntimamente interrelacionadas.

Con esta nueva visión, al final de los años 90, se han actualizado normas y modelos orientados a la gestión empresarial en su conjunto (modelos integrados para empresas de *software*, modelos de valoración de los procesos de una organización ISO/IEC TR 15504, sistemas de gestión de la calidad ISO 9000:2000), en los que su ámbito de aplicación es la totalidad de la empresa; y donde el encaje entre las actividades es el que constituye la verdadera ventaja y no cada una de las actividades de forma aislada.

Después de varios años de realizar cuestionarios, evaluaciones, consultas e investigaciones, junto a otras organizaciones, lo que originó en 1991 es que el SEI produjera el Modelo de Madurez de la Capacidad del Proceso de *Software*.

El Modelo de Madurez de la Capacidad del Proceso de *Software* (CMM®) permite determinar la capacidad de las organizaciones de desarrollo de *software* para producir de manera consistente y predecible productos de calidad superior.

El modelo brinda guías para seleccionar estrategias de mejoramiento del proceso mediante la determinación de las capacidades actuales del proceso y la identificación de los puntos críticos para mejorar el proceso y la calidad del *software*.

En síntesis, este modelo es fruto del trabajo de SEI (*Software Engineering Institute*), que desde 1986 centra sus esfuerzos en mejorar la práctica del proceso del *Software*.

Desde 1991 este modelo se ha empleado en organizaciones tales como el Departamento de Defensa de los EEUU, sedes que necesitaban controlar de manera exhaustiva el proceso de producción de *software*.

La versión inicial del CMM (versión 1.0) se difundió en 1991 y fue utilizada y revisada durante 1991 y 1992 para finalmente dar lugar, en 1993 (versión 1.1).

Su enfoque, está orientado a generar e implantar las mejores prácticas de ingeniería de *software* como producto principal.

Paulk, Curtis, Chrissis y Weber (1993) definen el modelo de madurez de capacidad (*Capability Maturity Model - CMM*) como un modelo que establece los niveles por los cuales las organizaciones de *software* hacen evolucionar sus definiciones, implementaciones, mediciones, controles y mejoras de sus procesos de *software*.

El CMM permite la definición del grado de madurez de las prácticas de gestión y de ingeniería de *software* de dichas organizaciones. De esta manera, se puede determinar cómo madura una determinada organización y cuales son las acciones de mejora prioritarias para sus procesos de *software*.

1.2 Visión general del Modelo de Capacitación de Madurez

El CMM es un marco representando, una ruta de mejora recomendada para las organizaciones de *software* que quieren incrementar la capacidad de sus procesos de *software*.

Esta elaboración operacional del CMM es diseñada para soportar las diversas maneras en los que puede ser usado.

Para desarrollar el proceso de *software*, las industrias a escala mundial utilizan diferentes modelos, siendo alguno de los más difundidos el Modelo de Madurez de Capacidad para el *Software* (CMM).

Este modelo proporciona a las organizaciones de *software* una orientación sobre cómo obtener el control de sus procesos de desarrollo y mantenimiento de *software*, y cómo evolucionar hacia una cultura de ingeniería del *software* y de gestión por excelencia.

El CMM está destinado a la evaluación y mejora de procesos. Se debe evaluar a la organización para conocerla, ya que sin ello no se puede mejorar.

Este es el modelo más utilizado en la industria del *software*, no sólo en los Estados Unidos, sino en el mundo entero, por lo que representa el estándar para la industria del *software*.

El modelo mide la capacidad del proceso para desarrollar un *software* con calidad, incrementando la predictibilidad para terminar los proyectos en costo, tiempo y con la calidad que el cliente espera.

El propósito de CMM es guiar a las organizaciones en la selección de estrategias de mejora, determinando la madurez del proceso actual e identificando los puntos importantes que se deben estudiar y trabajar para mejorar tanto el proceso como la calidad del *software*.

Dicho en otras palabras, Ayudar a las personas a identificar aquellas actividades críticas que indican la capacidad para realizar de la organización.

Existen dos razones fundamentales para creer la efectividad de este modelo:

1. El modelo CMM está construido en base a prácticas reales.
2. Cada nueva (y correcta) implementación del CMM es un nuevo éxito.

El CMM es una forma de comprender la propia gestión de procesos dentro de la organización.

Es cierto que el CMM evalúa a la organización ya que para mejorar es preciso, antes, evaluar. Pero no podemos cometer el error de reducir el CMM a una mera lista de comprobación, el CMM es mucho más que eso, es una **institucionalización** del proceso para construir *software* con el objetivo de conseguir una mejora continua.

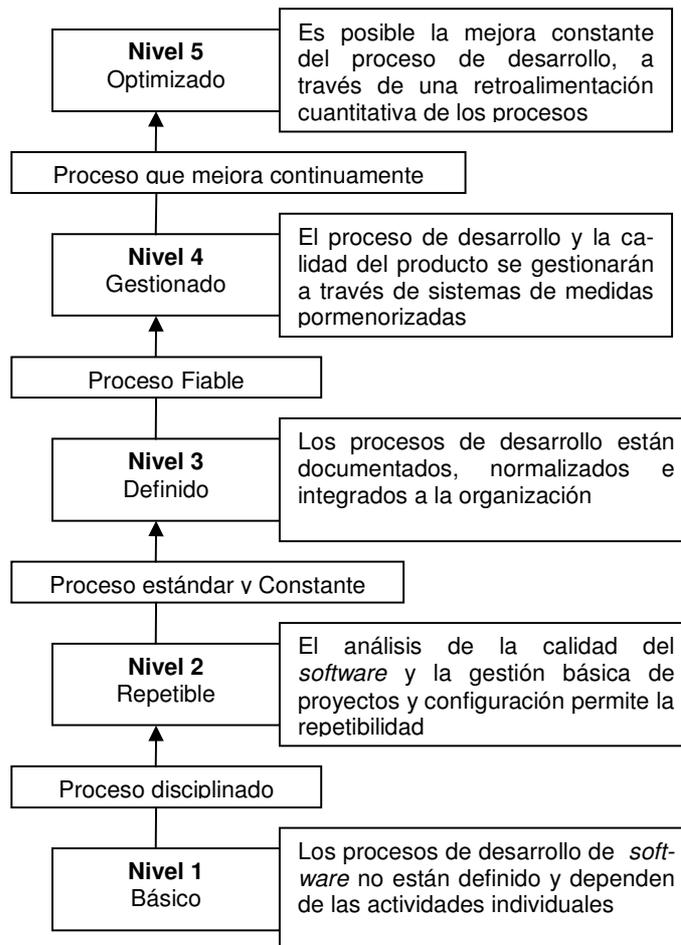
El enfoque inicial del CMM ha sido el proceso de *software*. Sin embargo, se puede encontrar aplicaciones del modelo en otros campos como por ejemplo:

- CMM para personas (*People CMM*)
- CMM para ingeniería de sistemas (*Systems Engineering CMM*)
- CMM para la gestión de productos integrados (*Integrated Product Management CMM*), etc.

2. LOS CINCO NIVELES DE LA MADUREZ DE PROCESO DEL SOFTWARE

El CMM, en su versión 1.1, está organizado en cinco niveles de madurez, con un total de 18 áreas clave del proceso de desarrollo de *software* (KPA – *Key Process Areas*), con 52 objetivos o metas que requieren 316 prácticas comunes.

Figura 1. Niveles de madurez



Cada uno de los cinco niveles de madurez está caracterizado por unas determinadas áreas claves del proceso de desarrollo del *software*, de manera que las organizaciones irán avanzando en su grado de madurez dependiendo del número de actividades que se vayan implantando y del grado de consecución de las metas definidas para cada nivel.

Los niveles de madurez de 2 al 5 pueden ser caracterizados por las actividades, ejecutando por la organización, establecer o mejorar el proceso del *software*, para las actividades logradas en cada proyecto y para la capacitación de sus procesos en los proyectos.

El comportamiento de caracterización del nivel 1 también se describe para establecer una base de la comparación con las mejoras alcanzadas de procesos en los niveles elevados de madurez.

2.1 Características de los niveles de madurez

A continuación se describirán las características más importantes de los niveles de madurez.

2.1.1 Nivel 1 - el Nivel inicial o básico

Las organizaciones se caracterizan por tener procesos caóticos, sus procesos son impredecibles y poco controlados, de manera general se dice que todas las empresas se encuentran en este nivel. Este nivel depende de la competencia y el heroísmo de su gente y no puede repetir resultados en proyectos siguientes.

En el nivel inicial, las organizaciones típicamente no tienen un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento de *software*.

La organización frecuentemente tiene dificultades al hacer compromisos y el resultado es una serie de crisis. Durante las crisis típicamente abandonan los procedimientos planeados.

El éxito depende de la existencia de un *manager* excepcional y un efectivo equipo de *software*, pero cuando abandona la organización la desestabiliza.

El proceso de *software* es un proceso improvisado y caótico. Pocos procesos están definidos y el éxito que se pueda obtener depende de las habilidades, conocimientos y motivaciones del personal.

No existen calendarios ni estimados de costos y la funcionalidad y calidad del producto es impredecible. No existe un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento del *software*.

El proceso del *software* es impredecible por el continuo cambio o modificación a medida que avanza el trabajo.

El proceso de *software* se caracteriza porque:

- Es una entidad amorfa pobremente definida
- La visibilidad del proceso del proyecto es limitada
- Directivos tienen dificultades para establecer los tiempos
- Los requisitos dentro del proceso están incontrolados y resulta un producto también incontrolado

Tabla I. Características del nivel 1 o básico

Áreas de foco	Características
Modelo de liderazgo	Los líderes de la organización son los héroes y los gerentes se deben reportar a ellos.
Procesos	Los procesos no son estables, ni predecibles, ni repetibles, debido a que cambian constantemente durante todo el ciclo de vida. El éxito, calidad y <i>performance</i> depende de algunos individuos.
Estimaciones	<i>Just Do It</i>
Recursos	El apagar incendios es la forma de trabajo. Las personas gastan todo su tiempo en solucionar problemas. La relación entre las disciplinas no solo están descoordinadas sino que pueden llegar a ser contradictorias.
Tecnología	Se incorporan nuevas tecnologías como la solución al problema de la eficiencia.
Métricas	La obtención de métricas es baja.

Figura 2. Flujo del proceso en nivel básico



2.1.2 Nivel 2 - El nivel repetible

En el nivel repetible, las políticas para administrar un proyecto de *software* y procedimientos para implantar esas políticas, están establecidas. La planeación y administración de nuevos proyectos esta basada en la experiencia en proyectos similares.

Los proyectos en nivel 2 de las organizaciones tienen instaladas las bases de los controles de la administración de *software*. Compromisos de proyectos realistas son basados en resultados de proyectos previos observados. El rastreo de costos, planes de tiempo, y problemas de funcionalidad son detectados cuando aparecen. Los procesos pueden diferir entre proyectos en el nivel 2.

La gestión de la ingeniería de *software* es utilizada para establecer procesos básicos de gestión de proyectos, para controlar costo, planificación y calidad del producto.

El nivel 2 de CMM debe lograr organizaciones disciplinadas. La planificación y el seguimiento de los proyectos de *software* deben ser estables, y resultados obtenidos anteriormente deben ser reutilizados en aplicaciones similares.

Es necesario realizar una asignación adecuada de los recursos incluyendo las personas, así como la asignación de responsabilidades individuales y colectivas. Debe existir una adecuada documentación de los procesos basados en los estándares de la organización y/o en los procedimientos definidos.

Se debe proveer herramientas adecuadas que soporten la ejecución de los procesos definidos y satisfacer los requerimientos del sistema. Asegurar la superación del personal, debe ser una de las prioridades de las empresas para poder alcanzar el nivel 2.

Planificar los procesos y mantener una disciplina en su ejecución garantizará cumplir con las metas de la organización y obtener productos de calidad. En estos procesos se debe tener en cuenta el configurar los métodos de dirección de la organización, definir formas para verificar y controlar la ejecución de las etapas, auditar los productos, verificar si en los productos se cumplió la aplicación de estándares y/o requerimientos del proyecto.

Se debe permitir de alguna forma dar seguimiento a la ejecución de los proyectos utilizando métricas definidas y construyendo paulatinamente un historial de otras, donde se reflejen las variaciones en el tiempo de los costos y del cronograma del proyecto. Se debe permitir tomar acciones para la corrección durante cualquier etapa del proyecto, lo que ayudará a ir reduciendo el tiempo de prueba final y la cantidad de errores en los productos.

Se establecen procedimientos de administración del proceso que son básicos para determinar costos, calendarios y funcionalidad, además de políticas para la administración del proceso.

El proceso se basa en repetir éxitos anteriores en proyectos de similares características, por lo que los mayores riesgos se presentan cuando se enfrentan a nuevos proyectos. Existen problemas de calidad y no hay una adecuada estructura para mejorarla.

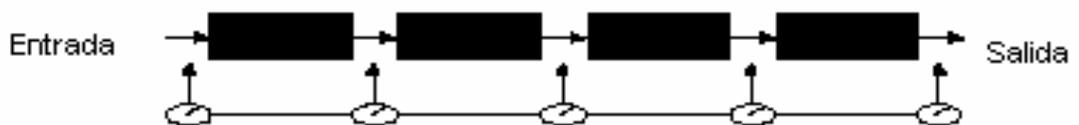
El proceso de *software* se caracteriza porque:

- Proceso de construcción de *software* es una sucesión de cajas negras que deja visible los puntos de transición
- La visibilidad del proceso se da en definidas ocasiones
- Hay unas prácticas básicas de dirección
- Se reacciona ante los problemas cuando ocurren

Tabla II. Características del nivel repetible

Áreas de Foco	Características
Modelo de liderazgo	Se produce un cambio cultural en la organización, se reconoce el problema y se establece un sistema de gerencia.
	Los compromisos son entendidos, documentados, controlados y gerenciados, lo que mejora la comunicación con el cliente.
Procesos	Existe un conjunto estable de procesos a nivel de proyecto que permiten mejorar la calidad, reducir el ciclo de vida e incrementar el desarrollo.
	Los productos de trabajos se encuentran bajo gestión de configuración.
Estimaciones	Se documenta la planificación y estimación del proyecto. Esta información es utilizada para realizar el seguimiento y determinar desviaciones en el avance.
	Se realizan estimaciones realistas, en las que participa todo el equipo de trabajo. Se aprende a evaluar y priorizar los compromisos, de forma de no contraer aquellos que no se pueden realizar.
Recursos	El trabajo se realiza en forma profesional
	Los individuos se sienten involucrados con los compromisos, ya que participan en la definición de los mismos.
Tecnología	Se evalúa a priori, los beneficios y los riesgos de la introducción de nuevas tecnologías

Figura 3. Flujo del proceso en nivel 2 o repetible



2.1.3 Nivel 3 - El nivel definido

Existen procesos de *software* estándar y documentados para la gestión y la ingeniería de *software*. Todos los proyectos usan un proceso estándar de la organización para desarrollar y mantener *software*.

En el nivel de definición o definido, los procesos estándar para desarrollar y mantener *software* a través de la compañía está documentado, incluyendo ingeniería de *software* y administración de procesos, y están integrados como un todo coherente.

Los procesos establecidos en el nivel 3 son usados para ayudar a los administradores y al *staff* técnico, a ser mas efectivos. La organización explota efectivamente prácticas de ingeniería de *software* cuando estandariza sus procesos de *software*. Hay un grupo responsable para las actividades de control de procesos de *software*.

Los estándares de la organización en los procesos de *software* son desarrollados definiendo sus propios procesos de *software*, los cuales cuentan con las características únicas del proyecto.

Una definición de proceso de *software* contiene una integración coherente de un conjunto de procesos de ingeniería y administración. Y tienen las características de criterio de seguimiento, entradas, estándares y procedimientos para realizar el trabajo, mecanismos de verificación, salidas y criterios de conclusión.

El grupo que trabaja en el proceso, enfoca y guía sus esfuerzos al mejoramiento del proceso, facilita la introducción de técnicas y métodos e informa a la administración del estado del proceso.

La capacidad del proceso está basada en una amplia comprensión común dentro de la organización de las actividades, roles y responsabilidades definidas en el proceso de *software*.

El proceso de *software* se caracteriza porque:

- Las cajas negras (tareas definidas en el proceso) son visibles
- Su estructura interna representa los estándares que se han aplicado a proyectos específicos
- Directivos e ingenieros entienden sus roles y la interacción entre ellos.
- Los directivos se preparan para alcanzar los requisitos
- Rápida y precisa obtención del estado ya que los procesos definidos proporcionan gran visibilidad

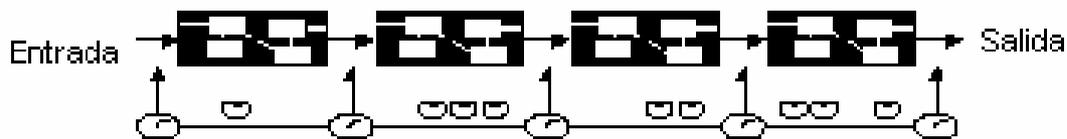
Tabla III. Características del nivel definido

Áreas de Foco	Características
Modelo de liderazgo	Todos los proyectos llevados a cabo por la organización se realizan con el adecuado plan y utilizando procesos de ingeniería. La clave del éxito está en la capacidad de la organización y existe una menor dependencia de los líderes que la integran.
Procesos	Los procesos están definidos con base en las mejores prácticas de la organización, no es necesario reinventar procesos cada vez que se va a ejecutar un proyecto.
Estimaciones	Las estimaciones son precisas, ya que se basan en la historia de la organización.
Recursos	Existe una base común para realizar el trabajo de forma profesional, construida con las mejores prácticas de la organización, en la que cada individuo conoce su rol.

Continuación

	Se fomenta la transferencia de experiencias, productos de trabajo y recursos entre los proyectos.
	Se planifica y se ejecuta el entrenamiento para los diferentes roles de la organización.
Tecnología	Se maximiza el beneficio de la introducción de nuevas tecnologías, al minimizar los costos de aprendizaje.
Métricas	Se toman y utilizan mediciones de todos los procesos definidos y se comparten entre todos los proyectos de la organización.

Figura 4. Flujo del proceso en nivel 3 o definido



2.1.3 Nivel 4 - El nivel gestionado

En el nivel gestionado, la organización fija metas de calidad cuantitativas para productos de *software* y procesos. Los productos y los procesos son medidos y manejados cuantitativamente.

