

Capítulo 2. Antecedentes y Estructura del CMMI

*"If you can't describe what you are doing as a process,
you don't know what you're doing." – Deming*

Dado que una parte fundamental de este trabajo es dar a conocer a los empresarios mexicanos los beneficios y mejoras del Modelo de Capacidad de Madurez Integrado con respecto a modelos y estándares anteriores, es importante conocer los conceptos básicos que lo integran, los cuales son necesarios para comprender el contenido y estructura de estos modelos, así como su historia y su evolución.

En este capítulo se comienza haciendo hincapié en el porque de la calidad y la necesidad de la calidad del software y posteriormente se resalta la importancia del *mejoramiento de procesos*¹, ya que como se menciona en el capítulo anterior, los procesos son la parte vital para el éxito de una empresa. De acuerdo con W. Edwards Deming, creador de los principios de TQM², más del 80% de los problemas organizacionales están relacionados con los procesos, mientras que el restante 20% o menos, puede ser atribuido a las personas que implementan las actividades de éstos mismos [Deming, 1986]. Si tomamos en cuenta esta estadística un poco alarmante, las empresas, sin importar que tan pequeñas sean, deberán concentrar parte de su tiempo y esfuerzos en aprender las bases del mejoramiento de procesos, (que es, como hacerlo y porque hacerlo), así como también comenzar a implementarlos.

¹ **mejoramiento de procesos**: del término en inglés “process improvement” por no encontrar una mejor referencia en español.

² **TQM**: siglas en inglés para “Total Quality Management”, el cual es un sistema de mejoramiento continuo que emplea la administración participativa centrada en las necesidades de los clientes.

Los, todos los modelos del CMMI tienen dos representaciones distintas; la representación continua y la representación por etapas. La primera permite que una empresa mejore utilizando determinadas áreas de proceso PAs³ con distintas proporciones, y la segunda permite que las empresas sigan un camino de mejora predeterminado utilizando múltiples PAs [Chrissis, 2003]. Se describirán ambas representaciones a lo largo de toda esta investigación, para que el lector pueda ver claramente sus similitudes y sus diferencias, ayudándolo así a comprender mejor éstos enfoques importantes.

2.1 La Calidad y calidad de software

El término calidad debe estar bien definido y debe ser medido si es que realmente se quiere alcanzar una mejora. Sin embargo, el problema más importante dentro de la ingeniería y administración de la calidad es que el mismo término de *calidad* es ambiguo, tanto que muchas veces es comúnmente malentendido. Esta confusión puede ser atribuida a varias razones: en primer lugar la calidad no es solamente una idea, sino más bien un concepto multidimensional, el cual abarca desde el interés en algo en particular, el punto de vista de

³ **PAs:** Una Área de Proceso es un conjunto de las mejores prácticas dentro de un área, que cuando se implementan correctamente satisfacen una serie de metas importantes para obtener una mejora significativa dentro de esa área.

ese algo y las cualidades que lo diferencian. En segundo lugar para cada concepto existen varios niveles de abstracción; cuando la gente habla de calidad algunos pueden estarse refiriendo a ella en el sentido más general, mientras que otros a su significado más específico. Por último, el término calidad es ahora parte de nuestro lenguaje cotidiano y es por eso que el uso popular puede ser muy diferente al profesional [Kan, 2002].

Tomando en cuenta los diferentes enfoques de la calidad, a continuación se explica el punto de vista popular, así como también la definición formal del término y sus implicaciones dadas por expertos en calidad, y por último el significado y los usos específicos de la calidad en el software.

2.1.1 Enfoque Popular de la Calidad

El punto de vista popular con respecto a la calidad es que ésta es un atributo intangible, puede ser discutida, juzgada e incluso se puede sentir, pero no puede ser medida ni pesada. Términos tales como *buena calidad*, *mala calidad*, y *calidad de vida*, ejemplifican perfectamente el como las personas hablan de algo muy vago y que no tienen ninguna intención por definir, todo esto refleja que la gente percibe e interpreta la calidad de formas muy distintas.

Esto implica que la calidad no puede ser controlada, administrada, y mucho menos cuantificada, lo cual contrasta completamente con el enfoque profesional, ya que éste dice

que la calidad se puede y debe ser definida operacionalmente, medida, monitoreada, administrada y perfeccionada.

Otro enfoque popular es que la calidad implica lujo, clase y gusto; muchos productos complejos, elaborados y caros son pensados como que ofrecen una mayor calidad que los otros más modestos. Es por eso que un Cadillac es un auto con calidad y un Chevy no lo es, independientemente de la confiabilidad y la cantidad de reparaciones que se le tengan que hacer. De acuerdo con este enfoque, la calidad esta restringida a productos costosos de clase limitada y con funcionalidad sofisticada, y los productos simples y baratos difícilmente pueden ser clasificados como productos con calidad.

2.1.2 Enfoque Profesional de la Calidad

El concepto equivocado de calidad desde el punto de vista popular, no le ayuda en nada a las empresas para su esfuerzo de mejoramiento continuo de la calidad, y es por eso que el término de calidad debe de ser descrito de una forma factible. Existen dos términos que han sido adoptados por muchos profesionales para definir la calidad, el primero es de Crosby (1979) quien define a la calidad como “conformidad a los requisitos” y el segundo es de Juran y Gryna (1970) que la definen como “adaptabilidad para el uso” [Kan, 2002]. Estas dos definiciones se relacionan y son consistentes entre sí, tal como veremos a continuación:

- “Conformidad a los requisitos” implica que los requisitos tienen que estar bien definidos para que no puedan ser malinterpretados, es por eso que mientras los procesos de producción y desarrollo se llevan a cabo, se van tomando medidas

regularmente para determinar que estos requisitos se están llevando a cabo de acuerdo a lo pre-establecido [Kan, 2002]. Regresando al ejemplo de los dos autos, si un Cadillac se alinea a todos los requisitos establecidos por la compañía, entonces es un auto de calidad, de la misma forma, si un Chevy se alinea a todos los requisitos de la Chevrolet, es entonces también un auto de calidad. No importa que los dos autos sean completamente distintos en estilo, desempeño y economía, si ambos alcanzan los estándares fijados por ellos mismos, entonces ambos son autos de calidad.

- La definición “adaptabilidad para el uso” toma mucho en cuenta a las expectativas y requisitos de los clientes, lo cual incluye si es que el producto o servicio se adapta para su uso. Debido a que diferentes clientes pueden utilizar el mismo producto en formas distintas, los productos deben poseer múltiples elementos adaptables para su uso. De acuerdo con Juran, cada uno de estos elementos es una característica de calidad, y todos ellos pueden ser clasificados en categorías llamadas parámetros de la adaptabilidad para el uso, de los cuales los más importantes son *calidad del diseño* y *calidad de conformidad* [Kan, 2002].

Las dos definiciones de calidad que acabamos de ver son casi similares, la única diferencia es que en el concepto de adaptabilidad para el uso se le da un papel más importante a los requisitos y expectativas de los clientes.

Debido a la existencia de los dos enfoques de calidad (popular y profesional), la definición correcta de calidad debe consistir de dos niveles: el primero es la calidad esencial de un producto, que comúnmente está delimitada por los defectos y la confiabilidad del producto, comúnmente se refieren a esta definición como la “*q* pequeña” (*q* proviene del término en inglés quality); y el segundo nivel incluye la calidad del producto, la calidad de los procesos y la satisfacción del cliente, refiriéndose a ésta como la “*Q* grande.” Esta definición de los dos niveles de calidad es usada en muchas industrias, incluyendo la automotriz, la computacional (software y hardware) y la de aparatos eléctricos [Kan, 2002].

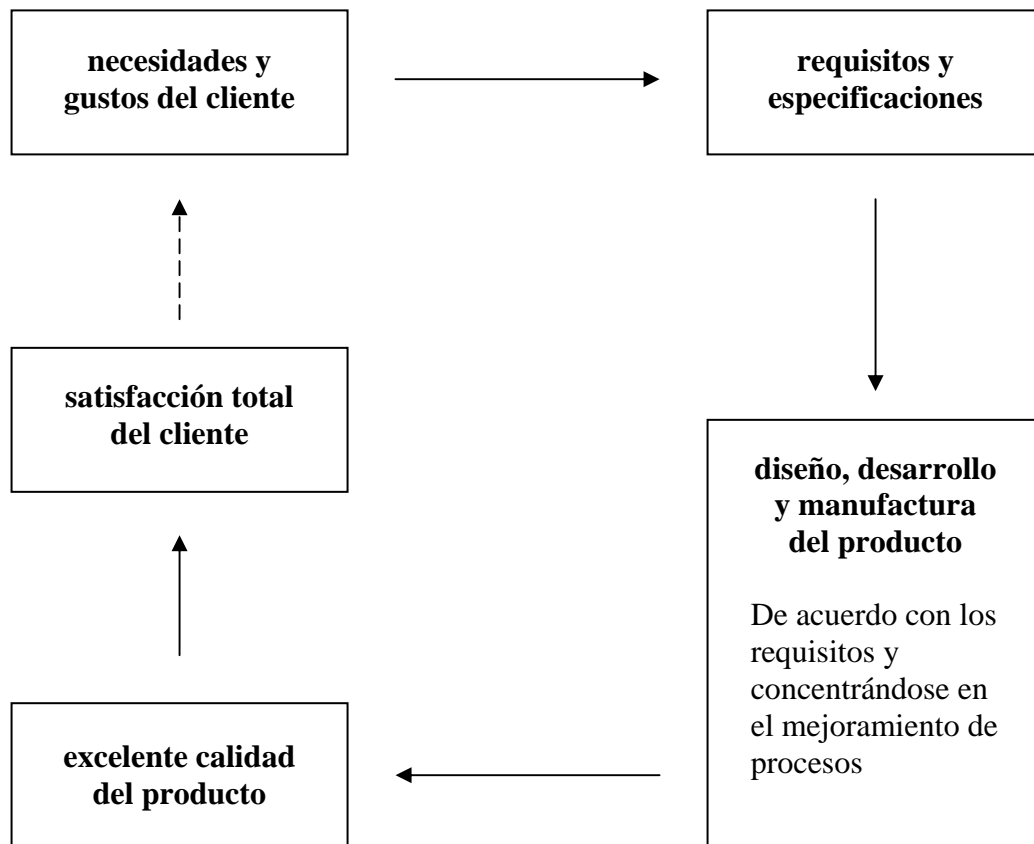


Figura 2.1. Ciclo del concepto de la calidad de dos niveles [Kan, 2002].

2.1.3 Tendencias de la Calidad y el enfoque TQM

La tendencia de la calidad no siempre ha existido, realmente todo comenzó a principios de los años cincuentas con el trabajo de W. Edwards Deming, cuando los japoneses al perder la guerra le pidieron que los ayudara a mejorar su economía fuertemente dañada por la guerra, e implementando los principios de Deming los japoneses desarrollaron un enfoque sistemático para la eliminación de las causas raíz de defectos en los productos, experimentando así un dramático crecimiento económico. Cuando los Estados Unidos empezaron a notar una reducción significativa en sus acciones en el mercado mundial con respecto a Japón, las empresas Norteamericanas redescubrieron el trabajo de Deming y así emigró al mundo occidental en donde tomó el nombre de Total Quality Management o TQM [Deming, 1986].

Aunque muchas veces la terminología es diferente dependiendo del autor y del país, los fundamentos esenciales de cualquier programa de TQM se encuentran en una progresión básica de los siguientes cuatro pasos [Pressman, 2002]:

- El primero se llama *kaizen* y se refiere a un sistema de mejora continua de los procesos y su objetivo es desarrollar un proceso que sea visible, repetible y que se pueda medir.
- El segundo paso que se llama *atarimae hinshitsu* solamente se puede comenzar una vez logrado el anterior, en donde examina lo intangible que afecta al proceso y trabaja para optimizar su impacto en el proceso. Por ejemplo, el

proceso de software se puede ver afectado por la alta rotación de personal en una compañía debido a sus reorganizaciones, lo que haría *atarimae hinshitsu* es sugerir a la administración de la compañía cambios en la forma en la que ocurre esta reorganización.

- El siguiente paso llamado *kansei* (traducido como “los cinco sentidos”) se centra en el usuario del producto. En esencia lo que hace *kansei* es examinar la forma en la que el usuario utiliza el producto, conduciendo así a la mejora en el producto mismo y potencialmente al proceso que lo creó.
- Finalmente el paso llamado *miryokuteki hinshitsu* amplía la preocupación de la administración más allá del producto inmediato.. En el mundo de software se podría ver como un intento de detectar productos nuevos, o aplicaciones que sean una extensión de un sistema ya existente basado en computadora.