Productividad y calidad son medidas para actividades de procesos de *software* importantes a través de todos los proyectos como parte de un programa de medición organizacional. Una base de datos de procesos de *software* a nivel organización es usada para coleccionar y analizar los datos disponibles de los procesos de *software* definidos para los proyectos. Los procesos de *software* son instrumentados con mediciones bien definidas y consistentes. Estas medidas establecen la base cuantitativa para evaluar los productos y los procesos de *software* de los proyectos. Los productos de *software* son altamente predecibles.

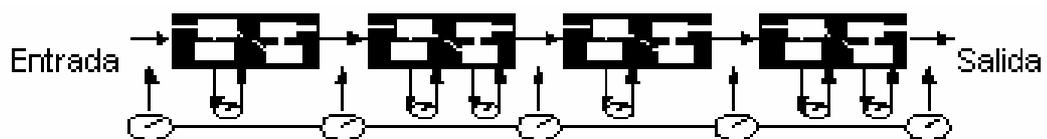
Se recopilan métricas detalladas del proceso de *software* y de la calidad del producto. Ambos son cuantitativamente entendidos y controlados. El ciclo de Shewhart es constantemente utilizado para planear, implementar y registrar las mejoras al proceso.

Este nivel de capacidad del proceso permite a la organización predecir las tendencias en el proceso y en la calidad del producto dentro de los límites establecidos y además tomar las acciones necesarias en caso que sean excedidos.

El proceso de *software* se caracteriza porque:

- Está instrumentado y controlado cuantitativamente
- Los directivos miden los progresos y problemas tomándolo como base para la toma de decisiones
- Crece la habilidad para predecir resultados

Figura 5. Flujo del proceso en nivel 4 o gestionado



2.1.5 Nivel 5 - el nivel optimizado

Se caracteriza por la mejoría cuantificable y continua de los procesos. Lo anterior, es logrado por la retroalimentación de los procesos y por el pilotaje de nuevas ideas y tecnologías.

En el nivel de optimización, la organización entera está enfocada en la continua mejoría de los procesos. La organización puede identificar debilidades y fortalezas de sus procesos pro-activamente, con la meta de prevenir la ocurrencia de defectos.

Los datos en la efectividad de los procesos de *software* son usados para realizar análisis de costo-beneficio de nuevas tecnologías y cambios propuestos a los procesos de *software* de la organización. Las innovaciones que explotan las mejores prácticas de la ingeniería de *software* son identificadas y transferidas a través de la organización.

Los equipos de proyectos de *software* en organizaciones de nivel 5 analizan los defectos para determinar sus causas. Los procesos de *software* son evaluados para prevenir tipos de defectos conocidos de la recurrencia, las lecciones son aprendidas y distribuidas a otros proyectos. Hay desperdicio crónico en cualquier sistema simple con variaciones aleatorias. El desperdicio es inaceptable, los esfuerzos de la organización para remover defectos se traducen en cambios a los sistemas.

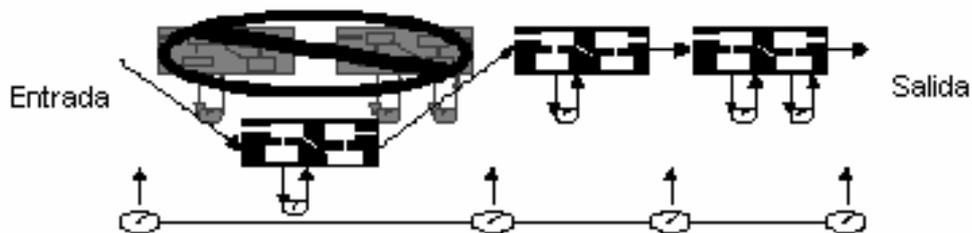
El mejoramiento continuo del proceso es garantizado por la retroalimentación cuantitativa desde el proceso y desde las pruebas de técnicas y herramientas innovadoras.

La organización tiene los medios para identificar los puntos débiles del proceso y conocer cómo fortalecerlos. Su actividad clave es el análisis de las causas de defectos y su modo de prevención.

El proceso de *software* se caracteriza porque:

- Se prueban nuevos caminos de construcción para mejorar la calidad y productividad
- Ineficiencias o defectos son identificados, revisados y reemplazados
- Los directivos pueden estimar y medir cuantitativamente el impacto del cambio

Figura 6. Flujo del proceso en nivel 5 u optimizado



Cada nivel sirve de base para que los siguientes establezcan una implantación del proceso eficiente y efectiva.

La organización puede, sin embargo, de forma provechosa usar procesos descritos en otros niveles. Saltar niveles es contraproducente, debido a que cada uno es básico para obtener el siguiente y la capacidad de poder implementar procesos superiores de madurez no implica que se pueda saltar un nivel.

2.1.6 Resumen de niveles de madurez

Se describirá en la siguiente tabla los procesos en cada nivel de madurez.

Tabla IV. Niveles de madurez (áreas claves del proceso)

	Nivel	Proceso
1	Inicial o a medida	Los procesos no son estables, ni predecibles, ni repetibles, debido a que cambian constantemente, durante todo el ciclo de vida.
2	Repetible pero intuitivo	Existe un conjunto estable de procesos a nivel de proyecto que permiten mejorar la calidad, reducir el ciclo de vida e incrementar el desarrollo.
3	Definido (los procesos)	Los procesos están definidos con base en las mejores prácticas de la organización, no es necesario reinventar procesos cada vez que se va a ejecutar un proyecto.
4	Gestionado medido y analizado	Se encuentra instrumentado y controlado cuantitativamente.
5	Optimizado	El mejoramiento continuo del proceso es garantizado por la retroalimentación cuantitativa desde el proceso y desde las pruebas de técnicas y herramientas innovadoras.

2.2 Comparando los niveles de madurez (empresas)

CMM es modelo descriptivo, en el sentido de describir atributos esenciales, (o importante) que caractericen a una organización en un nivel peculiar de madurez.

Es un modelo normativo, caracteriza los tipos normales de conducta, que se esperaría en una organización que desarrolla proyectos en balanza ancha, en un contexto de acción del contrato.

La intención de CMM tiene un nivel de abstracción, eso no restringe la manera que el proceso del *software* se lleva a cabo innecesariamente para la organización.

El CMM describe lo que normalmente se espera de los atributos esenciales del proceso del *software*.

En cualquier contexto en CMM aplicado, debe usarse una interpretación razonable de las prácticas.

El CMM debe interpretarse adecuadamente, usándose el conocimiento de expertos cuando la atmósfera comercial de la organización difiere significativamente de organización.

El CMM no dice a la organización acerca de mejoras, describe la organización en cada nivel de madurez, sin prescribir las maneras específicas para conseguirlo.

Puede tomar varios años pasar del nivel 1 para el nivel 2; el movimiento entre los otros niveles, generalmente, toma aproximadamente dos años.

La mejora de proceso del *software* pasa dentro del contexto de los planes y estrategias y de los objetivos de negocio de la organización, de las tecnologías en uso, de su cultura social y sistema de administración.

2.2.1 Comparando nivel inicial o básico

Aunque frecuentemente se caracterizan las organizaciones de nivel 1 como caótico, ellos desarrollan productos que trabajan, a pesar, de que podría estallar el presupuesto y el cronograma.

El éxito de las organizaciones de nivel 1 depende de la competencia y heroísmo de las personas que actúan en la organización.

La selección, reclutamiento, desarrollo y atención de las personas competentes se consideran puntos importantes de las organizaciones en todos los niveles de madurez, pero ellos están fuera del CMM.

2.2.2 Comparando el nivel repetible y definido

Cuando los proyectos crecen en tamaño y complejidad, la atención se mueve de los asuntos técnicos, para la organización de los asuntos y administración de la madurez del proceso.

Para alcanzar el nivel 2, la dirección debe concentrarse en su propio acceso del producto, para conseguir un proceso de *software* disciplinado.

El nivel 2 suministra las bases necesarias para el nivel 3, ya que el objetivo es actuar en la mejora de su acceso de producto, antes de cuidar de los asuntos técnicos y organizacionales del nivel 3. EL gerente establece una posición de dirección al alcanzar el nivel 2 a través de la acción del documento y del acompañamiento de los procesos de administración del proyecto.

En la administración del proyecto, el nivel 3 se establece y define, integrando y documentando el proceso de *software* completo. Integración, en este caso, significa que la salida de una tarea fluye fácilmente para la entrada del cierre.

2.2.3 Comparando el nivel gestionado y optimizado

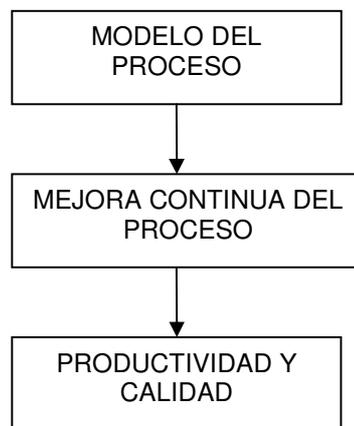
Los niveles de madurez 4 y 5 son relativamente ignorados para la industria del *software*, por consiguiente, existen pocos ejemplos para extraer una conclusión general en las características de esas organizaciones.

Las características de las empresas que se encuentran en este nivel han sido definidas por analogía con el otro tipo de industrias que poseen ese nivel de capacitación del proceso.

Muchas características de los niveles 4 y 5 son fijos, en conceptos del mando de proceso estadístico.

El propósito de la planificación de la calidad, es proporcionar fuerzas a las operaciones, al producir *software*, condiciones de productos en vías de desarrollo de los que van y encontrar las necesidades del cliente.

Figura 7. Responsabilidades del nivel gestionado y optimizado



La primera responsabilidad, y el enfoque del nivel 4, es el mando del proceso. El proceso del *software* es gerenciado y opera de una manera estable de la zona de mando de calidad.

Hay algún costo crónico, inevitablemente, y puede llevarnos a escoger resultados medidos que necesitan ser controlados, pero el sistema, como todos, generalmente es estable. Ése es el punto donde el concepto de mando de causas especiales de desviaciones se aplica.

La segunda responsabilidad, y enfoque del nivel 5, es la mejora continua del proceso del producto. Esta responsabilidad se llevará a cabo con una buena retroalimentación de los procesos generados.

Por último, la responsabilidad de productividad y calidad, que es el objetivo que se querrá llegar.

A continuación se muestra cada uno de los niveles con sus principales características y desafíos claves y podemos ver el resultado de cada uno de ellos hasta llegar a la meta PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD.

Tabla V. Niveles de madurez (características, desafíos clave, resultados)

Nivel	Características	Desafíos Claves	Resultados
5. Optimizado	Mejoramiento realimentado al proceso	Aún un proceso humano-intensivo Mantiene la organización en nivel optimizante	Productividad Y calidad
4. Gestionado	(Cuantitativo) Proceso medido	Cambios de tecnología Análisis de procesos Prevención de problemas	
3. Definido	(Cuantitativo) Proceso definido e institucionalizado	Métricas de procesos Análisis de procesos Planes cuantitativos de calidad	
2. Repetible	(Intuitivo) Proceso dependiente de individuos	Entrenamiento, testeo Prácticas, técnicas y revisiones Foco en el proceso, estándares y procesos	
1. Básico	Caótico	Administración de proyectos y planificación Administración de la configuración Aseguramiento de la calidad de <i>software</i>	

3. DEFINICIÓN OPERACIONAL DEL MODELO DE CAPACITACIÓN DE MADUREZ

3.1 Estructura interna de los niveles de madurez

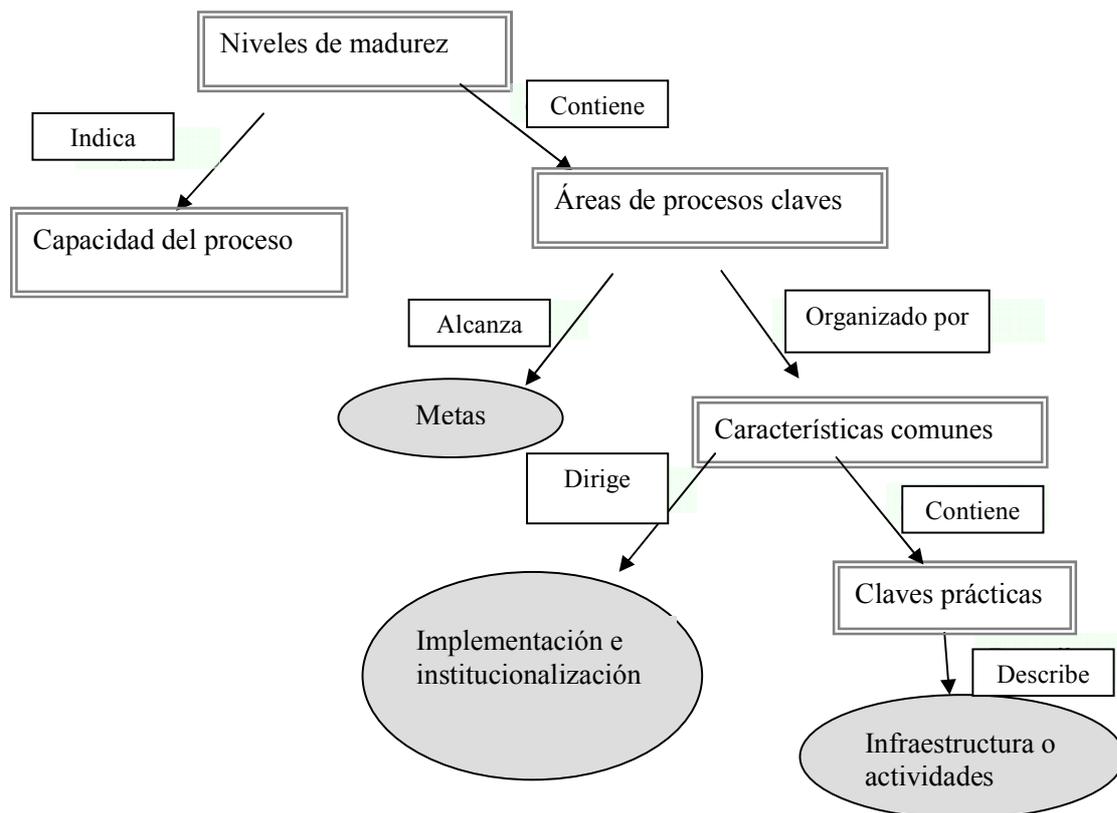
Cada nivel de madurez se divide en partes más pequeñas. Salvo el nivel 1. Como se mostrará en la tabla VI cada nivel de madurez está compuesto de algunos procesos llamados área clave.

Cada área-clave del proceso es organizada en cinco secciones, que denominarán características comunes.

Las características comunes especifican en la práctica-clave que, cuando se negocia colectivamente, se alcanzan las metas previstas para el área-clave del proceso.

La figura 8 muestra que la estructura interna del CMM, indicando la capacidad del proceso.

Figura 8. Estructura interna del CMM



3.2 Áreas importantes del proceso

Se describirá en la siguiente tabla cada nivel de madurez con sus respectivas áreas claves.

Tabla VI. Áreas de procesos claves

NIVELES	ÁREAS CLAVES
1. Inicial	-----
2. Repetible	<ul style="list-style-type: none">* Administración de requerimientos* Planeación de proyectos* Seguimiento del proyecto y revisión* Manejo de contratos* Aseguramiento de la calidad* Manejo de configuración de <i>software</i>
3. Definido	<ul style="list-style-type: none">* Enfoque en procesos organizacionales* Definición de procesos organizacionales* Programa de capacitación* Manejo de <i>software</i> integrado* Productos de ingeniería de <i>software</i>* Coordinación entre grupos* Revisión de colegas
4. Gestionado	<ul style="list-style-type: none">* Manejo cuantitativo del proceso* Manejo de la calidad de <i>software</i>
5. Optimizado	<ul style="list-style-type: none">* Prevención de defectos* Manejo del cambio de tecnología* Manejo de cambios de procesos

Un área clave de proceso identifica los puntos que deben ser direccionados para mejorar en nivel de madurez.

Cada área clave de proceso identifica un grupo de actividades relacionadas que, cuando son realizadas colectivamente, mejoran un conjunto de metas, consideradas importantes para el mejoramiento de la capacidad del proceso.

El área clave de proceso, puede ser considerada el requerimiento para mejorar el nivel de madurez. Para mejorar el nivel de madurez todas las áreas clave de ese nivel deben de ser cumplidas.

La forma de alcanzar las metas de un proceso área clave, puede diferir entre los proyectos, de acuerdo con las diferencias de dominios de la aplicación o del ambiente.

Cuando las metas de una área clave se ejecutan de una manera continua en un proyecto, se obtiene un cierto nivel de madurez.

CMM no describe todas las áreas del proceso con las que están relacionadas en detalle, desarrollo y mantenimiento del *software*. Algunos procesos identificarán áreas como firme de la capacitación del proceso, siendo aquellos descritos en el CMM.

Aunque otros asuntos afectan la acción de un proceso, el área importante se identifica en función de su efectividad y eficacia en la mejora de la capacitación del proceso de una organización.

Las áreas claves pueden ser considerados como los requisitos para obtener de un nivel de madurez. Para obtener un derecho nivelado de madurez, el área clave de proceso de ese nivel debe satisfacerse. Satisfacer un proceso área-clave, significa que cada uno de las metas, deberá satisfacerse.

El área clave del proceso de CMM es un medio de describir el grado de madurez de una organización. El área clave fue definida con base en años de experiencia en dirección y desarrollo del *software* y en cinco años de experiencia con evaluación del proceso y de capacitación del *software*.

3.2.1 Descripción de propósitos de áreas claves

Se describirá el propósito principal de las áreas claves de cada nivel de madurez.

3.2.1.1 Propósitos de áreas claves nivel 2

Los propósitos de las áreas claves del nivel repetibles son los descritos a continuación.

3.2.1.1.1 El propósito del manejo de requisitos

Establecer una comprensión común entre el cliente y el *software* proyectando en los requisitos del cliente que serán negociados por el proyecto.

Este acuerdo con el cliente es la base para la planificación y para la dirección del proyecto del *software*.

3.2.1.1.2 El propósito de la planificación de proyectos

Establecer planes razonables para la ejecución de las actividades de dirección y desarrollo de proyecto del *software*. Estos planes constituyen la base necesaria para gerencia del proyecto. Sin los planes realistas, una administración eficaz de proyecto no puede llevarse a cabo.

3.2.1.1.3 El propósito del seguimiento del proyecto y revisiones

Establece la visibilidad apropiada del progreso real, de tal manera que en la dirección puede tomar acciones eficaces cuando la acción del proyecto sufre una desviación significativa con relación a los planeado.