Desde los años 80's varias compañías de Estados Unidos han adoptado el enfoque de calidad del TQM, así como también la adopción del ISO 9000 como el estándar para la administración de la calidad por la comunidad Europea. La aceptación de dichos estándares por el sector privado norteamericano, demuestran firmemente la importancia de la filosofía de la calidad en los ambientes de negocios de hoy en día. Dentro de la industria de la electrónica y de la computación existen varios ejemplos de implementaciones exitosas del TQM, tales como el *Total Quality Control* (TQC) de Hewlett-Packard, el *Six Sigma Strategy* de Motorola y el *Market Driven Quality* de IBM, por mencionar algunos.

Pero a pesar de sus variaciones en las implementaciones, los elementos claves de un sistema basado en TQM pueden ser resumidos de la siguiente forma [Kan, 2002]:

- **Enfoque al cliente:** El objetivo es lograr la satisfacción total del cliente, lo cual incluye estudiar los deseos y necesidades del cliente, reunir los requisitos de los clientes, y por último, medir y administrar la satisfacción de los clientes.
- **Procesos:** El objetivo es reducir la variación de los procesos y conseguir un mejoramiento continuo de los mismos. Este elemento incluye tanto a los procesos de negocios, como a los procesos de desarrollo del producto. A través del mejoramiento de procesos la calidad del producto se incrementará.
- **El lado humano de la calidad:** Su objetivo es crear una cultura empresarial de calidad. Las áreas en las que se enfoca incluyen liderazgo, compromiso administrativo, participación total, fortalecimiento del empleado, y otros factores sociales, psicológicos y humanos.
- **Análisis y medición:** El objetivo es llevar al mejoramiento continuo en todos los parámetros de calidad, por medio del sistema de medición orientado a metas.

Aun más, cualquier organización que implementa TQM, debe de tener un buen liderazgo por parte de sus ejecutivos, se tiene que concentrar en su infraestructura, capacitación y educación continua, y debe de poder realizar planeaciones de calidad estratégicas.

La Figura 2.2 es una representación de los elementos claves del TQM, en donde claramente se puede ver que el análisis, las métricas y los modelos son los elementos fundamentales para lograr el mejoramiento continuo.

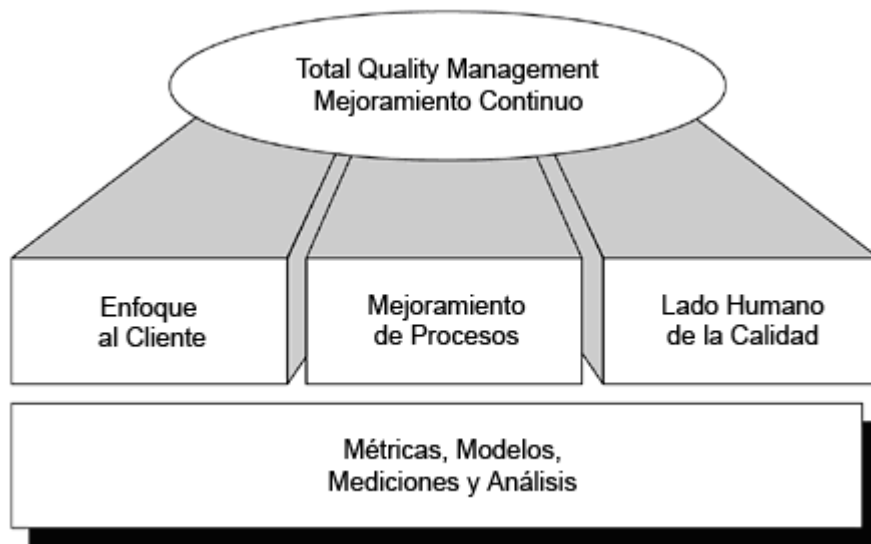


Figura 2.2 Elementos Clave del TQM [Kan, 2002].

Varios marcos de trabajo se han propuesto por diversas organizaciones para mejorar la calidad implementando la filosofía de TQM. A continuación se muestran algunos ejemplos específicos junto con sus autores responsables:

- ***Plan-Do-Check-Act*** (Deming, 1986; Shewhart, 1931)
- ***Quality Improvement Paradigm / Experience Factory Organization*** (Basili, 1985, 1989; Basili and Rombach, 1987, 1988; Basili et al., 1992)
- ***Lean Enterprise Management*** (Womack et al., 1990).
- ***Capability Maturity Model*** del Software Engineering Institute (SEI) (Humphrey, 1989; Radice et al., 1985)

2.1.4 Calidad de Software

Esta parte puede ser muy extensa, debido a que existen demasiadas metodologías y métricas para medir la calidad de software. Dado que no es parte esencial de esta investigación, no se va a profundizar en el tema, pero si el lector lo cree necesario, puede consultar los trabajos de García (2002), Kan (2002), y otros.

Dentro del desarrollo del software, la calidad del producto visto desde el punto de vista popular, se traduce a que un programa no tenga errores o “*bugs*.” Así como también aplica para la definición de conformidad de requisitos, porque si el software contiene demasiados defectos funcionales, el requisito básico de proveer la función deseada no se va a cumplir. Esta definición usualmente se expresa en dos formas: índice de defectos (por ejemplo, número de errores por líneas de código, por puntos de función, etc.) y por confiabilidad (número de fallas por n horas de trabajo, o la probabilidad de operación sin errores en un tiempo determinado). Y por último, la satisfacción del cliente usualmente se mide por el porcentaje satisfecho o no satisfecho [Kan, 2002]. Todos estos atributos son los parámetros de calidad que como ya anteriormente se había dicho, Juran y Gryna les llama parámetros de *adaptabilidad para el uso*.

Para incrementar la satisfacción general del cliente, los atributos de calidad se deben de tomar en cuenta en la planeación y diseño del software, sin embargo, estos atributos de calidad no siempre son congruentes entre sí. Por ejemplo, mientras más alta sea la complejidad funcional del software, más difícil es conseguir la facilidad de

mantenimiento⁴, así como también dependiendo del tipo de software y de clientes, distintos factores de peso serán necesarios para los diferentes atributos de calidad. Entonces, para clientes muy grandes que tengan redes muy sofisticadas y que manejen procesamiento en tiempo real, el desempeño y la confiabilidad puede que sean sus atributos más importantes.