3.2.1.1.4 El propósito de manejo de contratos

Seleccionar subcontratos calificando y direccionados de una manera eficaz.

Esta área-clave combina los asuntos relativos a la Administración de Requisitos y Planeación de Proyecto de *Software* y Acompañamiento y Vigilancia de Proyecto de *Software*, para obtener un mando básico de administración, junto con la coordinación necesaria, de la Garantía de Calidad de *Software* y de la Administración de Configuración de *Software* que se aplican adecuadamente a aquellos subcontratados.

3.2.1.1.5 El Propósito del aseguramiento de la calidad

Proporcionar una administración con visibilidad apropiada en los procesos usados y desarrollando productos para el proyecto del *software*. La Garantía de Calidad de *Software* es parte integral de la mayoría de los procesos de dirección y de desarrollo de *software*.

3.2.1.1.6 El propósito del manejo de la configuración del *software*

Establecer y mantener la integridad de los productos del proyecto a lo largo del ciclo de vida entero.

La administración de configuración de *Software* es parte íntegra de la mayoría de los procesos de dirección y de desarrollo del *software*.

El área-clave de proceso del nivel 3 son asuntos de proyecto de acercamientos y de la organización, desde que la organización establece una infraestructura que institucionaliza procesos eficaces de dirección y de *software* que se diseña para todos los proyectos.

3.2.1.2 Propósitos de áreas claves nivel 3

Los propósitos de las áreas claves del nivel definido son los descritos a continuación.

3.2.1.2.1 El Propósito del enfoque en los procesos organizacionales

Establecer la organización de responsabilidades para las actividades de proceso del *software* que mejore la capacitación general de los procesos de la organización.

El primer resultado de las actividades del enfoque en los procesos de la organización es uno de los grupos de recursos de proceso del *software*.

Estos recursos son usados por el proyecto de *software* para describir la administración integrada de *software*.

3.2.1.2.2 El Propósito de la definición del proceso organizacional

Desarrollar y mantener un grupo utilizable de recursos de proceso del *software* que mejore la acción del proceso en los proyectos y proporcione una base para los beneficios acumulativos y de periodo largo para la organización.

3.2.1.2.3 El propósito del programa de capacitación

Desarrollar las habilidades y el conocimiento de los individuos, de tal manera que ellos puedan ejecutar las tareas de una manera eficiente y eficaz.

Entrenar es una responsabilidad organizacional, pero el proyecto debe identificar sus necesidades con relación a las habilidades y proporcionar el entrenamiento apropiado, cuando las necesidades del proyecto son específicas.

3.2.1.2.4 El propósito del manejo de *software* integrado

Integrar actividades de dirección y de desarrollo en un proceso de *software* definido, también desarrollar bajo medida, es decir, adaptar el inicio del proceso de *software* normal de la organización y de los recursos del proceso relacionados, descrito en la definición del proceso de la organización.

Este desarrollo, bajo la medida, es basado en necesidades técnicas y en la atmósfera de negocio del proyecto, como se describió en la Ingeniería de producto de *software*.

La administración integrada de *software* desarrolla la planificación del proyecto de *software* y el acompañamiento y vigilancia de proyecto de *software* del nivel 2.

3.2.1.2.5 El propósito de la ingeniería del *software*

Es ejecutar de manera consistente un diseño del proceso que integra todas las actividades de desarrollo del *software* para obtener productos del *software* correcto y consistente de una manera eficiente y eficaz.

La ingeniería de producto del *software* describe las actividades técnicas del proyecto, como, análisis de requisitos, proyecto, código y prueba.

3.2.1.2.6 El propósito de la coordinación entre grupos

Es establecer un medio para que el grupo de desarrollo del *software* participe activamente con otros grupos, y que el proyecto califique satisfactoriamente las necesidades del cliente, de una manera eficiente y eficaz.

La coordinación entre grupos es el aspecto interdisciplinario de la administración integrada de *software*, además se extiende para el desarrollo del *software*; el proceso del *software* simplemente no debe ser integrado, así como las interacciones del desarrollo se agrupan con la coordinación de otros equipos.

3.2.1.2.7 El propósito de la revisiones del proceso

Eliminar posibles defectos de los productos del *software*, lo más pronto posible.

La revisión es un método de ingeniería importante y eficaz, mencionado en la ingeniería de producto de *software*.

El área-clave del proceso del Nivel 4 localiza el establecimiento de un entendimiento cuantitativo en el proceso y los productos del *software* que se realizan.

3.2.1.3 Propósitos de áreas claves nivel 4

Los propósitos de las áreas claves del nivel gestionado son los descritos a continuación.

3.2.1.3.1 El propósito del manejo cuantitativo del proceso

Es controlar cuantitativamente la acción de proceso del proyecto del *software*. La acción en el proceso, representa los resultados reales obtenidos seguir un proceso de *software*.

El propósito es identificar causas especiales de variación dentro de un proceso que puedan medirse y corregirse.

La administración cuantitativa agrega un programa de la medición del proceso que se practica: definición del proceso de la organización, la administración integrada de *software*, coordinación entre grupos y revisión de colegas.

3.2.1.3.2 El propósito del manejo de la calidad de *software*

Es desarrollar un entendimiento cuantitativo de la calidad de los productos de *software* del proyecto, para obtener metas de calidad específicas.

La administración de la calidad de *software* aplica un programa de la medición a los productos del *software* descritos en la Ingeniería de Producto de *Software*.

El área importante de proceso del nivel 5 colecciona los asuntos que tanto el de la organización como el proyecto debe negociar para llevar a cabo la mejora del proceso de *software* de una manera continua y mensurable.

3.2.1.4 Propósitos de áreas claves nivel 5

Los propósitos de las áreas claves del nivel optimizado son los descritos a continuación.

3.2.1.4.1 El propósito de la prevención de defectos

Es identificar las causas de defectos y prevenir contra su recurrencia. El proyecto del *software* analiza defectos, identifica sus causas y altera el proceso de *software* definido, como describió en la administración integrada de *software*.

Las alteraciones de proceso de valor general están a favor de extensión de otro *software* proyectado, como se describe en administración de alteración de proceso.

3.2.1.4.2 El propósito del manejo del cambio de tecnología

Identificar nuevas tecnologías ventajosas (es decir, herramientas, métodos y procesos) y transferirlas para la organización de una manera ordenada, como se describió en la administración de alteración de proceso.

El enfoque de la administración de alteración de tecnología es innovar de manera eficaz, en un contexto en alteración constante.

3.2.1.4.3 El propósito del manejo del cambio de proceso

Mejorar continuamente el proceso del *software* usando en la organización la mejorar de la calidad del *software*, aumentar la productividad y reducir el tiempo de desarrollo del producto.

La administración de la alteración de usos del proceso son: las mejoras aumentan de la prevención de defectos y las mejoras innovadoras de la administración de alteración de tecnología y se los vuelve disponible para toda la organización.

3.3 Características comunes

- Las áreas de procesos claves se organizan en características comunes
- Indican si la implementación e institucionalidad de un proceso clave es efectiva, repetible y duradera

Cada nivel de madurez está compuesto de varias áreas claves del proceso. Cada una es organizada en 5 secciones definidas como características comunes.

Las áreas claves especifican las prácticas para el cumplimiento de las metas correspondiente. Las características comunes son:

3.3.1 Compromisos

Describe las acciones que la organización debe tomar para establecer el proceso y que pueda ser soportado. Esta característica está asociada con el establecimiento de políticas y con responsabilidad de alta dirección.

3.3.2 Habilidades

Describe las condiciones que deben existir en el proyecto u organización para implementar un proceso de *software* de manera competente. Involucra los recursos, estructura de la organización y capacitación requerida

3.3.3 Actividades

Describe los roles y procedimientos necesarios para implementar las metas de un área clave del proceso. Considera los planes, procedimientos, actividades, revisiones y acciones correctivas que se requieren.

3.3.4 Mediciones

Describe las necesidades de medir el proceso y analizar los resultados.

3.3.5 Verificación de la implantación

Describe los pasos para asegurar que las actividades se desarrollan de acuerdo con lo establecido en el proceso. Generalmente, abarca las revisiones y auditorías de la dirección y de los aseguradores de la calidad. Las prácticas claves describen la infraestructura y actividades que más contribuyen a la efectiva implantación e institucionalización del proceso.

3.4 Comparación de diferentes estándares de calidad con el CMM

En una organización proyecta el éxito del negocio, es directamente proporcional al éxito en los proyectos, si los proyectos fallan el negocio falla. Esta dependencia refleja que la organización depende de su capacidad y madurez para desarrollar proyectos.

Lógicamente, si los procesos de proyecto en la organización son inmaduros y de capacidad limitada el resultado de los proyectos será también inmaduro y como consecuencia el negocio será limitado.

La capacidad y la madurez en proyectos nacen de la necesidad de desarrollar y mejorar de forma continua los procesos de proyecto, de tal forma que los productos resultantes cumplan con las expectativas de los clientes desde los puntos de vista de satisfacción, plazos y costos.

En una organización proyectada a los procesos de proyecto son la base del negocio y su mejora garantiza el desarrollo de la organización frente al mercado.

El modelo de calidad ISO9000 [ISO9001] nace como respuesta a la necesidad de un enfoque de calidad en toda la organización.

Este modelo está orientado a garantizar la calidad de un producto o servicio controlando la calidad de los procesos que lo desarrollan.

ISO9000 plantea que los procesos deben definirse, documentarse, implementarse y evaluarse pero no especifica qué procesos deben desarrollarse según el producto o servicio, en qué orden, cuáles son los procesos fundamentales o cómo evaluar estos procesos para definir su mejora.

El enfoque de ISO9000 sólo garantiza que existen los procesos pero no garantiza que los procesos sean los necesarios ni indica cuáles deben ser mejorados y cómo.

Estos se centran no sólo en que los procesos estén definidos, documentados e implementados, sino que definen niveles de madurez, detallando los procesos necesarios en cada nivel y cómo se evoluciona de un nivel a otro definiendo el camino adecuado para cada organización.

El desarrollo del CMM es el resultado de la necesidad de definir un mapa de desarrollo de los procesos en las organizaciones en función, de su capacidad y madurez.

El principal desarrollo del CMM ha tenido lugar en el ámbito de los proyectos de *software* donde se utilizó el Modelo de Capacidad y Madurez en *Software* (SW-CMM) y se demostró que ISO9000 [ISO9000 -3] no es suficiente para garantizar la calidad sino que es necesario implementar capacidades y madurez en los procesos de la organización.

El valor del CMM radica en que definir los procesos que una organización debe desarrollar en función de su actual madurez y evalúa qué mejoras son necesarias para incrementar dicha capacidad y madurez.

La principal diferencia entre ISO9000 y los CMM, es que los últimos son específicos al nivel de los procesos y el orden de implementación para lograr una correcta madurez en la organización.

La pregunta que todas las organizaciones se hacen es por qué, ahora que han invertido en implementar ISO9000, deben invertir en otro modelo que en principio es análogo. También ocurre, que aquellas organizaciones que no poseen un modelo se preguntan en cuál deben invertir.

Es importante entender que los modelos CMM tienen como base ISO9000; esto quiere decir, que si se dispone de un sistema ISO9000 algunos elementos del CMM ya están implementados y sólo se trata de evaluar en qué nivel de capacidad y madurez se encuentra la organización para definir su camino de evolución.

Adicionalmente, estas organizaciones ya poseen un entendimiento de la necesidad del desarrollo, control y seguimiento de los procesos, lo que facilitará la implementación de un CMM.

Para aquellas organizaciones que tienen que decidir qué modelo deben poner en marcha, será necesario evaluar el grado de entendimiento y aceptación de los procesos y, en función del resultado de este estudio, proponer iniciar por una aproximación ISO9000, o pasar directamente por un CMM. Claro está que en algunos casos la decisión también puede estar condicionada por la presión del mercado, competidores o clientes.

Las ventajas de los CMM a diferencia de los modelos ISO9000, es que facilitan su puesta en marcha.

El modelo CMM es más detallado y prescriptivo e incluye un marco para las mejoras del proceso. Las organizaciones que alcanzan el nivel 2 según CMM, probablemente cumplan las normas ISO 9000.

4. UTILIZANDO EL CMM

La satisfacción del cliente se ha convertido en el lema de muchas organizaciones que intentan sobrevivir y prosperar en el creciente mundo competitivo actual.

Al mismo tiempo, que las organizaciones se están enfocando en la satisfacción del cliente, hay una creciente percepción de que la calidad es el punto débil en el desarrollo de producto de *software*.

El CMM provee una estructura conceptual para mejorar el manejo y desarrollo de productos de *software* en una forma disciplinada y consistente.

Se enfoca en la capacidad de las organizaciones de *software*, de producir productos de calidad de manera consistente y predecible. Así, cubre prácticas de planeación, ingeniería, desarrollo de *software* y su mantenimiento, definiendo los niveles a los cuales una organización debería evolucionar para establecer una cultura de excelencia, en ingeniería de *software*.

El Modelo de Capacitación por Madurez (CMM) se ha convertido en el estándar mundial, que permite a las organizaciones medir e incorporar mayores niveles de eficiencia o madurez, en sus procesos de desarrollo y mantenimiento de *software*, a través de una serie de procedimientos lógicos suficientemente probados (mejores prácticas del mercado).

La implantación sucesiva de alguno de los cinco niveles de los que consta este modelo, ofrece a las compañías importantes beneficios que según la consultora Gartner se sitúan en como mínimo un 10% de ahorro en costos de producción, hasta un 145% de mejora en desviaciones de plazo de los proyectos o un 15% de reducción de errores en el producto terminado.

Estos beneficios se traducen, en una considerable mejora de la productividad y de la calidad del *software*, además de permitir a las empresas una mayor tolerancia al cambio y una mejora en la rapidez de respuesta ante necesidades del mercado.

"El CMM no solo representa un modelo para mejorar el proceso y la calidad del *software*. Representa la mejor forma de alinear la tecnología con el negocio de la compañía" Afirma Yan Bello-Consultor Principal en CMM de PROFit.

Lo cierto, es que hasta el momento pocas compañías se embarcaban en este tipo de proyectos tan ambiciosos, según los últimos datos solamente 1300 compañías a escala mundial, se encuentran certificadas en algún nivel de CMM, de estas el 44% lo están en el nivel 2.

Las razones, habría que buscarlas en la necesaria cooperación de todos los niveles de la organización, desde la dirección hasta los propios programadores, y en el, siempre difícil, cambio de mentalidad empresarial en cuanto a prácticas de planificación, control y seguimiento de los proyectos que deben mantenerse de forma permanente y que obligan a realizar moderadas inversiones en recursos humanos y materiales.

Por otra parte, la transición entre un nivel de madurez de CMM y el siguiente, puede requerir varios años de trabajo y los resultados no siempre son visibles a corto plazo. De ahí que, por el momento, sean las mayores compañías de sectores como banca, industria, distribución y telecomunicaciones, las que estén comenzando a apostar por el CMM y cuyas previsiones para el 2004 muestran un creciente interés de este tipo de organizaciones por conocer, con mayor profundidad, el alcance y métodos de implantación de este modelo.

En cuanto, a la oferta de servicios de consultoría de CMM en Guatemala, por el momento, son muy pocas las compañías capaces de involucrarse en iniciativas de estas características.

La obligación de contar con equipos formados por el *Software Engineering Institute* (SEI), organismo que finalmente emite la certificación correspondiente en cada nivel del CMM, junto con la necesidad de aportar experiencias prácticas en cada sector, que ahorren tiempo y dinero a las propias organizaciones, hacen de este servicio de consultoría uno de los más complejos del sector tecnológico. "No sólo debes conocer perfectamente el modelo sino saber cómo aplicarlo en cada caso particular. Los procesos de desarrollo de *software* son distintos en cada empresa, por lo que la dificultad se acrecienta" declara Yan Bello (SEI).

Obtener buen grado de madurez en una compañía (capacidad de producir de manera consistente, predecible y bien administrada) no es una tarea fácil ni se logra en poco tiempo, involucra esfuerzos y compromisos por parte de todos los que trabajan en ella, pero las ventajas que se obtienen son muy claras.

El CMM nos provee un marco de referencia para implementar mejoras en la organización y cuyos resultados de su aplicación pueden ser comparados contra la industria.

4.1 Métodos de evaluación del proceso de *software* y su evaluación de capacidad del *software*

A continuación se dan dos definiciones de proceso de *software*:

- Es el proceso a través del cual los requerimientos de usuario son traducidos en especificaciones funcionales, especificaciones de diseño, especificaciones de diseño en código, el cual es testeado, documentado y liberado para ser usado por el usuario (IEEE)
- Es el conjunto de herramientas, métodos y prácticas que usamos para producir un producto de *software* (Humphrey W.)

Ahora bien, el proceso de *software* en cualquier organización puede ser inmaduro o maduro.

4.1.1 Proceso inmaduro

Un proceso de *software* inmaduro, tendrá las siguientes características:

- Improvisación
- Falta de rigurosidad
- Organización reactiva - apaga incendios
- Requerimientos no controlados
- La ausencia de mediciones provoca la falta de base para predecir atributos del proceso o del producto
- Excesos en plazos y presupuestos previstos
- Sacrificio de calidad y funcionalidad

4.1.2 Proceso maduro

Por su parte, un proceso de *software* maduro, tendrá las siguientes características:

- Administración de requerimientos y del proceso
- Proceso comunicado, usable, consistente y actualizado
- Roles y responsabilidades definidas
- Monitoreo gerencial
- Las mediciones rigurosas generan una base objetiva para predecir y juzgar atributos del proceso y del producto
- Realismo de cronogramas y presupuestos
- Se alcanzan los resultados esperados

Para conseguir la certificación CMM, es necesario contactar con algún evaluador acreditado por el SEI. Estos utilizan distintos métodos para determinar en las organizaciones el nivel de madurez en el que se encuentra el proceso utilizado en el desarrollo de *software*.

Entre estos métodos destaca el SCE y el CBA-IPI. El primero consiste, fundamentalmente, en una auditoría, mientras que el segundo utiliza entrevistas y otros procedimientos encaminados a ayudar a la mejora de los procesos seguidos en la organización.

El objetivo de estos métodos es mejorar radicalmente la capacidad de las organizaciones a la hora de atraer, formar, motivar, organizar y retener sus recursos humanos, para lograr la mejora continua del proceso *software*.

Uno de los métodos para mejorar el nivel de gestión de los recursos humanos es el PSP (*Personal Software Process*), un programa de entrenamiento dirigido a los desarrolladores de *software*. Este sistema pretende proporcionar a los programadores una mejora sustancial de la calidad de su trabajo y de sus previsiones, estableciendo cierta disciplina a la hora de llevar a cabo las tareas.