2.2 Mejoramiento de Procesos

Siguiendo la filosofía japonesa, para la mayoría de las compañías, *kaizen* debería ser la preocupación inmediata. Hasta que se haya logrado un proceso de software avanzado, no hay muchos argumentos para seguir con los pasos siguientes [Pressman, 2002].

Es por eso que la mejora continua de los procesos es tan importante para todos, pero antes de seguir, hay que definir lo que es el mejoramiento de procesos. Y realmente no es otra cosa más que el análisis y el rediseño de procesos para eliminar poco a poco los problemas e ineficiencias organizacionales, por medio de la mejora de uno o dos procesos cada vez [Powers, 2001].

El mejoramiento de procesos se hace a un nivel operacional (al contrario de la reingeniería radical que es a nivel estratégico) y se lleva acabo principalmente por la gente que está envuelta en los procesos mismos. El incremento gradual del mejoramiento de procesos se traduce en pequeños éxitos, lo cual motiva al equipo de trabajo a continuar.

⁴ **facilidad de mantenimiento:** del término en inglés “maintainability”.

Por otro lado, en caso de que ocurra algún fracaso, existe un potencial mucho menor de que realice un daño importante, debido a que la meta está limitada a uno o dos procesos.

Otra forma en la que el mejoramiento de procesos ayuda a una compañía, es cuando permite que la gente se de cuenta de los beneficios de la calidad y del desempeño empresarial, uniéndolos más para llegar a una meta común. Puede estimular la moral de los empleados e inspirarlos a buscar formas innovadoras para vencer los retos que se les presentan.

Según LCPowers estos son los 10 mejores consejos para el mejoramiento de los procesos en una empresa [Powers, 2001]:

- Empezar con procesos no estratégicos en donde se tenga la autoridad suficiente para llevar a cabo los cambios propuestos.
- Armar un equipo de mejoramiento de procesos, el cual contenga todas las habilidades y experiencia necesaria.
- Poner expectativas realistas.
- Empezar con cambios pequeños para ganar experiencia y confianza.
- No sobreponer la tecnología esperando que ésta resuelva los problemas por sí misma.
- Utilizar la tecnología para ayudar a implementar esfuerzos necesarios para mejorar los procesos.
- No rendirse.

- Asegurarse que se cuentan con los recursos suficientes para realizar el trabajo.
- Considerar el incorporar a una persona ajena que no esté involucrada en el proceso de mejoramiento (como un consultor o alguna otra persona de la compañía), para que pueda aportar ideas nuevas.
- Obtener el respaldo de los directivos.

2.2.1 El Principio de Alineación

Comúnmente los *administradores de proyectos* proponen a sus clientes lo siguiente antes de iniciar un proyecto: “Más rápido, mejor, o más barato... seleccione solamente dos.” Lo que realmente quieren decir es que si el cliente demanda un producto con una alta calidad, en el menor tiempo posible, ellos se reservan el derecho de imponer el precio, por otro lado, si el cliente prefiere un producto barato en el menor tiempo posible, es muy posiblemente que tenga problemas de calidad (comúnmente se les llama “funciones indocumentadas”). El punto es que la solución solamente puede contener a dos de las tres dimensiones y siempre debe de existir una variable independiente.

El principio de alineación requiere que se lleve este concepto un paso más allá, de tal forma que se le pregunte a los directivos de la empresa, “Más rápido, mejor, o más barato... seleccione solamente uno.” debido a que ellos tienen los fondos necesarios y autoridad suficiente para mejorar o despedir a los integrantes del equipo, sin embargo se pueden hacer preguntas como éstas [Kan, 2002]:

- ¿Cuales son las necesidades de más importancia en nuestro mercado?
- ¿Que es lo que nos da una ventaja competitiva en las mentes de nuestros clientes?
- ¿Porqué nuestros clientes potenciales siguen comprando productos de nuestra competencia?

Resulta obvio que si la empresa se dedica a fabricar marcapasos, la calidad es el atributo primordial que se tiene que maximizar. Es por eso que esta empresa estará dispuesta a sacrificar un poco de tiempo y costo para reducir la cantidad de defectos reportados en su producto, especialmente por los parientes de sus difuntos clientes.

Es por eso que las respuestas a las preguntas anteriores, son la pieza más importante para la planeación del programa de mejoramiento de procesos, porque es el fundamento del principio de alineación, en otras palabras, este principio se puede definir como las necesidades estratégicas de negocios más importantes las cuales son respaldadas por la implementación táctica de los elementos de proceso mejorados [Kan, 2002]. Las decisiones estratégicas son la responsabilidad del cuerpo directivo, mientras que los planes tácticos son generados y llevados a cabo por el personal de la organización, pero basado en éstas decisiones.

2.2.2 Grupo de Procesos de Ingeniería de Software (SEPG)

Muchas organizaciones que siguen un enfoque basado en modelos para el mejoramiento de procesos, designan un equipo de trabajo para que dirija el proyecto de mejoramiento, al cual comúnmente se le denomina como Grupo de Procesos de Ingeniería de Software (SEPG por sus siglas en inglés). Cuando se trabaja bajo las órdenes de los miembros directivos de una empresa, el SEPG es el responsable de documentar, poner en marcha, y mejorar los procesos sugeridos por el modelo correspondiente.

Como ejemplo, hay que imaginarnos que hace seis meses el miembro directivo de tu área de desarrollo de software le pidió al SPEG, que tenían que alcanzar el nivel 2 de madurez del CMMI durante el transcurso del siguiente año. Los miembros del SPEG lo que han hecho es invertir gran parte del tiempo y de los esfuerzos (algunos podrían decir que demasiado), en generar todas las políticas, procedimientos, templates, medidas, listas y material de entrenamiento necesario para lleva acabo esta encomienda, pero ahora están teniendo problemas para hacer que los proyectos que ya se estaban desarrollando anteriormente, adopten cualquiera de estos nuevos elementos del proceso.

Es por eso que siendo miembros responsables y prudentes del equipo, le piden apoyo al director y éste elocuentemente le recuerda a todo el personal de lo importante que es cumplir con el objetivo establecido de alcanzar el nivel de madurez propuesto por la compañía, y los estimula a ser más cooperativos para que ayuden a la empresa a conseguir este honor tan distintivo. El director también da instrucciones precisas al personal

encargado de la calidad del software de ser más agresivos al explicar el valor tan importante de todo este asunto nuevo de los procesos y en identificar las desviaciones posibles que están deteniendo el mejoramiento. Pero finalmente que es lo que pasa, pues que realmente nada cambia, las cualidades posibles del proceso siguen acumulando polvo y la frustración del SEPG continúa.