En definitiva, se quiere que los desarrolladores aprendan a establecer objetivos personales, a medir y analizar su trabajo y a ajustarlo para lograr las metas establecidas.

4.1.3 Necesidad de un estándar

SPICE (*Software Process Improvement & Capability Determination*) surge de una iniciativa internacional para desarrollar un estándar para la evaluación de la calidad del proceso *software*.

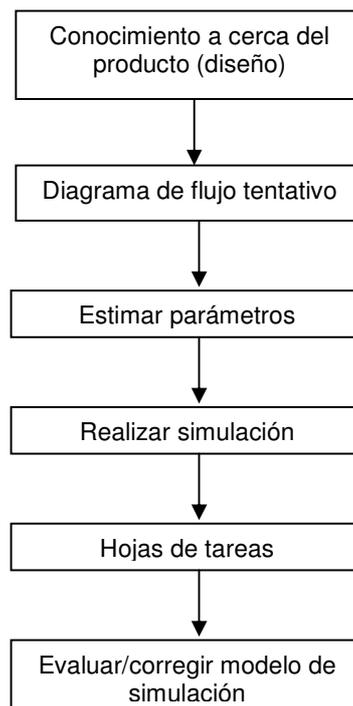
Este trabajo de colaboración se inicia en 1990 y se hace oficial en Junio de 1993. Con este estándar se pretende, entre otras cosas, establecer un marco de trabajo común en el que queden definidas las medidas a utilizar para determinar el nivel de calidad de un proceso de desarrollo de *software*.

El modelo de madurez sólo es aplicable a grandes corporaciones. En grupos de trabajo pequeños, lo mejor sería revisar el conjunto de prácticas clave que incluye el CMM y seleccionar aquellas más interesantes de las que todavía no se estén empleando, para intentar implantarlas y determinar los beneficios que proporcione su uso.

4.1.4 Pasos recomendados para el diseño de procesos

Descripción de los pasos para el diseño de procesos

Figura 9. Pasos recomendados para el diseño



Con el objeto de diseñar los procesos, se recomienda:

- Adquirir todo el conocimiento necesario acerca del producto a fabricar. Los diseños serán de gran valor para identificar aspectos importantes del producto que luego nos servirán para el diseño del proceso.
- Con el conocimiento adquirido acerca del producto, estamos en capacidad de elaborar un diagrama de flujo tentativo del Proceso Productivo. Estimar los parámetros del proceso, los mismos que nos servirán para su posterior simulación.

- Elaborar un modelo de simulación (discreto o mixto) a fin de evaluar nuestro diseño tentativo del proceso. esto nos permitirá estimar variables tales como: tiempo de ciclo del proceso, costo de fabricación, porcentaje de utilización de los recursos, etc. de manera que podemos procurar optimizar el sistema en tiempo de diseño.
- Documentar el proceso obtenido mediante hojas de tarea. Si el modelo de simulación lo permite, podemos emplear el mismo para registrar el proceso global, de lo contrario, debemos elaborar/corregir los diagramas de flujo como parte de la documentación del proceso.
- Una vez puesto en marcha el proyecto, podemos evaluar/corregir el modelo de simulación comparándolo con la realidad y analizar las causas de posibles discrepancias. Nuevamente, **optimizamos** el sistema y documentamos los cambios tornándose en un proceso iterativo.

4.2 Diferencias entre la evaluación del proceso del *software* y su capacidad de *software*

La historia de la ingeniería del *software* está repleta de grandes fracasos y decepciones, de las cuales debemos aprender.

Proyectos de miles de millones de dólares que no han cumplido sus objetivos y a menor nivel pero de forma mucho más abundante, millones de usuarios decepcionados con el *software* que manejan como principal elemento de su trabajo. Ante esto la pregunta que nos planteamos es: ¿Cómo se pueden evitar los fracasos en la producción de *software*?

Para poder disminuir fracasos hay que tener un proceso de producción de *software* sin fallos, adecuado a las necesidades estipuladas en un principio y entregado a tiempo, está claro que la producción de *software* debe convertirse en un proceso disciplinado y aceptado por todos.

Son varias las razones por las que puede fallar el proceso de *software*; se mencionarán algunas de ellas:

- El personal no se involucra lo suficiente en el control de calidad del trabajo
- La alta dirección no ha adquirido conciencia de la importancia de un buen proceso de *software* para su compañía, la principal consecuencia de esto es que el proceso de *software* no tiene los recursos adecuados ya sea en forma de tiempo, dinero, tecnología, personal y formación de este
- Las prácticas establecidas no son las adecuadas.

Los procesos definidos ayudan a la planificación y desarrollo de un trabajo. El proceso que se establezca debe ser flexible y debe facilitar el cambio y la innovación. Aquí es donde entra el CMM o modelo de madurez de capacidad del *software*. El CMM está destinado a la evaluación y mejora de procesos.

Se debe evaluar a la organización para conocerla, ya que sin conocerla no se puede mejorar. El propósito de CMM es guiar a las organizaciones en la selección de estrategias de mejora determinando la madurez del proceso actual e identificando los puntos importantes que se deben estudiar y trabajar para mejorar tanto el proceso como la calidad del *software*.

Hay dos razones fundamentales para creer en la efectividad de este modelo:

1. El modelo CMM está construido en base a prácticas reales
2. Cada implementación del CMM es un nuevo éxito

El CMM tiene un riesgo, puede ser mal interpretado. Para evitarlo es conveniente que las personas que lo utilicen comprendan el modelo y sus implicaciones.

Así mismo, el CMM es una forma de comprender la propia gestión de procesos dentro de la organización.

4.3 Otros usos de CMM en mejora de proceso

En la Gerencia de Sistemas de una compañía administradora de redes de cajeros automáticos, se decidió iniciar un proyecto de mejora de calidad del proceso *software*.

Al iniciar el proyecto la situación era la típica de toda organización de nivel 1.

Adicionalmente, existían distintos departamentos de desarrollo, cada uno de ellos con características y operatorias propias, y proyectos inter-departamentales.

Se conforma un Equipo de Ingeniería de *Software*, con integrantes de cada uno de los departamentos, con el objeto de mejorar el proceso de *software*.

Luego de una etapa de desconcierto en la cual el equipo no sabía como encarar el tema, se accedió a material bibliográfico referente al CMM.

Se siguen entonces los lineamientos del CMM, adaptándolos a las características y problemática de la organización.

Al poco tiempo se determinan las principales falencias y se establecen objetivos inmediatos.

Los logros obtenidos a la fecha, como consecuencia del proyecto emprendido son los siguientes:

- Establecimiento de un lenguaje común entre departamentos
- Establecimiento de una forma común de administrar proyectos
- Se contrató una consultora para apoyar el proceso
- Se creó la función de SQA
- Se está definiendo un ciclo de vida estándar

Se han aprendido las siguientes lecciones como consecuencia de la aplicación del modelo:

- El proceso de mejora requiere el compromiso visible de la dirección de la organización, el soporte de los distintos niveles jerárquicos y el involucramiento de los equipos de desarrollo.
- El proceso de mejora debe ser planeado, gestionado y se deben asignar suficientes recursos.

- El proceso de mejora requiere un cambio cultural en toda la organización, es por ello que debe ser coordinado con todas las áreas.
- Es importante conseguir resultados rápidamente para mantener la motivación, el esfuerzo y el interés.
- No es serio plantear objetivos de mejora sin plazos de concreción.
- Es negativo que existan en la organización experiencias previas de procesos de mejora no exitosos.
- El proceso de mejora no debe ser abandonado, suspendido o disminuido a causa de otros eventos.
- Es conveniente contar con soporte adicional de profesionales con experiencia en mejoras de procesos de *software*

5. ESTUDIO DE CMM EN LAS EMPRESAS GUATEMALTECAS

En la década del 60 se reconoció que la ingeniería de *software* estaba en crisis. La crisis perdura hasta nuestros días, las principales características de la misma las siguientes:

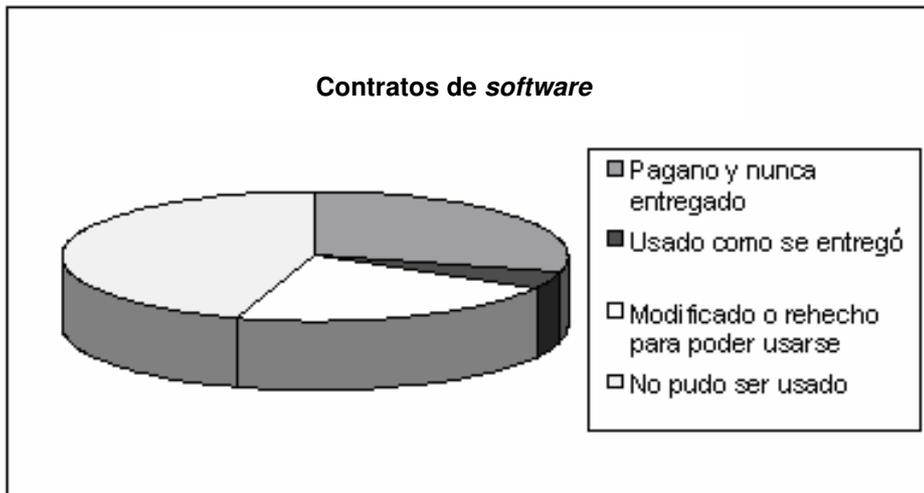
- El *software* no cubre todos los requisitos
- El *software* falla muy a menudo
- El *software* debe ser modificado frecuentemente
- Los proyectos se retrasan o incluso se abandonan
- Los proyectos exceden los costos previstos

Por lo tanto, existe una recurrencia de la crisis del *software* con respecto a:

- Plazos
- Costos
- Expectativas
- Calidad

A modo de ejemplo, un reporte sobre contratos de desarrollo de *software*, realizado en 1979 por el *General Accounting Office* (USA) revelaba los siguientes datos:

Figura 10. Reportes sobre contratos de *software*



Pagados y nunca entregados	29%
Usado como entregado	4%
Modificado o rehecho para poder usarse	22%
No pudo ser usado	45%

Por otro lado, existen hechos innegables relacionados con la ingeniería de *software*, algunos de ellos son los siguientes:

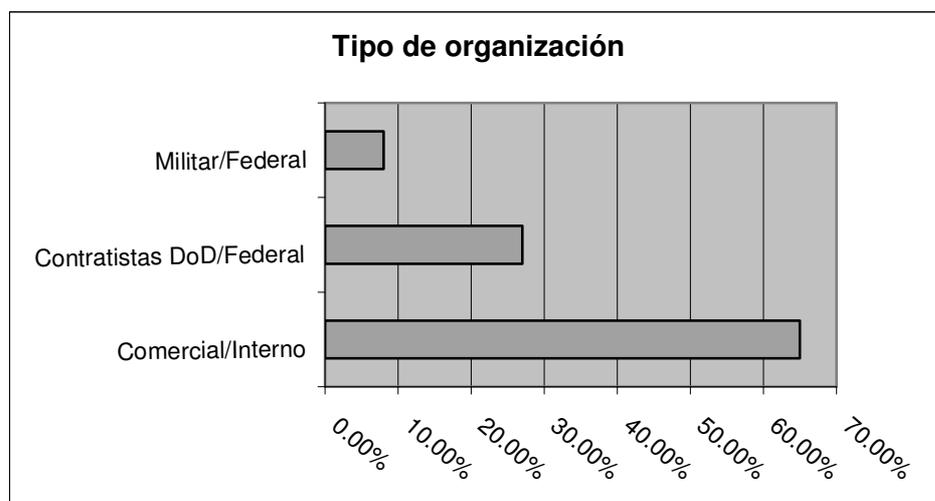
- Existe una necesidad de *software* cada vez más complejo y crítico
- La producción de *software* es una actividad creativa e intelectual realizada, principalmente, por seres humanos, que no se puede delegar a máquinas
- Las técnicas de ingeniería de *software* deben ser acompañadas por:
 - Sentido común
 - Competencia
 - Experiencia

De lo anterior se desprende que, cualquiera sea que la solución que se busque a la crisis del *software*, ésta no será mágica, única ni prescindirá de la participación humana.

5.1 CMM y el mundo

La figura 11 indica el tipo de organización que encabeza el número de valoraciones realizadas. El número total de organizaciones que reportaron su apreciación fue de 1012. Por la gráfica podemos observar que las organizaciones dedicadas al desarrollo de *software* comercial o interno, son las que llevan la batuta en reportar al SEI las apreciaciones que se han llevado a cabo

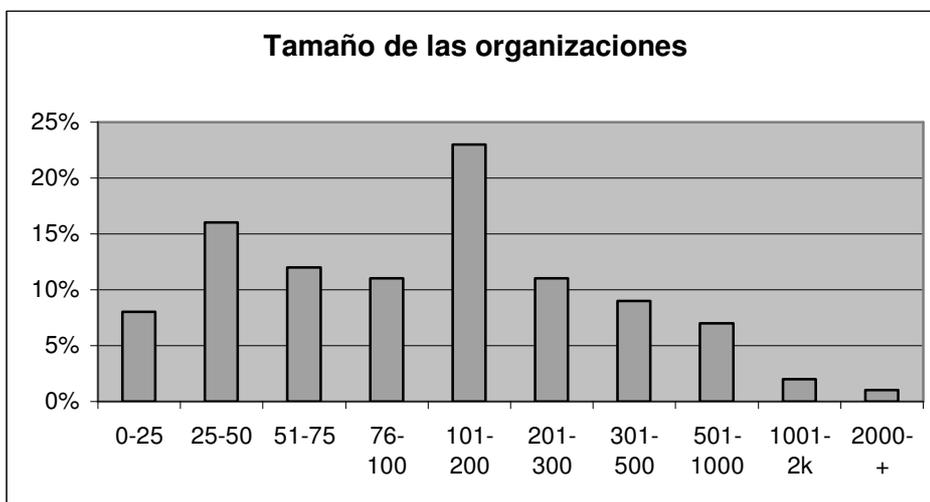
Figura 11. Reporte por tipo de organización (SEI;2001)



Comercial/interno	64.80%
Contratista federal	26.70%
Militar/federal	8.50%

En la figura 11 podemos observar el número de personas involucradas en el desarrollo y manutención de *software* en las organizaciones que realizaron apreciaciones. El número promedio de empleados abarca un rango de 101 a 200. Un dato curioso es que el porcentaje de las organizaciones con 25 o más empleados es bastante significativo (casi un 8%) aún cuando CMM fue creado para organizaciones de tamaño “grande”, aunque el tamaño es relativo.

Figura 12. Reporte del tamaño de las organizaciones



25 o menos	7.90%
25 -50	15%
51-75	11.90%
76-100	11.50%
101-200	23.30%
201-300	11.30%
301-500	9.10%
500-1000	6.30%
1001-2k	2.40%
2000-+	1.30%

5.2 Estudio del Conocimiento del CMM

El CMM soporta los siguientes usos:

- Comprender las actividades necesarias para planear e implementar un programa de mejora del proceso de *software* (SPI)
- Definir y mejorar el proceso de *software*
- Identificar fortalezas y debilidades en las organizaciones
- Identificar los riesgos de seleccionar entre diferentes proveedores de *software*

El estudio realizado por John Vu, Boeing *Software Process Improvement Journey* presentado en Sep'97 marca que una organización que implementa CMM mejora en cuatro aspectos:

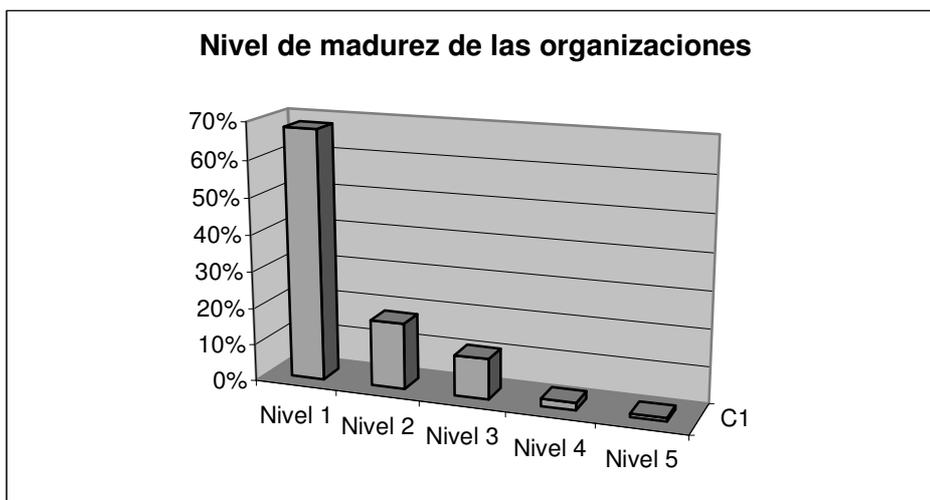
1. Al utilizar datos históricos, la precisión, en los estimados de *software* aumenta
2. El número de horas se reduce mientras que la productividad aumenta en un 62%
3. El número de errores que se presentan tras la liberación del producto disminuye mientras se escalan los distintos niveles de madurez.
4. El tiempo de ciclo (*cycle time*) se reduce en un 36%

5.2.1 Estadísticas sobre la aplicación del CMM

A continuación se presenta una serie de estadísticas y observaciones relativas a la aplicación del modelo:

El nivel de madurez de las organizaciones, según un estudio del *Software Engineering Measurement and Analysis Team* del SEI, realizado en Marzo de 1996 sobre un total de 477 organizaciones, 83% de las cuales corresponden a USA, es el siguiente:

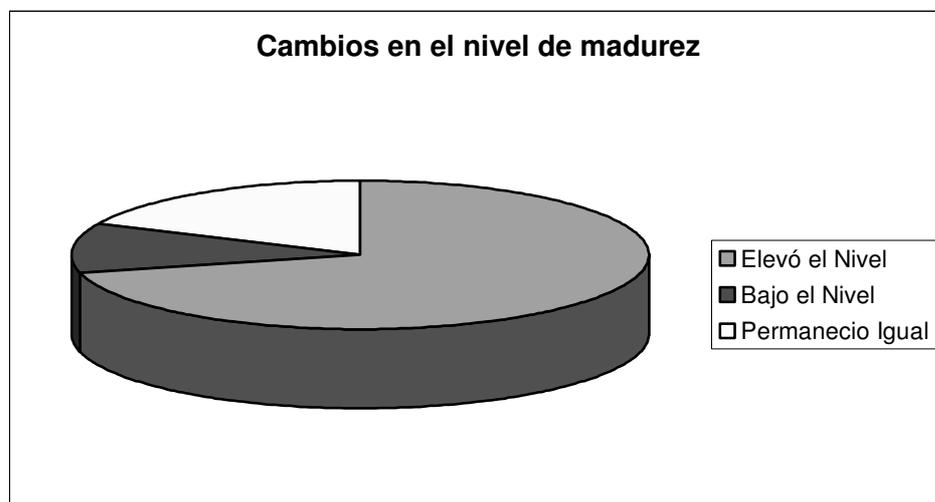
Figura 13. Nivel de madurez de las organizaciones



Nivel 1	68.80%
Nivel 2	18%
Nivel 3	11.30%
Nivel 4	1.50%
Nivel 5	0.40%

Los cambios en el nivel de madurez de las organizaciones, según un estudio del *Software Engineering Measurement and Analysis Team* del SEI, realizado en Marzo de 1996 sobre un total de 28 re-apreciaciones, es el siguiente:

Figura 14. Cambios en el nivel de madurez de las organizaciones



Elevó el nivel	71%
Bajó el nivel	11%
Permaneció igual	18%

Algunos datos promedio de un estudio realizado sobre los primeros 3 niveles (Estudio de junio de 1997 - Fuente: [1]) son los siguientes:

- Tiempo requerido para pasar del nivel 1 al 2: 26 meses
- Tiempo requerido para pasar del nivel 2 al 3: 24 meses
- Inversión aproximada requerida: 1400 U\$S por año por ingeniero de *software*
- Reducción de defectos *post-release* alcanzada: 39% por año
- Productividad ganada: 35% por año
- Relación costo/beneficio lograda: 1 a 5

5.2.2 Evaluación del CMM

La evaluación tiene como objetivo determinar y evaluar la capacidad y madurez del proceso de *software* de una organización, y ubicarlo en un nivel del CMM.

Existen dos tipos de evaluaciones:

- *Apreciación (Assessment)* del proceso de *software* (SPA): realizada por profesionales del SEI o autorizados o independientes, en conjunto con personal de la organización. Se asemeja a contratar una consultoría.
- *Evaluación de la capacidad del software* (SCE): Realizado por agentes gubernamentales contratistas o proveedores de *software*. Se asemeja a una auditoría externa.

Ambas evaluaciones se basan en las respuestas, por Si, No, NA (No Aplica), No sé a un cuestionario y en la aplicación de un algoritmo sobre las mismas.

5.3 Investigación de campo

Para el trabajo investigativo se utilizó una técnica de recopilación de información mediante un cuestionario el cual se describe posteriormente.

El cuestionario sirvió para recopilar datos, los cuales permitieron mostrar el conocimiento de varias empresas guatemaltecas en su etapa de madurez.

5.3.1 Objetivos del cuestionario

Se establecen los siguientes objetivos para la realización del cuestionario:

- Conocer e identificar los puntos claves del CMM, aplicadas a empresas guatemaltecas
- Identificar cómo utilizan las empresas guatemaltecas sus requerimientos durante el desarrollo
- Identificar si utilizan planeación de proyectos para la realización de los mismos
- Identificar si las empresas guatemaltecas conocen el concepto del Método de Capacitación por Madurez
- Identificar si las empresas utilizan la metodología de CMM para la realización del *software*

5.3.2 Metodología de la encuesta

Para la elección del tipo de pregunta se utilizó una metodología cerrada, ya que tenían los encuestados solamente que responder Si, No, No aplica o No sé.

La información en Guatemala con respecto a CMM es muy escasa. En realidad no existe un organismo nacional que tenga un control sobre aquellas organizaciones interesadas en este modelo.

Al tratar de recabar información específica sobre CMM en Guatemala se encontraron varios obstáculos, el mayor de todos, es la falta de conocimiento acerca de cuáles son las organizaciones interesadas en CMM en Guatemala.

El segundo obstáculo fue que en los registros del SEI no aparece ninguna empresa Guatemalteca con un nivel de madurez mayor al 1 o básico.

Realice un cuestionario del SEI a empresas Guatemaltecas para poder evaluar su nivel de madurez del proceso.

Se seleccionaron un grupo de empresas del sector público y privado de Guatemala, empresas que se encargan de desarrollar productos de *software* para uso interno o externo.

Los cuestionarios se dirigieron a personas profesionales de informática, las cuales de alguna manera son responsables del desarrollo del *software* y el adecuado manejo de la información.

Dentro de los profesionales podemos incluir a jefes de informática, analistas, programadores, desarrolladores, etc.

5.3.3 Contenido del cuestionario

El cuestionario consta de 124 preguntas que se responderán marcando Si, No, NA (No aplica) o No Sé.

Las preguntas que se realizaron se agrupan en los 18 puntos claves que visualizamos anteriormente.

De cada uno de los puntos clave se realizará una gráfica comparativa mostrando la pregunta más significativa de esa área clave, y llegando a una recomendación.

Tabla VII. Número de preguntas asociadas a las áreas claves de proceso

Nivel	Áreas clave del proceso	No. Preguntas
1 Inicial o a medida	Basado en la competencia y acciones individuales de las personas	0
2 Repetible pero intuitivo	Manejo de los requerimientos Planeación de proyectos Seguimiento del proyecto y revisión Manejo de contratos Aseguramiento de la calidad Manejo de la configuración del <i>software</i>	6 7 7 8 8 8
3 Definido (los procesos)	Enfoque en procesos organizacionales Definición de procesos organizacionales Programa de capacitación Manejo de <i>software</i> integrado Productos de ingeniería de <i>software</i> Coordinación entre grupos Revisiones de colegas	7 6 7 6 6 7 6
4 Gestionado medido analizado	Manejo cuantitativo del proceso y Manejo de la calidad del <i>software</i>	7 7
5 Optimizado	Prevención de defectos Manejo del cambio de tecnología Manejo del cambio del proceso	7 7 7

Figura 15. Cuestionario

Datos generales

DIAGNÓSTICO DE MADUREZ DE PROCESOS	
NOMBRE DE QUIEN RESPONDE	
FECHA	
PUESTO	
PERFIL	
DATOS GENERALES	
¿Cuál de estos describe mejor su puesto actual? Marque tantas como aplique	Líder de proyecto o de equipo Desarrollador Mando medio Encargado de aseguramiento de la calidad o de procesos
¿En cuales de estas actividades trabaja? Marque tantas como aplique	Análisis y/o especificación de requerimientos Diseño Codificación Pruebas de unidad Pruebas e integración Aseguramiento de la calidad Control de la configuración Mejora de procesos de <i>software</i> Otro (por favor especifique)
¿Ha recibido entrenamiento en CMM?	Si (por favor especifique) No
¿Cuál es su experiencia? Por favor especifique	Esta organización En <i>software</i>
¿Ha participado en diagnósticos de <i>software</i> ?	Si (por favor especifique) No

INSTRUCCIONES: Responda Si, No, NA o No sé a las siguientes preguntas. Responda Si, si la práctica esta establecida y se hace consistentemente. No, si la práctica se lleva a cabo inconsistentemente. Responda NA, si no aplica a su proyecto.

Manejo de los requerimientos

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se usan los requerimientos como base para desarrollo de sistemas y manejo de actividades?				
¿Si cambian los requerimientos, se ajustan los planes, entregables y tareas?				
¿Se sigue una política institucional para el manejo de los requerimientos?				
¿Esta capacitado el personal que maneja los requerimientos para hacerlo?				
Se usan métricas para determinar el estado de las actividades llevadas a cabo para controlar los requerimientos?				
¿Se aplica aseguramiento de la calidad al manejo de requerimientos?				

Planeación de proyectos

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se documentan los estimados de tamaño, costo y tiempo para planear y dar seguimiento a los proyectos?				
¿Se documentan las actividades, entregables y compromisos hechos para el proyecto?				
¿Aceptan los compromisos hechos para el proyecto todos los miembros del equipo y el cliente?				
¿Se sigue una política escrita para planear un proyecto?				
¿Se proveen recursos adecuados para planear un proyecto, como gente con experiencia?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de las actividades para planear un proyecto, por ejemplo cumplimiento de metas?				
¿El líder del proyecto revisa las actividades para la planeación del proyecto, tanto periódicamente como cuando se dan circunstancias especiales?				

Seguimiento del proyecto y revisión

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se comparan los resultados (tiempos, tamaño y costo) con los estimados del plan?				
¿Se toman acciones correctivas cuando los resultados difieren de los planes?				
¿Tanto los miembros del proyecto como el cliente conocen y aceptan los cambios en los compromisos?				
¿Sigue el proyecto una política escrita para dar seguimiento y controlar las actividades?				
¿Alguien del proyecto tiene asignada la responsabilidad de dar seguimiento a las actividades (esfuerzo, tiempos y presupuesto) y a los entregables?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de las actividades de seguimiento y revisión, como esfuerzo usado en las actividades de seguimiento y control?				
¿Se revisan las actividades por parte de mandos más altos periódicamente, como rendimiento, pendientes, riesgos y actividades pendientes?				

Manejo de contratos

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Para seleccionar proveedores se usa un mecanismo documentado basado en su habilidad para hacer el trabajo?				
¿Si se hacen cambios a subcontratos se establecen acuerdos con el proveedor y el contratista del proveedor?				
¿Se revisa periódicamente la parte técnica con el proveedor?				
¿Se comparan los resultados y rendimiento de los proveedores contra lo acordado?				
¿Se sigue una política escrita para el manejo de proveedores?				
¿Esta el personal responsable de manejar proveedores capacitado para esto?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de las actividades para manejar proveedores, como calendarios respecto a fechas comprometidas y esfuerzo aplicado?				
¿Se revisan las actividades de los proveedores con el líder del proyecto, tanto periódicamente como cuando las circunstancias así lo requieren?				

Aseguramiento de calidad

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se planean actividades de aseguramiento de la calidad?				
¿Proveen las actividades de aseguramiento de la calidad verificación objetiva de que los entregables y actividades se adhieren a los estándares, procedimientos y requerimientos aplicables?				
¿Se revisan los resultados de aseguramiento de la calidad y se proveen auditorias a los equipos, tanto quienes hicieron el trabajo como los responsables por éste?				
¿Revisa mandos medios los aspectos que no satisfacen la calidad el proyecto?				
¿Sigue el proyecto una política escrita para implementar y llevar a cabo las actividades de aseguramiento de la calidad?				
¿Se proveen recursos adecuados para hacer las actividades de aseguramiento de la calidad?				
¿Se hacen mediciones para determinar costo y calendario de las actividades de aseguramiento de la calidad?				
¿Se revisan las actividades de aseguramiento de la calidad con mandos medios?				

Manejo de configuración de *software*

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se planean las actividades de CM para el proyecto (para requerimientos, código, herramientas, etc.)?				
¿Tiene el proyecto identificado y controlado todos los productos bajo CM?				
¿Sigue el proyecto un procedimiento escrito para controlar cambios a los elementos bajo CM?				
¿Se distribuyen los reportes de los productos bajo CM a los miembros de los equipos involucrados?				
¿Sigue el proyecto una política organizacional escrita para implantar actividades de CM?				
¿Esta el personal del proyecto entrenada para hacer las actividades de CM, de las cuales son responsables?				
¿Se usan mediciones para determinar el estado de las actividades de CM?				
Se proveen recursos adecuados para las actividades de CM?				

Enfoque en procesos organizacionales

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Están las actividades para desarrollar y mantener los procesos coordinadas en la organización (a través de un grupo de procesos)?				
¿Están los procesos revisados periódicamente?				
¿Sigue la organización un plan documentado para desarrollar y mejorar su construcción de procesos?				
¿Los mandos medios apoyan las actividades de desarrollo y mejora de procesos?				
¿Hay uno o más individuos dedicados tiempo completo o tiempo parcial a las actividades de mejora de procesos para la organización?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de las actividades de desarrollo y mantenimiento de procesos?				
¿Revisan periódicamente los mandos medios las actividades de desarrollo y mantenimiento de procesos?				

Definición de procesos organizacionales

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Ha desarrollado la organización un estándar de procesos y los mantiene?				
¿La organización recolecta, revisa y comunica la información relacionada al uso de los procesos estándares?				
¿Sigue la organización una política escrita para desarrollar y mantener sus estándares de procesos?				
¿Las personas quienes desarrollan y mantienen los procesos reciben capacitación para realizar estas actividades?				
¿Se usan mediciones para determinar el estado de las actividades hechas para definir y mantener los estándares de procesos?				
¿Están las actividades y productos para desarrollar y mantener procesos sujetas a revisiones de aseguramiento de la calidad?				

Programa de capacitación

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se planean las actividades de capacitación?				
¿Se provee capacitación para desarrollar habilidades y conocimientos necesarios para el trabajo?				

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Los programadores y analistas reciben la capacitación necesaria?				
¿Sigue la organización una política escrita para satisfacer sus necesidades de capacitación?				
¿Se proveen recursos adecuados para implantar el programa de capacitación de la organización?				
¿Se usan mediciones para determinar la calidad del programa de capacitación?				
¿Revisan periódicamente los mandos medios las actividades de capacitación?				

Manejo de *software* integrado

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se desarrolló el plan del proyecto de acuerdo a los procesos definidos para la organización?				
¿Se planea y maneja el proyecto de acuerdo al plan escrito?				
¿Sigue el proyecto una política escrita apoyada en los procesos organizacionales?				
¿Se requiere capacitación para las personas encargadas de adecuar los procesos para definir el plan para nuevos proyectos?				
¿Se usan métricas para determinar la efectividad de las actividades del manejo integrado del <i>software</i> ?				
¿Están las actividades y los productos usados para manejar el proyecto sujetos a revisión y auditoría de aseguramiento de calidad?				

Productos de ingeniería de *software*

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se producen los resultados de acuerdo al plan del proyecto?				
¿Se mantiene consistencia en los productos de los sistemas?				
¿Sigue el proyecto una política escrita para hacer las actividades?				
¿Se proveen recursos adecuados para hacer las tareas, tales como equipo, herramientas, capacitación, etc.?				
¿Se usan métricas para determinar la funcionalidad y calidad de los productos, tales como número de defectos y severidad?				
¿Están las actividades y productos sujetos a revisiones y auditorías de aseguramiento de la calidad?				

Coordinación entre grupos

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿En el proyecto colaboran los grupos de desarrollo y de soporte con el cliente para definir los requerimientos del sistema?				
¿Aceptan los acuerdos del plan del proyecto los grupos de desarrollo y soporte?				
¿Identifican, dan seguimiento y resuelven conflictos intergrupales los grupos de desarrollo y soporte?				
¿Hay una política organizacional escrita que guíe el establecimiento de equipos interdisciplinarios?				
¿Las herramientas de soporte usadas por los diferentes grupos facilitan la comunicación y coordinación efectiva?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de la coordinación de actividades intergrupales?				
¿Se revisan las actividades para coordinación entre grupos con el administrador del programa, tanto periódicamente como cuando así se necesite?				

Revisiones de colegas

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se planean revisiones entre colegas para requerimientos, diseño, codificación, planes de pruebas, etc.?				
¿Se da seguimiento a los defectos encontrados en las revisiones hasta que se remueven?				
¿Sigue el proyecto una política escrita para hacer revisiones de colegas?				
¿Los participantes reciben la capacitación requerida para hacer su parte?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de las actividades de revisión entre colegas, tales como número de revisiones, tiempo invertido en la revisión, etc.?				
¿Están sujetos a aseguramiento de calidad las actividades de revisión de colegas?				

Manejo cuantitativo del proceso

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Sigue el proceso un plan documentado para hacer manejo cuantitativo del proceso, tal como tomar medidas del funcionamiento del proceso, analizarlas y hacer ajustes?				
¿Se controla cuantitativamente el rendimiento del plan, por ejemplo a través de métodos analíticos?				
¿Se conoce la capacidad cuantitativa del proceso, tal como si seguir el proceso resulta en X defectos mientras que no seguirlo resulta en Y defectos?				
¿Sigue el proceso una política organizacional escrita para medir y controlar el rendimiento del plan, tal como identificar causas de variación cuando las medidas salen fuera de los límites?				
¿Se proveen herramientas adecuadas para las actividades de manejo cuantitativo del proceso?				
¿Se usan mediciones para determinar el estado de las actividades de manejo cuantitativo del proceso?				
¿Se revisan las actividades para el manejo cuantitativo del proceso por mandos medios, tanto periódicamente como cuando así se requiera?				

Manejo de la calidad del *software*

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Están planeadas las actividades del proyecto para el manejo de la calidad del <i>software</i> ?				
¿Usa el proyecto objetivos medibles y priorizados para manejar la calidad de sus productos de <i>software</i> : funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad y usabilidad?				
¿Se comparan las medidas de calidad con los objetivos de calidad del producto para determinar si se cumplen?				
¿Sigue el proceso una política organizacional escrita para manejar la calidad del <i>software</i> ?				
¿Los miembros del grupo de sistemas reciben capacitación, por ejemplo para recolección de datos y los beneficios de manejar cuantitativamente la calidad de los productos?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de las actividades para el manejo de la calidad del <i>software</i> ?				
¿Revisan los mandos medios periódicamente las actividades para el manejo de la calidad?				

Prevención de defectos

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Se planean las actividades de prevención de defectos, por ejemplo, el análisis de defectos encontrados y la toma de acciones para prevenir su ocurrencia futura?				
¿Incluye el proyecto el tener reuniones para analizar causas comunes de defectos?				
¿Se priorizan y eliminan las causas comunes una vez que se identifican?				
¿Sigue el proyecto una política organizacional escrita para las actividades de prevención de defectos?				
¿Reciben entrenamiento para hacer las actividades de prevención de defectos los miembros del equipo, por ejemplo, en métodos para la prevención de defectos?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de las actividades de prevención de defectos, por ejemplo, el tiempo y costo invertido en identificarlos?				
¿Están las actividades y productos de prevención de defectos sujetos a aseguramiento de la calidad?				

Manejo del cambio de tecnología

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Sigue la organización un plan para el manejo de cambios de tecnología: identificación, selección y evaluación de nuevas tecnologías incorporándolas posteriormente en la organización?				
¿Se evalúan nuevas tecnologías para determinar su efecto en la calidad y productividad?				
¿Sigue la organización un procedimiento documentado para incorporar nuevas tecnologías en los procesos estándares de la organización?				
¿Los mandos medios y altos apoyan las actividades para el manejo del cambio de tecnología, estableciendo planes a largo plazo y compromisos de fondos y equipo?				
¿Existen datos que apoyen la selección de nuevas tecnologías?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de las actividades de manejo de cambio de tecnología?				
¿Son revisadas periódicamente por los mandos medios las actividades para el manejo de cambio de tecnología?				