Es entonces cuando surge la pregunta del porque los equipos de proyectos se comportan de una manera tan difícil y como le puede hacer el SEPG para lograr el nivel 2 de madurez si ellos no cooperan y siguen el programa. ¿Por qué no quieren ayudar al SPEG a tener éxito?

Antes que nada hay que analizar objetivamente el porque la empresa esta realizando un mejoramiento de procesos, realmente no lo están haciendo para “alcanzar el nivel 2 de madurez”; sino más bien lo están haciendo para *mejorar*. Es por eso que no se debería forzar a los proyectos a cumplir con el montón de burocracia administrativa para poder acomodar al CMMI; lo que se debe de hacer es explotar al CMMI para que ayude a los proyectos a tener éxito.

Cuando se presentan problemas así, solamente pueden existir dos escenarios distintos, y se deberá definir cual se prefiere

- A. La empresa es certificada con el nivel 2 de madurez del CMMI, pero los proyectos no alcanzan ningún mejoramiento palpable.

B. Los proyectos alcanzan un mejoramiento, pero la empresa no consigue el nivel 2 de madurez

A menos de que existan razones de negocios que obliguen a alcanzar un nivel particular de CMMI (como por ejemplo si los clientes no permiten que se ofrezcan los servicios de la compañía a menos de que se esté certificado como empresa del nivel 2 de madurez), si tu respuesta fue la A, entonces probablemente ya llevas demasiado tiempo dentro de la organización de la “calidad.”

Por el otro lado, si el SEPG continúa ayudando a que los proyectos tengan éxito, la importancia de éste será reconocida por los demás y el grupo podrá vencer la gran resistencia natural que se opone al cambio.

Aún más, si los proyectos continúan demostrando un mejoramiento continuo, el nivel de CMMI tarde o temprano llegará. Hay que recordar que el utilizar los modelos del CMMI no es otra cosa más que una táctica para alcanzar una estrategia de negocios de alto nivel, a través de la ejecución de proyectos exitosos [Chrissis, 2003].

De esta forma el SEPG estará siempre ayudando a que los proyectos obtengan un mayor éxito, y los miembros de los equipos de proyectos ahora pueden conocer que es lo más importante para los directores. Cuando el SEPG dirige un nuevo elemento de proceso que ha demostrado una importante reducción en defectos, los proyectos estarán siempre ansiosos por implantar y adoptar esta mejora. En vez de forzar a los proyectos a que

utilicen elementos de procesos en los cuales apenas si se percibe alguna mejora, el Principio de Alineación guía al SEPG a proveer los servicios que demuestran beneficios cuantificables, de esta forma el SEPG y los proyectos son alineados [Kan, 2002].

2.3 Modelo de Capacidad de Madurez Integrado (CMMI®)

2.3.1 Introducción

Las compañías de hoy en día quieren entregar productos cada vez más rápido, mejor, y más baratos, y al mismo tiempo están haciendo estos productos cada vez más complejos. Debido a esto, usualmente una sola compañía no desarrolla todos los componentes que integran a un producto, sino que algunos los adquiere de un tercero, y después todos los integra para formar el producto final. Entonces las organizaciones deben de ser capaces de administrar y controlar este complejo desarrollo y mantenimiento de los productos.

Por otro lado muchas compañías se encuentran envueltas dentro del negocio del software. Empresas como instituciones financieras, fabricantes de autos, aseguradoras, etc., se han dado cuenta que muchas de sus ganancias dependen del software, y es el software mismo el que las diferencia de su competencia. En esencia, estas organizaciones son desarrolladores de productos que necesitan encontrar una forma de manejar un enfoque

integrado para su software y su ingeniería en sistemas, como parte para alcanzar sus objetivos de negocios [Chrissis, 2003].

Para ayudar a las empresas a conseguir estos objetivos, existen en el mercado estándares, metodologías y modelos de madurez. Sin embargo, muchos de los enfoques de mejoramiento disponibles se concentran en una parte específica de los negocios y no toman un enfoque sistemático a los problemas que se están enfrentando muchas empresas. Por ejemplo, existen muchos modelos de madurez disponibles tales como el *Capability Maturity Model[®] for Software (SW-CMM[®])* del SEI, que se enfoca en mejorar solamente el software, o el *Systems Engineering Capability Model (SECM)* del EIA's⁵ que se enfoca únicamente a la ingeniería en sistemas, con lo cual desafortunadamente estos modelos han fortalecido las barreras que evitan el mejoramiento global de la empresa.

Aunque estos modelos han sido útiles a muchas organizaciones, el uso de múltiples modelos ha sido muy problemático, muchas organizaciones les gustaría concentrar sus esfuerzos de mejoramiento a través de todas sus disciplinas, pero las diferencias entre esos modelos desde su arquitectura, contenido, y metodología, han limitado a estas compañías la habilidad de concentrar exitosamente sus mejoramientos. Más aún, al aplicar varios modelos que no están integrados unos con otros dentro de una misma organización, es muy costoso en términos de entrenamiento, evaluaciones y actividades de mejoramiento.

El Modelo de Capacidad de Madurez Integrado (CMMI) proporciona una buena oportunidad para evitar y eliminar estas barreras a través de modelos integrados que

⁵ **EIA's**: Electronic Industries Alliance's

trascienden a las disciplinas. Los modelos del CMMI consisten en las mejores prácticas que están dirigidas al desarrollo y mantenimiento del producto, y se dirige también a las prácticas que cubren el ciclo de vida del producto, desde su concepción, la entrega y el mantenimiento. Existe un énfasis tanto en la ingeniería en sistemas, como en la ingeniería de software y en la integración necesaria para construir y mantener el producto total [SEI, 2002].

2.3.1 Bases de los Modelos de Capacidad de Madurez

Los procesos que se usan en las organizaciones son los responsables de mantener todo funcionando, los procesos permiten formalizar la manera en como se realizan los negocios, permiten identificar el crecimiento y proveen de la forma correcta de como incorporar el conocimiento para hacer las cosas mejor, también permiten explotar los recursos para examinar nuevas tendencias de negocios [Chrissis, 2003].