Manejo del cambio de proceso

Pregunta	Si	No	N A	No sé
¿Sigue la organización un procedimiento documentado para desarrollar y mantener los planes para la mejora de procesos?				
¿La gente de la organización participa en actividades de mejora de procesos?				
¿Se hace mejora continua a los procesos estándares de <i>software</i> y a los procesos de los proyectos?				
¿Sigue la organización una política escrita para implantar mejora de procesos de <i>software</i> ?				
¿Se requiere capacitación en mejora de procesos para líderes y miembros técnicos?				
¿Se usan métricas para determinar el estado de las actividades de mejora de procesos?				
¿Revisan los mandos medios periódicamente los esfuerzos de mejora de procesos?				

5.4 Análisis Evaluativo

Estudio evaluativo del CMM en las empresas guatemaltecas.

5.4.1 Nivel 2 o repetible

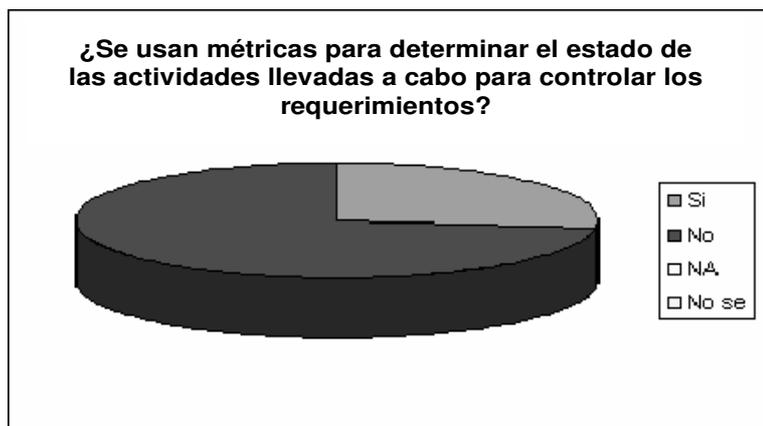
Evaluación del área clave en el nivel repetible.

5.4.1.1 Manejo de los requerimientos

El objetivo de los requerimientos es que ambas partes, cliente y desarrolladores, sepan en qué consiste el sistema que se va a desarrollar, tanto técnica como no técnicamente.

Este acuerdo es la base para la estimación, planeación, rendimiento y seguimiento. Si los requerimientos cambian, todo lo demás (planes, productos y actividades) deben ser ajustados.

Figura 16. Respuesta del manejo de requerimientos



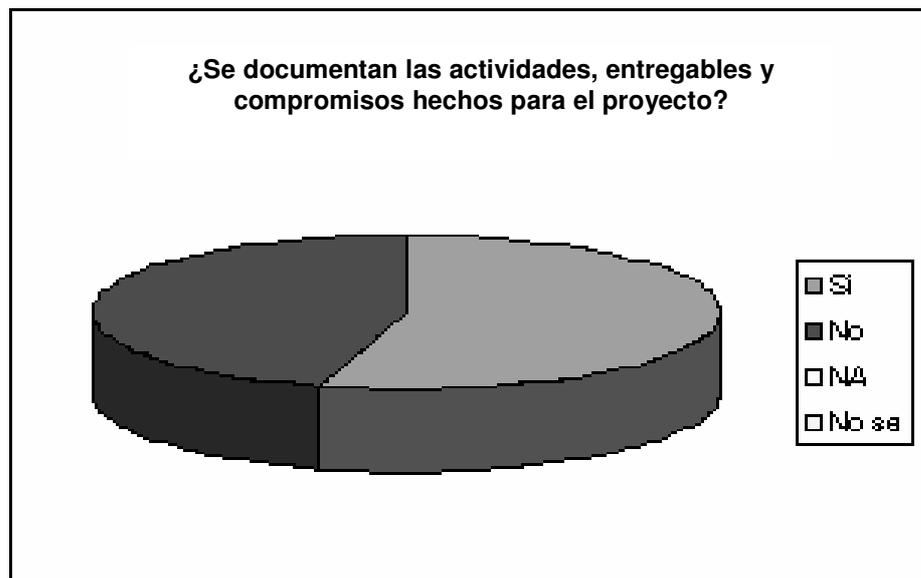
Si	No	NA	No se	Total
27.27%	72.73%	0%	0%	100%

Podemos observar que en las empresas Guatemaltecas el 72.73% no utilizan métricas para determinar y/o controlar los requerimientos, por lo tanto no tienen bien establecidas las bases para realizar de buena manera el proyecto.

5.4.1.2 Planeación de proyectos

El objetivo es establecer planes para el desarrollo del proyecto y su manejo, que involucran: definición de qué se va a hacer, restricciones, objetivos, estimados de tamaño y esfuerzo requerido, recursos necesarios, calendario, identificación y manejo de riesgos.

Figura 17. Respuesta de la planeación de proyectos



Si	No	NA	No se	Total
54.55%	45.45%	0%	0%	100%

Más del 50% de las empresas guatemaltecas documentan las actividades y/o compromisos hechos para el proyecto, lo que origina una buena planificación en la elaboración de los mismos.

5.4.1.3 Seguimiento del proyecto y revisión

El propósito es poder conocer el progreso del proyecto en todo momento, de manera tal que se puedan tomar acciones si el avance se esta alejando de lo planeado. Implica el seguimiento de logros contra lo estimado, comprometido y planeado, así como el ajustar los planes acorde e inclusive tomar acciones correctivas si no se cumple lo planeado. De ser necesario, puede tener que revisarse el plan y replantearlo.

Figura 18. Respuesta del seguimiento del proyecto y revisión



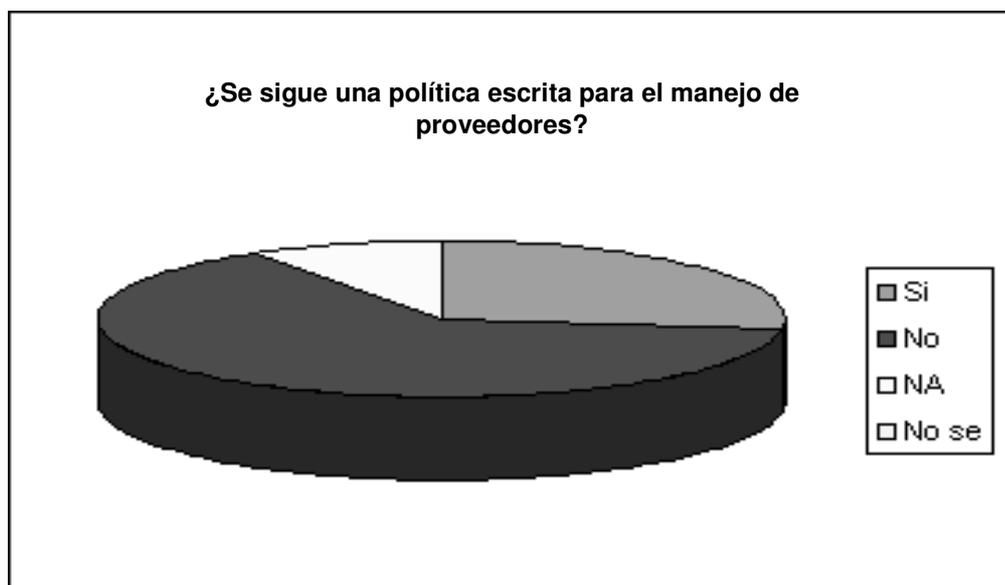
Si	No	NA	No se	Total
27.27%	72.73%	0%	0%	100%

Más del 70% de las empresas guatemaltecas no comparan los resultados con los planeados, lo que origina que muchas veces cometamos los mismos errores en otros proyecto ocasionando perdida de tiempo.

5.4.1.4 Manejo de contratos

El propósito es seleccionar proveedores calificados y manejarlos eficazmente. El propósito es seleccionar proveedores calificados y manejarlos eficazmente. Involucra seleccionar, establecer compromisos y dar seguimiento y revisión al rendimiento del proveedor y sus resultados. El proveedor puede ser para *software*, *Hardware* y componentes.

Figura 19. Resultados del manejo de contratos



Si	No	NA	No se	Total
27.27%	63.64%	9.09%	0%	100%

La mayoría de las empresas guatemaltecas no siguen una política escrita del manejo de proveedores lo que muchas veces ocasiona confusión durante la elaboración del proyecto.

5.4.1.5 Aseguramiento de la calidad (QA)

El propósito es proveer a los líderes la visibilidad apropiada al proceso usado por el proyecto y sus productos. Involucra revisiones y auditorías a los productos y actividades para verificar que satisfacen los procedimientos y estándares que apliquen y proveer a los líderes con los tales resultados.

Figura 20. Respuesta del aseguramiento de la calidad



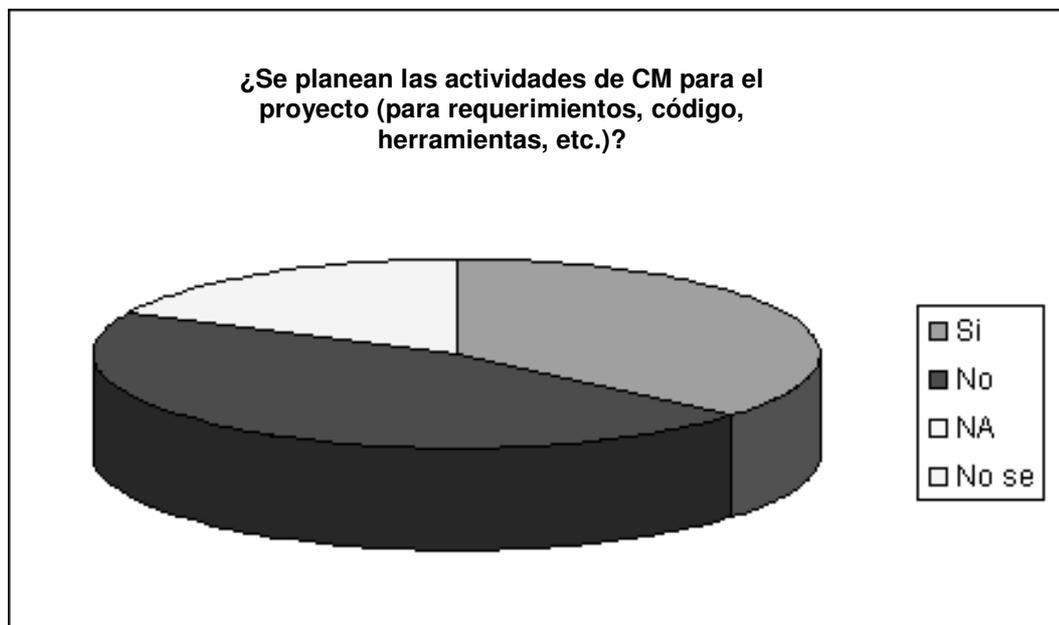
Si	No	NA	No se	Total
27.27%	63.64%	0%	9.091%	100%

En las empresas guatemaltecas se lleva un bajo nivel de actividades que aseguran la calidad ocasionando que el *software* no se realice eficientemente.

5.4.1.6 Manejo de la configuración de *software* (CM)

El propósito es establecer y mantener la integridad de los productos del proyecto durante todo el ciclo de vida. El manejo de la configuración involucra identificación en todo momento, control sistemático a los cambios y mantenimiento de la integridad. Cabe mencionar que los productos son tanto los entregables, como todo aquello requerido para crearlo.

Figura 21. Respuesta del manejo de la configuración del *software*



Si	No	NA	No se	Total
36.36%	45.45%	0%	18.18%	100%

El 18.18% de las empresas guatemaltecas no conocen las actividades de la configuración del *software* (CM), lo que origina una mala integridad de los productos del proyecto.

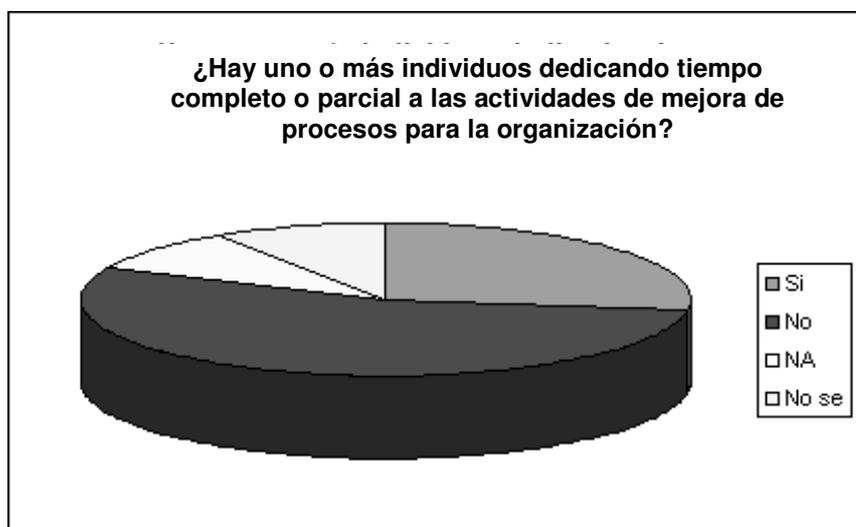
5.4.2 Nivel 3 o definido

Evaluación del área clave en el nivel definido.

5.4.2.1 Enfoque en procesos organizacionales

El propósito es establecer la responsabilidad organizacional para las actividades de mejora de procesos. Involucra coordinar las actividades para auditar, desarrollar, mantener y mejorar los procesos. La organización provee compromisos y recursos para coordinar el desarrollo y mantener los procesos usados por los proyectos a través de un grupo de ingeniería de *software*.

Figura 22. Respuesta del enfoque en procesos organizacionales



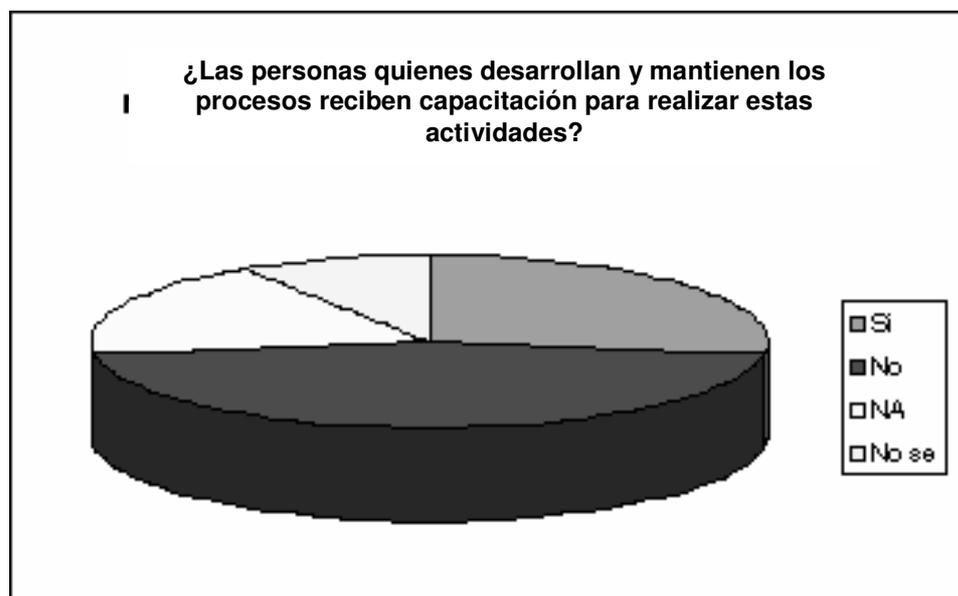
Si	No	NA	No se	Total
27.27%	54.55%	9.09%	9.09%	100%

En la mayoría de las empresas guatemaltecas no existen individuos dedicados a las mejoras de procesos lo que origina que se continúe realizando *software* de mala calidad o poca satisfacción del cliente.

5.4.2.2 Definición de procesos organizacionales

El propósito es desarrollar y mantener un conjunto de herramientas de procesos que mejoran la aplicación de procesos en los proyectos, proveyendo beneficios a largo plazo para la organización. Involucra el desarrollo y mantenimiento de los estándares, guías, base de datos de procesos y biblioteca de documentación relacionada.

Figura 23. Resultados de la definición de procesos organizacionales



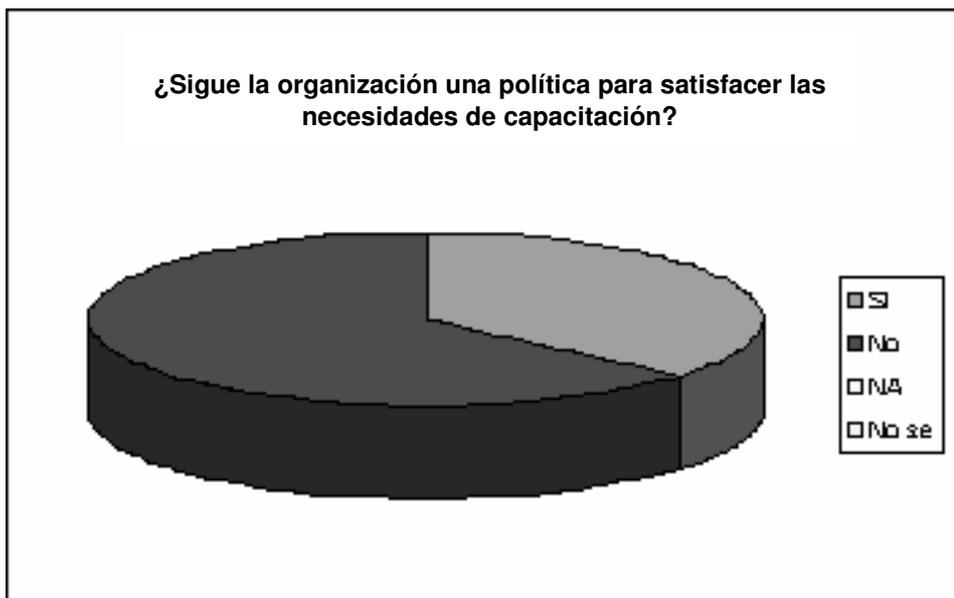
Si	No	NA	No se	Total
27.27%	45.45%	18.2%	9.091%	100%

Es poco el porcentaje de las empresas guatemaltecas que brindan capacitación al empleado lo que origina que los productos se realicen con más tiempo por la falta de conocimiento de los desarrolladores.