El SEI ha encontrado tres dimensiones en las que una organización se puede concentrar para mejorar sus negocios. La Figura 2.3 demuestra la importancia de los procesos junto con la relación que existe entre las tres dimensiones críticas: la gente, los métodos y procedimientos y las herramientas y equipo.

Tal como ya se mencionó anteriormente, los procesos ayudan a la fuerza de trabajo de una organización a llegar a sus metas de negocios, ayudándolos a trabajar de manera más inteligente y con una mejor consistencia, en vez de trabajar de más.

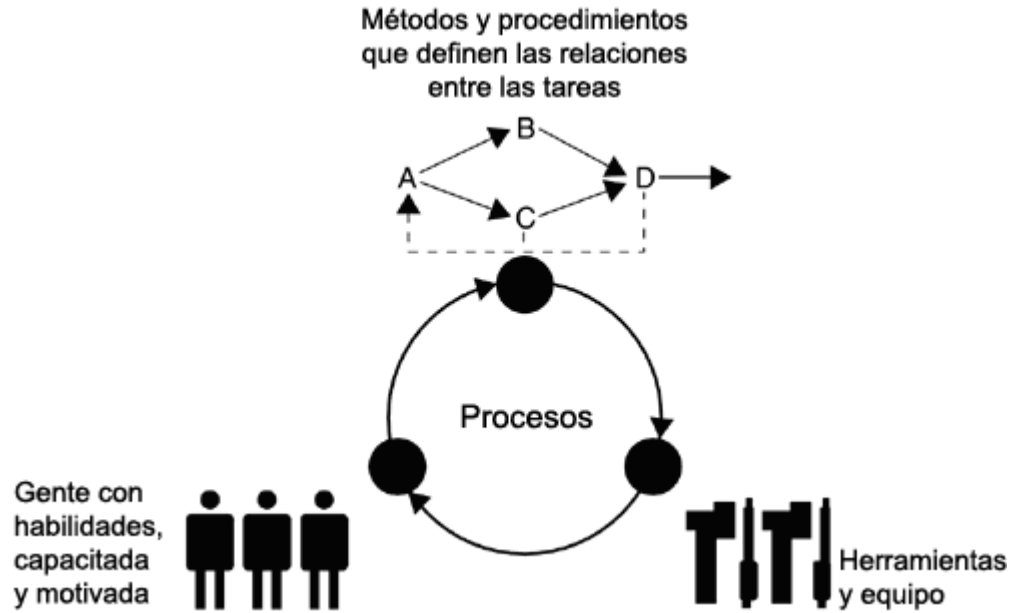


Figura 2.3 Las tres dimensiones críticas [Chrissis, 2003].

Esto no quiere decir que la gente y la tecnología no son importantes, vivimos en un mundo en donde la tecnología avanza a pasos agigantados, así como también la gente trabaja para varias compañías a lo largo de su carrera, es decir, vivimos en un mundo dinámico. Es por eso que un enfoque a los procesos provee la infraestructura necesaria para lidiar con un mundo como el nuestro, maximizando el personal y la tecnología para ser más competitivos.

La empresa manufacturera desde hace mucho tiempo ha reconocido la importancia de la calidad de los procesos y la eficiencia de estos mismos. Tener procesos efectivos proveen una forma de introducir y utilizar nueva tecnología a una organización, de tal manera que la ayude a alcanzar sus objetivos de negocios [Chrissis, 2003].

Todo empezó en los años 30's, cuando Walter Shewhart comenzó su trabajo en mejoramiento de procesos con sus principios de control de calidad estadístico, los cuales fueron refinados tiempo después por W. Edwards Deming y Joseph Juran para crear la filosofía del TQM. Con el paso de los años, Watts Humphrey, Ron Radice y otros extendieron estos principios aun más, y empezaron a aplicarlos al software en su trabajo en IBM y en el SEI. El libro de Humphrey *Managing the Software Process* [Humphrey, 1989] provee una descripción básica de los principios y conceptos en los cuales muchos de los modelos de capacidad de madurez están basados [Chrissis, 2003].

El SEI utilizó la premisa de la administración de procesos, la cual dice que “la calidad de un sistema o producto está altamente influenciada por la calidad de los procesos que son utilizados para desarrollarlos y mantenerlos,” y luego definió los modelos de capacidad de madurez para que representaran esta premisa [Dennis, 2003].

Los Modelos de Capacidad de Madurez (CMMs) se concentran en mejorar los procesos en una organización, contienen los elementos esenciales de procesos efectivos para una o más disciplinas y describen un camino de mejoramiento evolutivo desde proceso inmaduros y *ad hoc*, hasta procesos maduros y disciplinados con una calidad mejorada y una buena efectividad [Chrissis, 2003].

2.3.2 La Transformación del CMMI

El proyecto de Integración del CMM fue creado para resolver el problema de utilizar varios CMMs, y su misión fue combinar los siguientes tres modelos:

1. The Capability Maturity Model for Software (SW-CMM) v2.0 draft C
2. The Systems Engineering Capability Model (SECM)⁶
3. The Integrated Product Development Capability Maturity Model (IPD-CMM)v0.98

La Tabla 2.1 hace una relación de las disciplinas con los modelos base con los cuales se basa la concepción del CMMI.

<i>Disciplina del Modelo</i>	<i>Tipo de Representación</i>	<i>Modelo Base</i>
Software	Por Etapas	SW-CMM, versión 2(c)
Ingeniería en Sistemas	Continua	SECM ó EIA/IS 731
Producto Integrado y Desarrollo del Proceso	Híbrido	IPD-CMM, versión 0.98

Tabla 2.1 Modelos Base del CMMI [Dennis, 2003].

La combinación de estos modelos en un solo marco de trabajo fue pensada para su uso por organizaciones que se encontraban en la búsqueda de una mejora de procesos empresarial.

⁶ **SECM:** El Modelo de Capacidad de Ingeniería en Sistemas es conocido también como Electronic Industries Alliance 731 (EIA 731).

Se seleccionaron estos modelos debido a su gran adopción en las comunidades de software e ingeniería en sistemas, y también por sus diferentes metodologías para mejorar los procesos en una organización.