5.4.2.3 Programa de capacitación

El propósito es desarrollar las habilidades y conocimientos de los individuos para que puedan hacer su trabajo más efectiva y eficazmente. Involucra la identificación de necesidades de capacitación de la organización, proyectos e individuos para posteriormente capacitar o dar capacitación que satisfaga las necesidades. Incluso debe identificar que entrenamiento puede ser informal y que debe ser formal.

Figura 24. Respuesta del programa de capacitación



Si	No	NA	No se	Total
36.36%	63.64%	0%	0%	100%

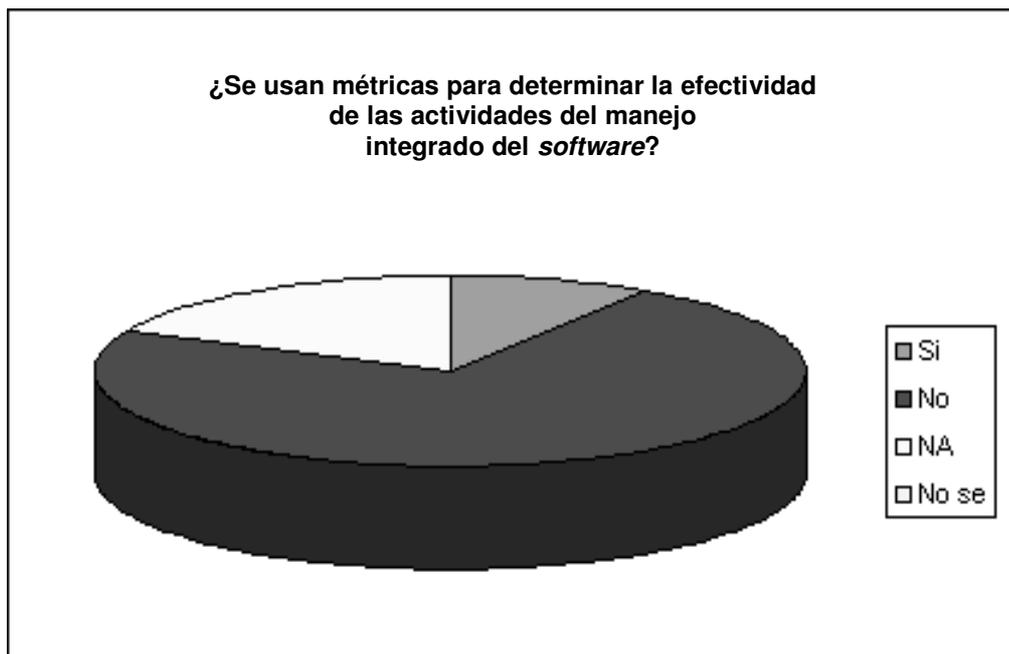
Una mala política que no satisfaga las necesidades de la capacitación de los desarrolladores dará como resultado un bajo conocimiento en el desarrollo del *software*.

5.4.2.4 Manejo de *software* integrado

El propósito es integrar las actividades de ingeniería de *software* y de administración en un proceso definido que se adecua a los procesos de la organización y a sus herramientas de apoyo. Involucra el desarrollo de los procesos y el manejo del proyecto usando dicho proceso.

El plan de desarrollo de *software* se basa en la definición de procesos y describe como se implantarán y administrarán las actividades del proyecto.

Figura 25. Respuesta del manejo de *software* integrado



Si	No	NA	No se	Total
9.09%	72.73%	18.2%	0%	100%

El poco uso de las métricas en las empresas guatemaltecas ocasiona que no se reconozca los defectos que el proceso pueda tener.

5.4.2.5 Productos de ingeniería de *software*

El propósito es seguir consistentemente un proceso de ingeniería definido que integre todas las actividades de ingeniería de *software* para lograr productos correctos, eficaz y eficientemente. Involucra hacer las tareas para construir y mantener el *software* usando los procesos definidos y las herramientas y métodos apropiados.

Figura 26. Respuesta del producto de ingeniería de *software*



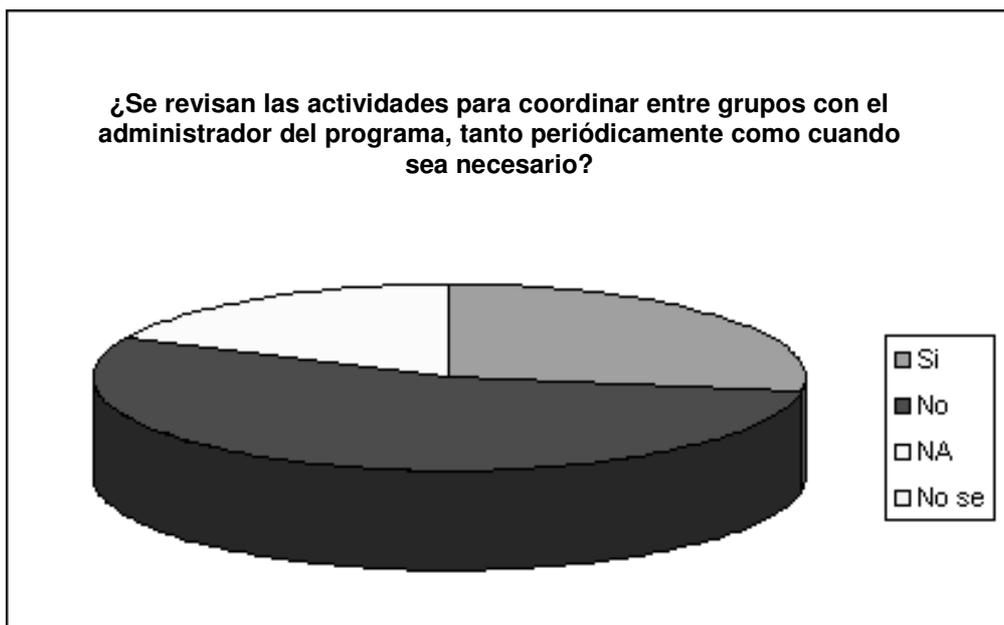
Si	No	NA	No se	Total
18.18%	54.55%	27.3%	0%	100%

El poco uso de las métricas referente a la calidad ocasiona que el *software* que se está elaborando no cuente con los lineamientos acordados, lo que da como resultado que el cliente no quede complacido.

5.4.2.6 Coordinación entre grupos

El propósito es establecer una forma de que el grupo de ingeniería de *software* participe activamente con otros grupos para que el proyecto satisfaga de mejor manera las necesidades del cliente. Involucra la participación de representantes de los grupos, clientes y usuarios finales para identificar requerimientos, objetivos, planes y conflictos. Estos requerimientos se convierten en la base de todas las actividades.

Figura 27. Respuesta de la coordinación entre grupos



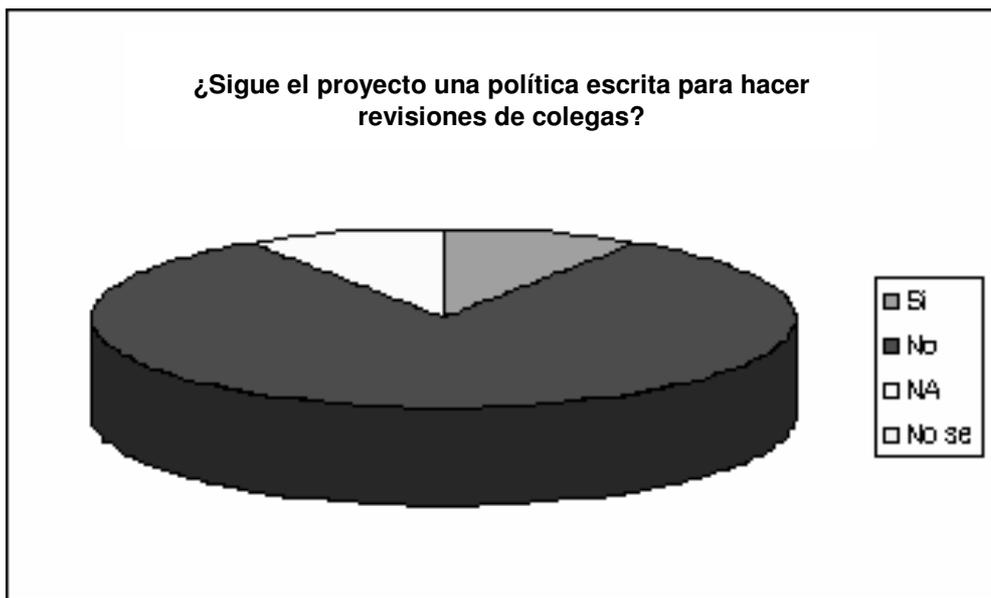
Si	No	NA	No se	Total
27.27%	54.55%	18.2%	0%	100%

Si no existe una buena coordinación entre los grupos de trabajo que realizan el proyecto dará como resultado un producto de mala calidad, la comunicación es vital para la buena realización del proyecto.

5.4.2.7 Revisión de colegas

El propósito es remover defectos eficazmente y temprano en el ciclo de vida; un efecto importante es entender mejor los productos y los defectos que pueden prevenirse. Las revisiones involucran una revisión metódica para identificar defectos y áreas de cambios. Los productos sujetos a revisión se identifican en el proceso de desarrollo como parte de las actividades de planeación.

Figura 28. Respuesta de revisiones de colegas



Si	No	NA	No se	Total
9.09%	81.82%	9.09%	0%	100%

El punto de vista de colegas nos dará la pauta para mejorar nuestro producto, pero observamos que en la mayoría de las empresas guatemaltecas no realizan este tipo de revisiones.

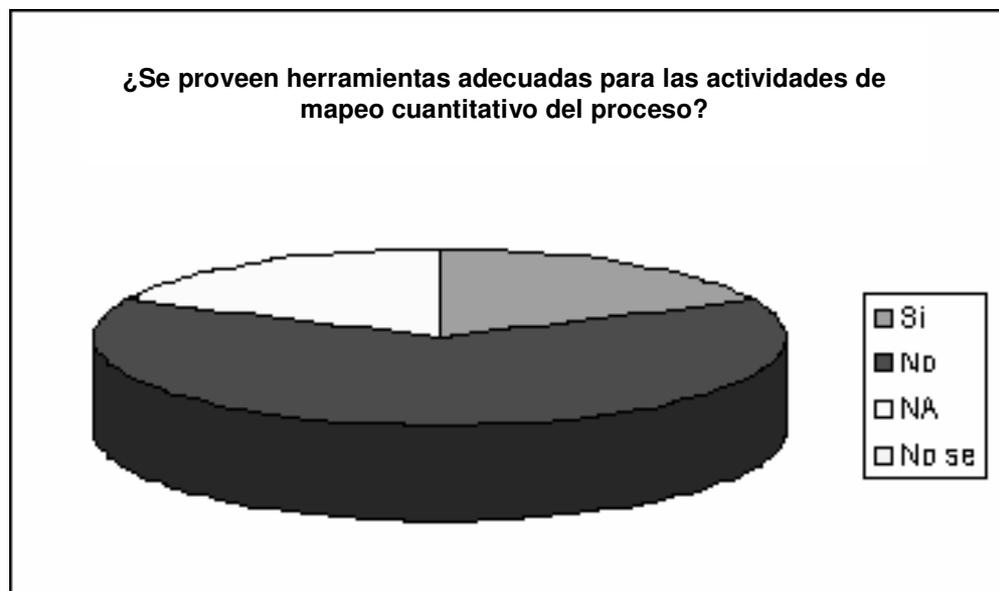
5.4.3 Nivel 4 o gestionado

Evaluación del área clave en el nivel gestionado.

5.4.3.1 Manejo cuantitativo del proceso

El propósito es controlar el rendimiento del proceso cuantitativamente, donde el rendimiento representa el proceso real logrado al seguir procesos. Involucra el establecer objetivos para el rendimiento tomando métricas, analizándolas y haciendo ajustes para mantener el proceso y dentro de los límites aceptables.

Figura 29. Respuesta del manejo cuantitativo del proceso



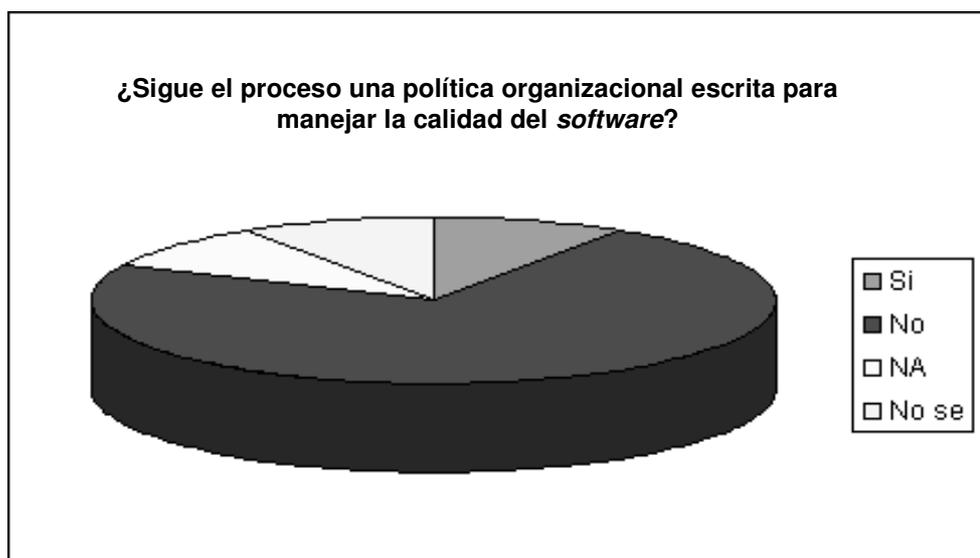
Si	No	NA	No se	Total
18.18%	63.64%	18.2%	0%	100%

La mayoría de las empresas guatemaltecas no brindan herramientas adecuadas para poder llevar un mapa cuantitativo del proceso.

5.4.3.2 Manejo de la calidad del *software*

El propósito es desarrollar un entendimiento cuantitativo de la calidad de los productos y alcanzar objetivos específicos. Involucra la definición de objetivos de calidad para los productos de *software*, planes para lograrlos y monitoreo, ajuste a los planes, productos y actividades para satisfacer las necesidades y deseos, tanto del cliente, como del usuario final para obtener productos de alta calidad. Se establecen objetivos cuantitativos para los productos basados en las necesidades de la organización, del cliente y de los usuarios finales; la organización establece estrategias y planes para satisfacer los objetivos de calidad.

Figura 30. Respuesta del manejo de calidad del *software*



Si	No	NA	No se	Total
9.09%	72.73%	9.09%	9.09%	100%

Al no tener una política escrita para mejorar la calidad del *software*, no estamos mejorando el proceso ya que seguimos cometiendo errores, hasta que nos demos cuenta. Este punto es muy importante porque refleja la poca importancia que las empresas guatemaltecas brindan a la calidad del *software*.

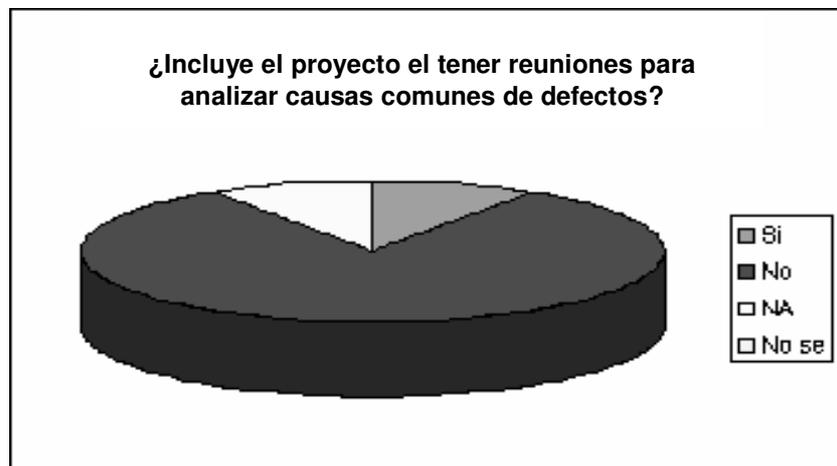
5.4.4 Nivel 5 o optimizado

Evaluación del área clave en el nivel optimizado.

5.4.4.1 Prevención de defectos

El propósito es identificar las causas de los defectos y prevenir que ocurran; la prevención de defectos involucra analizar los defectos encontrados y tomar acciones para prevenir su ocurrencia en el futuro. Las tendencias se analizan para dar seguimiento a los tipos de defectos encontrados y a los que pueden ocurrir. Es importante el entendimiento del proceso para saber las causas de los defectos y las implicaciones en las actividades futuras.

Figura 31. Respuesta de la prevención de defectos



Si	No	NA	No se	Total
9.09%	81.82%	9.09%	0%	100%

Al no tener una buena comunicación de las causas comunes de los defectos, podemos cometerlos una y otra vez. Se puede observar la gráfica de la figura 31 que la mayoría de las empresa guatemaltecas no realizan reuniones para el análisis de defectos, ocasionando que se repitan los errores.

5.4.4.2 Manejo del cambio de tecnología

El propósito es identificar nuevas tecnologías: herramientas, métodos y procesos así como dar seguimiento en la organización. Involucra identificación, selección y evaluación de nuevas tecnologías así como su incorporación efectiva en la organización. La organización requiere establecer un grupo que trabaja con los proyectos para introducir y evaluar nuevas tecnologías y manejar cambios a las tecnologías existentes.

Figura 32. Respuesta del manejo de cambios de tecnología



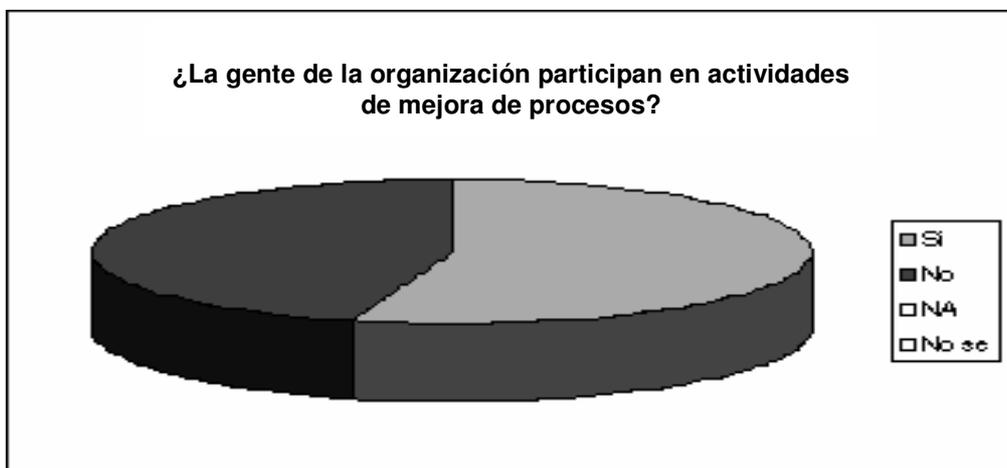
Si	No	NA	No se	Total
54.55%	36.36%	9.09%	0%	100%

Es bueno observar que las empresas guatemaltecas (la mayoría) evalúan nuevas tecnologías ya que de esta forma podrán conocer diferentes metodologías para realizar un buen *software* de calidad, el problema es que tienen la nueva tecnología pero no se preocupan de medir su desarrollo.