Utilizando la información de estos modelos tan populares como material de investigación, el equipo encargado de desarrollar el CMMI que se muestra en la Tabla 2.2 creó un conjunto consistente de modelos integrados que pueden ser adoptados por aquellos quienes actualmente están aplicando alguno de los modelos anteriores, así como también por aquellos que son nuevos con el concepto del CMM [Chrissis, 2003].

El CMMI es el sucesor oficial designado para sustituir a estos modelos. El SEI ha publicado una política para discontinuar al CMM y es por eso que las revisiones y mejoras hechas durante el desarrollo del supuesta versión 2.0 draft C del CMM, fueron capturadas e implementadas en el CMMI junto con mayores necesidades de mejora descubiertas desde 1997.

El Equipo del CMMI

Las siguientes organizaciones aportaron miembros para realizar el equipo de trabajo del CMMI: ADP Inc., AT&T Labs, BAE Systems, Boeing, Comarco Systems, Computer Sciences Corporation, Defense Logistics Agency, EER Systems, Ericsson Canada, Ernst and Young, General Dynamics, Harris Corporation, Honeywell, IBM, Institute for Defense Analyses, Integrated System Diagnostics, KPMG Consulting, Litton PRC, Lockheed Martin, MitoKen Solutions, Motorola, Northrop Grumman, Pacific Bell, Q-Labs, Raytheon, Rockwell Collins, Science Applications International Corporation, Siemens, Software Engineering Institute, Software Productivity Corporation, Sverdrup Corporation, TeraQuest, THALES, TRW, U.S. Federal Aviation Administration, U.S. National Reconnaissance Office, U.S. National Security Agency, U.S. Air Force, U.S. Army, and U.S. Navy.

Tabla 2.2 Equipo de trabajo del CMMI [Dennis, 2003].

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

El CMMI ha pasado por una extensa revisión de sus procesos, empezando con la versión 0.2 la cual fue revisada públicamente y se utilizó en algunas actividades piloto para poder hacerle las mejoras necesarias. Estas mejoras fueron aportadas por el público quien lo revisó, así como por compañías piloto a las que fue aplicado, y por algunos grupos de trabajo. El equipo de trabajo del CMMI evaluó más de 3,000 peticiones de cambios para crear el CMMI versión 1.0, poco tiempo después salió la versión 1.02 la cual contenía cambios mínimos. Como cualquier modelo o aplicación, las oportunidades de mejora siempre existen.

Después en la versión 1.1 se incorporaron mejoras guiadas por retroalimentación de empresas que ya estaban aplicando el modelo, en donde se propusieron más de 1500 cambios y cientos de comentarios como parte del proceso de control del cambio. Siendo optimistas, no se esperan más cambios significativos al CMMI versión 1.1 antes del 2004 [Chrissis, 2002].

La Tabla 2.3 nos muestra en resumen la historia de las versiones y eventos importantes en la concepción del CMMI.

Tabla 2.3 Hechos importantes de CMMI [Dennis, 2003].	
1997	CMMI iniciado por el Departamento de la Defensa de USA y NDIA
1998	Se llevó acabo la primera junta del equipo de trabajo
1999	Fue lanzado el concepto de las operaciones
	Se completó el primer piloto
2000	Se completaron pilotos adicionales
	CMMI-SE/SW versión 1.0 publicado para uso inicial
	CMMI-SE/SW/IPPD versión 1.0 publicado para uso inicial
	CMMI-SE/SW/IPPD/SS versión 1.0 publicado para ser piloto
2002	CMMI-SE/SW versión 1.1 publicación
	CMMI-SE/SW/IPPD versión 1.1 publicación
	CMMI-SE/SW/IPPD/SS versión 1.1 publicación
	CMMI-SW versión 1.1 publicación

2.3.3 Disciplinas o Áreas de Conocimiento

El objetivo del CMMI es proveer un CMM que cubra el desarrollo y mantenimiento del producto y del servicio, pero al mismo tiempo que cuente con un marco de trabajo flexible para que nuevas áreas de conocimiento sean añadidas en caso de ser necesario. Por el momento existen solamente cuatro áreas de conocimiento disponibles para la planeacion del mejoramiento de procesos:

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

A continuación se detallan cada una de estas disciplinas o áreas de conocimiento:

Ingeniería en Sistemas (SE)

Cubre el desarrollo de sistemas totales, en los que puede o no incluir software. Es donde los ingenieros en sistemas se concentran en transformar las necesidades y expectativas de los clientes en productos.

Ingeniería de Software (SW)

Cubre el desarrollo de sistemas de software, en donde los ingenieros de software se concentran en aplicar enfoques cuantificables, disciplinados y sistemáticos para el desarrollo, operación y mantenimiento del software.

Desarrollo de Procesos y Productos Integrados (IPPD)

Es un enfoque sistemático que logra una colaboración oportuna de accionistas a lo largo de la vida del producto para satisfacer los requisitos, necesidades y expectativas de los clientes. Los procesos que apoyan el enfoque de IPPD están integrados con otros procesos dentro de la empresa.

Suministro de Proveedores (SS)

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

2.3.4 Elección de la Disciplina Adecuada

Para elegir la disciplina adecuada, se necesita conocer que son las Áreas de Proceso (PAs) y los Componentes (metas y prácticas) los cuales están relacionados con cada PA y estos a su vez con cada disciplina.

Una Área de Proceso (PA) es un conjunto de las mejores prácticas dentro de un área, que cuando se implementan correctamente satisfacen una serie de metas importantes para poder tener una mejora significativa dentro de ésta área. Los Componentes son las metas y prácticas que dependen de cada área, éstas pueden ser generales o específicas; más adelante se detalla cada uno de estos componentes.

La Figura 2.4 nos ayuda para entender la estructura y organización del CMMI.