5.4.4.3 Manejo del cambio de procesos

El propósito es mejorar continuamente los procesos usados en la organización con el objetivo de mejorar la calidad, incrementar la productividad y decrementar el tiempo del ciclo de desarrollo del producto. Involucra la definición de metas de mejora de procesos y con el apoyo de los mandos identificar, evaluar e implantar mejoras a los estándares de procesos continuamente. Se establecen programas de capacitación y de incentivos para motivar a todos en la organización a participar en las actividades relacionadas. Se identifican y se evalúan las oportunidades de mejora respecto a la ganancia para la organización. Se hacen pilotos para evaluar los cambios antes de incorporarse a las prácticas documentadas y una vez aprobadas, poderlas incorporar.

Figura 33. Respuesta del manejo de cambios de proceso



Si	No	NA	No se	Total
54.55%	45.45%	0%	0%	100%

Es bueno ver que la gente de las organizaciones guatemaltecas participan en actividades de mejora de proceso, el problema es que no se lleva un estricto control de esa mejora.

5.5 Ventajas y desventajas de la utilización del CMM en Guatemala

CMM es una herramienta que ayuda a las organizaciones de *software* para mejorar sus procesos además ayuda a las organizaciones que se dedican a la adquisición, a seleccionar o administrar a sus contratistas de *software*.

El propósito de CMM es describir buenas prácticas de administración y de ingeniería estructuradas por un marco maduro de trabajo.

El CMM ha ganado considerable credibilidad en las industrias intensivas en el uso de conocimientos. La adherencia al CMM ha permitido mejoras considerables en la calidad de los productos y bajado perceptiblemente el costo del desarrollo dentro de grandes compañías comerciales.

El CMM ha estado en uso por muchas organizaciones bastante tiempo de modo que hay estadística de la inversión. Organizaciones han probado que mejorando sus procesos de desarrollo mediante la mudanza a partir CMM del nivel 1 al nivel 3, puede bajar su costo por hasta 50-60%. Aún más, quienes han estado en el negocio de la productividad del desarrollo del *software* por años, sostienen que la rentabilidad resultada de mejoras en productividad y reducción en tiempo de llegada al mercado.

5.5.1 Ventajas

- Específico para el desarrollo y mantenimiento de *software*
- Definido como un conjunto de áreas clave de procesos

- Tiene un modelo de evaluación
- Desde 1998 empezó a popularizarse en Latino América
- Existen organizaciones evaluadas
- Ayuda a formar una visión compartida lo que significa mejoramiento de procesos a nivel organización
- Establece un lenguaje común al hablar acerca del proceso de *software*
- Define un conjunto de prioridades para atacar los problemas de *software*
- Proveer una estructura conceptual para mejorar la administración y desarrollo de productos de *software* en una manera disciplinada y consistente
- Aumenta la posibilidad de que una organización de *software* alcance sus metas de costos, calidad y productividad de una manera disciplinada y consistente
- Beneficia un proceso de desarrollo estándar, una mejora en la comunicación, da consistencia entre las diferentes actividades, reduce el rehacer el trabajo y mejora la predictibilidad de la organización en la ejecución de sus proyectos
- Es el estándar de calidad más importante a nivel mundial en el desarrollo de *software*. Permite evaluar el grado de formalización, consistencia y aplicación de un conjunto de prácticas en su proceso productivo. Asimismo, apunta a mejorar el cumplimiento de requerimientos, respecto a los recursos y plazos estimados; a disminuir sustancialmente la tasa de fallas y, en definitiva, a una calidad superior, que satisfaga de mejor manera las expectativas de los clientes

5.5.2 Desventajas

- Es un modelo extranjero, no internacional
- No es fácil de entender (inglés, 18 KPA's)
- No es fácil de aplicar (pensado en organizaciones grandes)
- Mejora no enfocada directamente a objetivos de negocio
- Evaluación es costosa y no tiene período de vigencia
- Se está abandonando a favor de CMM-I

5.5.3 Críticas

- El algoritmo utilizado para calificar el proceso de *software* de una organización no es el adecuado y las preguntas clave no son correctas ni suficientes
- Las preguntas utilizadas en la evaluación son binarias (Si, No, No Aplica, No se), lo que no permite registrar los matices de la realidad
- El modelo es sólo aplicable a grandes organizaciones que desarrollan grandes proyectos
- El modelo permite comparar procesos de *software* de grandes organizaciones con los de pequeñas organizaciones, favoreciendo a las primeras
- La aplicación del modelo requiere una inversión importante
- La aplicación del modelo vuelve a una organización rígida, burocrática y menos capaz de encontrar soluciones creativas a problemas técnicos
- El nivel 1 es una **bolsa** en la que se ubican organizaciones con niveles de madurez muy diferentes
- Los niveles de madurez no garantizan el éxito. Existen proyectos exitosos en el nivel 1 y fracasos en niveles superiores

5.6 Conclusiones de la evaluación

La meta fundamental, para la mayoría de las organizaciones, es alcanzar un nivel 3 de madurez.

El mecanismo más adecuado para determinar el nivel de madurez actual que posee una organización es realizar una evaluación de la capacidad de los diferentes proyectos de desarrollo de *software*. Mediante esta evaluación, se podrá determinar si las prácticas realizadas, en cada uno de los proyectos de desarrollo, se adaptan adecuadamente a las actividades descritas en el nivel deseado.

En la evaluación anterior se refleja que las empresas Guatemaltecas no brindan suficiente capacitación a los desarrolladores, impidiendo de esta forma que estos no se puedan desarrollar de buena manera.

Para poder llegar a desarrollar CMM, las empresas guatemaltecas deben realizar varias métricas para poder observar cómo va su proceso de desarrollo, se pudo observar que son pocas las que utilizan métricas para su evolución.

En las empresas guatemaltecas no existe una buena comunicación entre los clientes, es más no existe comunicación entre los mismos integrantes del grupo.

No se sientan a evaluar los problemas que tienen los procesos, simplemente continúan realizándolos sin tratarlos de mejorar.

En la mayoría de empresas no existen un buen control de calidad del producto lo que ocasiona que muchas veces el cliente quede inconforme con el producto recibido.

El la evaluación podemos concluir que las empresa Guatemaltecas se encuentran en el Nivel 1, ya que reflejan un sistema caótico ya que no existen calendarios ni estimados de costos.

Además la funcionalidad y calidad del producto es impredecible. No existe un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento del *software*.

Como recomendación se debe aspirar por una buena planificación, capacitación y control de las métricas para no caer en los errores cometidos anteriormente.

6. DIRECCIONES FUTURAS DEL CMM

Después del lanzamiento del modelo CMM y debido a su utilización, a lo largo de los años 90 se desarrollaron otros modelos de madurez para otras disciplinas y funciones tales como:

- SE-CMM (*Systems Engineering Capability Maturity Model*) – Modelo de madurez para la ingeniería de sistemas
- SA-CMM (*Software Acquisition Capability Maturity Model*) – Modelo de madurez para las compras y la gestión de proveedores
- IP-CMM (*Integrated Product Capability Maturity Model*) – Modelo de madurez para el desarrollo integrado de *software* y de hardware
- P-CMM (*People Capability Maturity Model*) – Modelo de madurez para el desarrollo de las personas

Aunque muchas organizaciones encontraron estos modelos muy útiles para la mejora de otros procesos distintos al proceso de desarrollo del *software*, la gran mayoría tuvo que luchar con los problemas de integrar los distintos modelos, solucionar las lagunas detectadas, resolver las inconsistencias y aclarar las diferentes terminologías.

Otras organizaciones también encontraron problemas entre estos modelos y las diversas actuaciones derivadas de implantar modelos de aseguramiento de calidad ISO 9001:1994 u otros programas relacionados con la mejora de los procesos.

Como consecuencia del estudio de estas dificultades y de la preparación de la siguiente generación de sus modelos de madurez, en diciembre de 2001 el Instituto de Ingeniería de *Software* (SEI) publicó la versión 1.1 del CMMI-SE/SW/IPPD (Modelo de Madurez de Capacidad Integrado para varias disciplinas).

El modelo CMMI tiene el propósito de proporcionar una única guía unificada para la mejora de múltiples disciplinas tales como ingeniería de sistemas (SE), ingeniería del *software* (SW) y el desarrollo integrado del producto y del proceso (IPPD).

Más recientemente, el esfuerzo está siendo ampliado para incluir requisitos específicos para la gestión y control de proveedores. Además, debido a la existencia de un modelo internacional para la mejora de los procesos del *software* y determinación y evaluación de su capacidad (ISO/IEC TR 15504), hay un compromiso de que el CMMI tenga conformidad y compatibilidad con dicho modelo internacional.

En el futuro la competitividad ya no se podrá basar en disponer de unos cuantos "héroes" desarrolladores, clientes o mercados poco informados, ni pocos competidores. Se requerirá de compromiso, disciplina, perseverancia y pragmatismo.

En El Salvador ya se formó la primera Red centroamericana para el Mejoramiento del Proceso de *Software* (SPIN). La Fundación para el Desarrollo Tecnológico de Panamá recibirá asistencia de la ESEN de El Salvador y el CRIM de Canadá para formular su iniciativa para el mejoramiento de programas de *software*.

En Costa Rica ya se formó la Cámara de Desarrolladores de *Software* (que incorpora a más de 16 empresas), hay varios proyectos informáticos que incorporan ya el aseguramiento de la calidad y está próxima a abrirse una maestría en Ingeniería del *Software*.

Todos estos son signos positivos para que crezca y se consolide un sector productor exportador de *software* en América Central.

Como lo ha demostrado la experiencia centroamericana con productos agrícolas de exportación como el café y el banano, la calidad se premia en mercado.

El incorporar la calidad como un elemento central de su estrategia de producción dará mayores probabilidades de éxito al exportador de *software* centroamericano.

Se requerirá hacer investigación en ingeniería de *software* para apoyar a las empresas de *software* de América Central.

Las métricas de *software* proveen mediciones para ver el progreso y la retroalimentación necesaria para el ajuste de planes. Desde el inicio, las métricas de *software* han sido consideradas como parte de la ingeniería de *software*.

Desde luego nunca se tendría ingeniería sin mediciones como parte importante de los métodos.

La visión en el futuro no es la de las métricas de *software* aisladas. Más bien es una visión de ingeniería de *software* donde las métricas ayudan a los ingenieros "a medir, ayudar a la administración del cambio y complejidad del *software*".

Esta es una visión que es una promesa del CASE (ingeniería de *software* asistida por computadora). La automatización de las métricas entregará los datos al administrador del proyecto donde las métricas actuarán, con anticipación como *previsiones de situaciones complicadas* durante el desarrollo y proveerá de significado mostrando el progreso.

Hay varios usos prácticos de las métricas de *software*. Cuatro de los que se consideran más importantes:

- Estimación de proyectos y monitoreo del progreso
- Evaluación del trabajo de los productos
- Proceso de mejoramiento a través del análisis de defectos
- Validación experimental de mejores prácticas (prototipos, reducción de acoplamiento, incrementar cohesión, limitar complejidad, técnicas de inspección y pruebas, modelos de fiabilidad)

El *Capability Maturity Model* (CMM) se ha convertido en el estándar mundial, que permite a las organizaciones medir e incorporar mayores niveles de eficiencia o madurez en sus procesos de desarrollo y mantenimiento de *software* a través de una serie de procedimientos lógicos suficientemente probados (mejores prácticas del mercado).

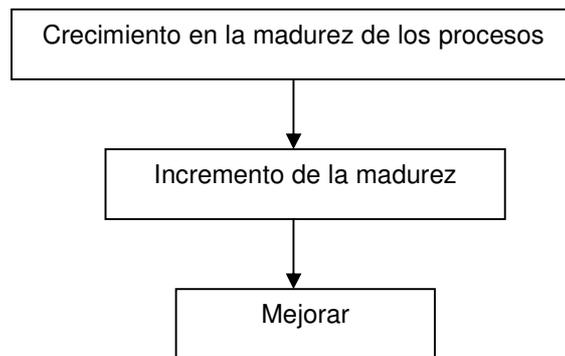
Los beneficios de CMM traducen, en una considerable mejora de la productividad y de calidad del *software* además de permitir a las empresas una mayor tolerancia al cambio y una mejora en la rapidez de respuesta ante necesidades del mercado.

En cuanto, a la oferta de servicios de consultoría de CMM en Guatemala, por el momento son muy pocas las compañías capaces de involucrarse en iniciativas de estas características.

La obligación de contar con equipos formados por el *Software Engineering Institute* (SEI), organismo que finalmente emite la certificación correspondiente en cada nivel del CMM, junto con la necesidad de aportar experiencias prácticas en cada sector, que ahorren tiempo y dinero a las propias organizaciones, hacen de este servicio de consultoría uno de los más complejos del sector tecnológico. "No sólo debes de conocer perfectamente el modelo sino saber cómo aplicarlo en cada caso particular. Los procesos de desarrollo de *software* son distintos en cada empresa, por lo que la dificultad se acrecienta" declara Yan Bello.

La madurez de los procesos de una organización ayuda a predecir la capacidad de un proyecto para alcanzar los objetivos propuestos.

Figura 34. Madurez de los procesos de una organización



Primero, con el crecimiento en la madurez de los procesos, la diferencia entre los resultados esperados y los reales disminuye a través de los proyectos.

Segundo, como la madurez incrementa, la variabilidad de los resultados actuales alrededor de los propuestos decrece.

Tercero, los resultados propuestos mejoran a medida que la madurez de las organizaciones crece, esto es, como una organización de *software* madura, los costos decrecen, los tiempos de desarrollo disminuyen, y la productividad y la calidad se incrementan.

El CMM es un marco representando una ruta de mejora recomendada para las organizaciones de *software* que quieren incrementar la capacidad de sus procesos de *software*. Esta elaboración operacional del CMM es diseñada para soportar las diversas maneras en los que puede ser usado.

Esta aumenta cada vez el uso de CMM en las empresas Guatemaltecas, se espera que en un futuro se desarrolle *software* de mejor calidad que brinda al cliente satisfacción.

CONCLUSIONES

1. El CMM proporciona una estructura conceptual para mejorar la dirección y el desarrollo de los productos de software de una forma disciplinada y consistente.
2. El CMM identifica las características de los procesos software efectivos, pero la madurez de la dirección de la organización es a todos los efectos esencial para el éxito del proyecto, incluyendo el personal y la tecnología, tanto como los procesos a seguir.
3. El CMM proporciona una estructura conceptual y metodológica para mejorar la gerencia y el desarrollo de Software y, por ende, la calidad de los productos
4. La principal diferencia entre ISO9000 y los CMM es que los últimos son específicos, al nivel de los procesos y el orden de implementación para lograr una correcta madurez en la organización.
5. El Modelo de Capacitación por Madurez (CMM) se ha convertido en el estándar mundial, que permite a las organizaciones medir e incorporar mayores niveles de eficiencia o madurez en sus procesos de desarrollo y mantenimiento de software a través de una serie de procedimientos lógicos suficientemente probados (mejores prácticas del mercado).

6. Las empresas guatemaltecas se encuentran ubicadas en el nivel 1, ya que se caracterizan por tener procesos caóticos, sus procesos son impredecibles y sobretodo poco controlados

RECOMENDACIONES

1. Fomentar la importancia que se debe de tener sobre la calidad de software que se desarrollan por las organizaciones, y aplicarlos a través de una metodología de evaluación del software.
2. Tener en cuenta que obtener un buen grado de madurez en una compañía no es una tarea fácil ni se logra en poco tiempo, involucra esfuerzos y compromisos por parte de todos los que trabajan en ella, pero las ventajas que se obtienen son muy claras.
3. Evitar cometer el error de reducir el CMM a una mera lista de comprobación, el CMM es más que eso, es parte del proceso para construir software con el objetivo de conseguir una mejora continua del software.
4. Las empresas guatemaltecas deben realizar métricas para determinar y/o controlar los requerimientos ya que son la base para la realización del proyecto.
5. Hay que planificar lo que se desea hacer para llevar un mejor control, además, hay que comparar los resultados con lo planeado ya que de esta forma evitaremos los errores cometidos.
6. Se debe tener personal dedicado a las mejoras de procesos, ya que de esta forma se evitará mala calidad y se obtendrá la satisfacción del cliente.

7. Brindar capacitación a los desarrolladores, ya que así se tendrá un mejor conocimiento sobre cómo se debe de realizar el proyecto y se hará de una forma rápida.

8. Para realizar la implementación de CMM en las empresas guatemaltecas, se debe tener una buena documentación ya que la mayoría de las empresas no conocen este modelo.

BIBLIOGRAFÍA

Forbes Álvarez Roger Standley. **Normas fundamentales y estándares de sector.** Biblioteca Virtual, Organización CEGESTI, Costa Rica, internet http://www.calidad.org/public/arti2001/1008642212_rogers.htm)

Iracheta Javier. **El modelo de capacitación de madurez para *software*.** México: biblioteca virtual, Organización Ericsson, publicado 3/8/2001, internet http://www.calidad.org/public/arti2001/0996851660_javier.htm)

Mellon Carnegic *Software* Engineering Institute. **Calidad certificación CMM.** 2003 <http://www.ne.com.co/html/esp/calidad.html>)

Montilva A. Jonás. **Mejoramiento de los procesos de desarrollo de *software*.** Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, postgrado en computación.

Sánchez Carlos. **Estado del arte en estándares de calidad del *software*.** Asociación de Técnicos de Información (ATI), 2002.

Sommerville Ian. **Ingeniería de *software*.** 5ta. Edición, 1995.

Villamil Gustavo. **ISO 9000 aplicada al *software*.** Guía de la Computación, 1996, internet <http://www.cp.com.uy/42/iso42.htm>