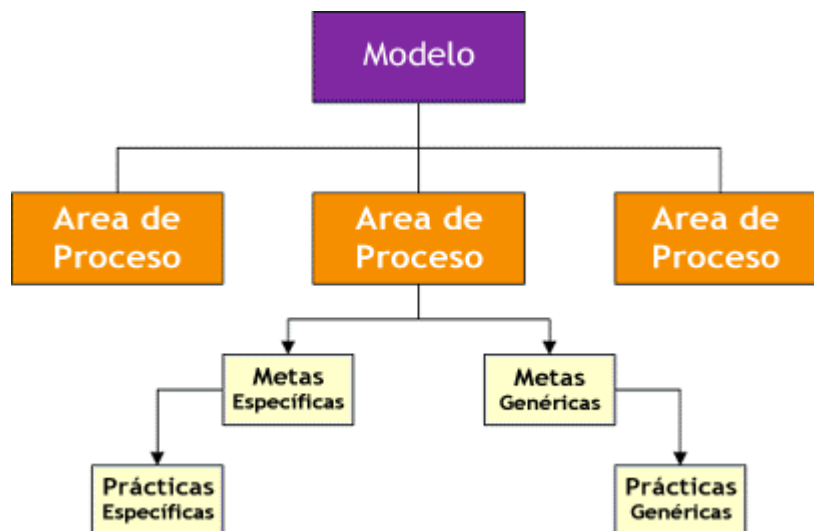


Figura 2.4 Estructura del CMMI [Domínguez, 2002] basada en [Chrissis, 2002].

EL CMMI tiene un total de 25 PAs las cuales están divididas en la 4 disciplinas: Dependiendo de los objetivos que se quieran lograr, se debe de seleccionar adecuadamente cuales son las necesarias. A continuación se dará una explicación general de cada disciplina mencionando las diferentes PAs que la representan.

Áreas de Proceso para la Ingeniería en Sistemas

Si se quiere mejorar en los procesos de ingeniería en sistemas, se tienen que seleccionar alguna de estas áreas de proceso:

- Análisis Causal y Resolución (Causal Analysis and Resolution)
- Configuración Administrativa (Configuration Management)
- Análisis de Decisión y Resolución (Decision Analysis and Resolution)
- Administración del Proyecto Integrado (Integrated Project Management)
- Medición y Análisis (Measurement and Analysis)
- Innovación Organizacional y Aplicación (Organizational Innovation and Deployment)
- Definición de Procesos Organizacionales (Organizational Process Definition)
- Enfoque de Procesos Organizacionales (Organizational Process Focus)
- Desempeño de Procesos Organizacionales (Organizational Process Performance)
- Capacitación Organizacional (Organizational Training)
- Integración del Producto (Product Integration)
- Monitoreo y Control del Proyecto (Project Monitoring and Control)
- Planeación del Proyecto (Project Planning)
- Garantía de Calidad del Producto y Proceso (Process and Product Quality Assurance)
- Administración Cuantitativa del Proyecto (Quantitative Project Management)
- Desarrollo de Requisitos (Requirements Development)
- Administración de Requisitos (Requirements Management)
- Administración de Riesgos (Risk Management)
- Administración de Acuerdos de Proveedores (Supplier Agreement Management)

- Soluciones Técnicas (Technical Solution)
- Validación (Validation)
- Verificación (Verification)

Áreas de Proceso para la Ingeniería de Software

Si se quiere mejorar los procesos de ingeniería de software, también se puede escoger de la lista anterior, solamente que la diferencia es que los componentes para ingeniería de software reciben un énfasis especial.

Áreas de Proceso para el Desarrollo de Procesos y Productos Integrados

Si se quiere mejorar dentro de esta área, se pueden escoger las mismas PAs listadas con anterioridad, más dos PAs adicionales que se refieren exclusivamente para esta disciplina, las cuales son:

- Equipos de Trabajo Integrados (Integrated Teaming)
- Ambiente Organizacional para la Integración (Organizational Environment for Integration)

Áreas de Proceso para el Suministro de Proveedores

Igual que en las anteriores, se pueden escoger de la misma lista, solo que con una adicional:

- Administración de Proveedores Integrados (Integrated Supplier Management)

En general la única distinción entre los modelos del CMMI para ingeniería en sistemas y ingeniería de software, es el tipo de componentes que se incluyen. La similitud en el material fue dada intencionalmente durante el desarrollo del CMMI, para que no existieran problemas de incompatibilidad e inconsistencias y todo pudiese funcionar con un enfoque integrado.

En el capítulo 3 se analizará con más detalle a las áreas de proceso y la forma en como están divididas por representación, así como sus componentes derivados.

2.3.5 Las dos Representaciones

La definición de *modelo de capacidad de madurez* permite que la comunidad pueda desarrollar modelos que cuenten con diferentes enfoques. Siempre y cuando el nuevo modelo contenga los elementos esenciales de procesos eficaces para una o más disciplinas, y que describa un camino evolutivo de mejoramiento de procesos inmaduros a disciplinados, podrá ser entonces considerado como CMM.

Todos los modelos base del CMMI son considerados modelos de capacidad de madurez; sin embargo cada uno tiene un enfoque distinto. La revisión cautelosa de cada modelo condujo al descubrimiento de dos tipos diferentes de enfoques, a los cuales se les dió el nombre de “representaciones.” [Chrissis, 2003]. Una representación refleja como una organización utiliza y presenta los componentes en un modelo.

Todos los modelos de capacidad de madurez tienen áreas de proceso las cuales están definidas por niveles. De los modelos base para la creación del CMMI, el SW-CMM utiliza el término Áreas de Proceso Claves (Key Process Areas), mientras que el SECM utiliza el término Áreas de Enfoque (Focus Areas); los otros dos modelos utilizan otros términos para referirse a este tipo de áreas de proceso. Dentro del CMMI existen dos tipos de representaciones, la representación por etapas (staged), y la representación continua (continuous).

La representación por etapas es el enfoque usado en el CMM de Software, el cual utiliza un conjunto predeterminado de áreas de procesos para definir un camino de mejoramiento en una empresa. Este camino está descrito por un componente del modelo llamado *niveles de madurez*. Un nivel de madurez es un camino evolutivo bien definido que su objetivo es la obtención del mejoramiento de procesos en una organización [SEI-1, 2002].

La representación continua es el enfoque utilizado por el SECM y el IPD-CMM, el cual permite que una empresa seleccione un área de proceso en específico, para mejorar a través de ella. La representación continua utiliza *niveles de capacidad* para demostrar el mejoramiento relativo a un área de proceso específica [SEI-2, 2002]..

El CMMI contiene ambas representaciones debido a la familiaridad que la gente tiene con los modelos base anteriores y también por la preocupación de que parte de la comunidad no adoptará al CMMI si es que se seleccionaba una representación en vez de la otra. Aunque esto añade complejidad al modelo, también proporciona una transición más fácil

hacia el CMMI para la gente que ya está acostumbrada a una u otra representación. De cualquier forma en el Capítulo 4 se encuentra un profundo análisis entre ambas representaciones.