

Capítulo 2 – Ideas generales de CMMI-SW

2.1 Introducción

El Capability Maturity Model Integration (en adelante CMMI), se compone de un conjunto de modelos, métodos de evaluación y cursos de formación para diseñar procesos efectivos (tiempo y costo), en distintos dominios (desarrollo de productos y servicios, adquisiciones y mantenimiento), dentro del ámbito de una organización.

Este modelo fue desarrollado por el Instituto de Ingeniería del Software de la Universidad Carnegie Mellon [29] (Software Engineering Institute, en adelante SEI), y publicado en su primera versión en enero de 2002.

2.2 Procesos

Un proceso es un conjunto de prácticas que se ejecutan con un propósito determinado, las cuales transforman entradas en salidas que son de valor para el cliente. El proceso puede incluir herramientas, métodos, materiales y/o personas [30].

Proceso es uno de los 3 puntos de apalancamiento de la mejora del desempeño de una organización. Para mejorar el desempeño, se pueden cambiar los procesos, las personas, la tecnología o una combinación de ellos.

2.3 Modelo de procesos

Un modelo de procesos es un conjunto estructurado de elementos que describen características de procesos efectivos y de calidad. Un modelo indica “Qué hacer”, no “Cómo hacer”, ni “Quién lo hace”. Un modelo proporciona:

- Un punto donde comenzar
- El beneficio de las experiencias pasadas de la comunidad participante
- Un lenguaje común y una visión compartida
- Un marco para priorizar acciones
- Una forma de definir lo que significa “mejora” para la organización

Los procesos incluidos en el “modelo de procesos” son aquellos que la experiencia ha demostrado que son efectivos [30].

2.4 CMM

CMM (Capability Maturity Model)[31] es un modelo desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Software – SEI de la Universidad Carnegie Mellon, basado en las mejores prácticas actuales de desarrollo de software. CMM es un marco para la mejora de procesos de software y para la evaluación de la madurez de las capacidades.

El modelo CMM aplica conceptos de gerencia de procesos, mejora de calidad al desarrollo y mantenimiento de software, y describe los estados a través de los cuales las organizaciones de software evolucionan a medida que definen, implementan, miden, controlan y mejoran sus procesos de software.

El modelo CMM puede ser abordado a través de dos [representaciones\(2.10\)](#), la escalonada y la continua, de las cuales hablaremos más adelante. Dentro de la representación por estados o escalonada, el modelo CMM aplica a la Organización niveles de madurez mediante los cuales se mide el avance de los procesos de la misma. El modelo define 5 niveles de madurez de una organización, como podemos ver en la siguiente tabla:

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

Nivel de madurez según la representación por estados

Tabla 1

El nivel 1 (inicial) le corresponde a aquellas organizaciones donde los procesos de desarrollo son informales y ad hoc.

El siguiente nivel, el 2 (repetible o administrado), se aplica a aquellas empresas donde las prácticas de gestión de proyectos están institucionalizadas. Donde se pueden repetir éxitos de proyectos pasados.

En el nivel 3 (definido), una organización tiene las prácticas técnicas integradas con el nivel de gestión y están institucionalizadas.

En el nivel 4 (controlado o administrado cuantitativamente) los productos y procesos de la organización están controlados cuantitativamente.

Finalmente en el nivel 5 (optimizado) las mejoras de los procesos están institucionalizadas en la organización.

2.5 Madurez vs. Inmadurez

En esta sección a través de la siguiente tabla mostraremos la comparación entre una organización madura y una inmadura:

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

Comparación entre Madurez e Inmadurez
Tabla 2

2.6 CMMI

CMMI(Capability Maturity Model Integration) es un conjunto de herramientas que ayudan a una organización a mejorar sus procesos de desarrollo de productos y servicios, adquisiciones y mantenimiento. El modelo CMMI ha evolucionado el concepto del Modelo CMM establecido para la maduración de la capacidad de Software, a un nivel que permite el crecimiento continuo y la expansión del concepto CMM para múltiples disciplinas, tales como SW-CMM[32], EIA/IS 731 [33], IPDCMM [34] y otros modelos de mejora de procesos.

La madurez de procesos es un indicador del potencial de crecimiento en capacidad de los procesos. La capacidad es el rango esperado a ser alcanzado por los procesos, y el rendimiento es el resultado real alcanzado por el proceso. Entonces podemos decir que el rendimiento de procesos pasados es un indicador de la capacidad de los procesos y que la capacidad de procesos es una predicción del rendimiento futuro de los procesos.

De la misma manera que el modelo CMM, el modelo CMMI tiene una [representación\(2.10\)](#) por estados de la cual hablaremos más adelante, que enfoca o mide la mejora de los procesos usando niveles de madurez.

2.7 Evolución de madurez de los procesos CMMI

Las Organizaciones en el camino hacia lograr la madurez de los procesos pasan por 5 niveles de maduración:

- **Nivel 1: Inicial** Procesos impredecibles, pobremente controlados y reactivos. El proceso de software se caracteriza como ad hoc y ocasionalmente caótico. Pocas actividades están definidas y el éxito de los proyectos depende del esfuerzo individual. Hay carencia de procedimientos formales, estimaciones de costos, planes del proyecto, mecanismos de administración para asegurar que los procedimientos se siguen.
- **Nivel 2: Administrado.** Procesos caracterizados en proyectos y acciones reactivas con frecuencia. Son establecidas las actividades básicas para la administración de proyectos de software para el seguimiento de costos, programación y funcionalidad. El éxito está en repetir prácticas que hicieron posible el éxito de proyectos anteriores, por lo tanto hay fortalezas cuando se

desarrollan procesos similares, y gran riesgo cuando se enfrentan nuevos desafíos.

Las áreas de proceso de nivel 2 son:

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

Nivel 3: Definido. Procesos caracterizados en la organización, y con acciones proactivas.

Las actividades del proceso de desarrollo de software para la administración e ingeniería están documentadas, estandarizadas e integradas en un proceso de software estándar para la organización.

Las áreas de proceso de nivel 3 son:

- Foco en los Procesos Organizacionales (OPF)
- Definición de Procesos Organizacionales (OPD)
- Entrenamiento Organizacional (OT)
- Desarrollo de Requerimientos (RD)
- Solución Técnica (TS)
- Integración de Productos (PI)
- Verificación (VER)
- Validación (VAL)
- Administración del Proyecto Integrado (IPM)
- Administración de Riesgos (RiskM)
- Equipo Integrado (IT)
- Ambiente Organizacional (OE)
- Análisis de Decisión y Resolución (DAR)

Nivel 4: Administrado cuantitativamente. Los procesos son medidos y controlados. Se registran medidas detalladas de las actividades del Proceso y calidad del Producto. El

proceso de desarrollo de software y el producto son entendidos cuantitativamente y controlados.

Las áreas de proceso de nivel 4 son:

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

Nivel 5: Optimizado. Enfoque continuo en la mejora de procesos.

Existe una mejora continua de las actividades, las que se logran a través de un feedback con estas áreas de procesos y también a partir de ideas innovadoras y tecnología. La recolección de datos es automatizada y usada para identificar elementos más débiles del proceso. Se hace un análisis riguroso de causas y prevención de defectos.

Las áreas de proceso de nivel 5 son:

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

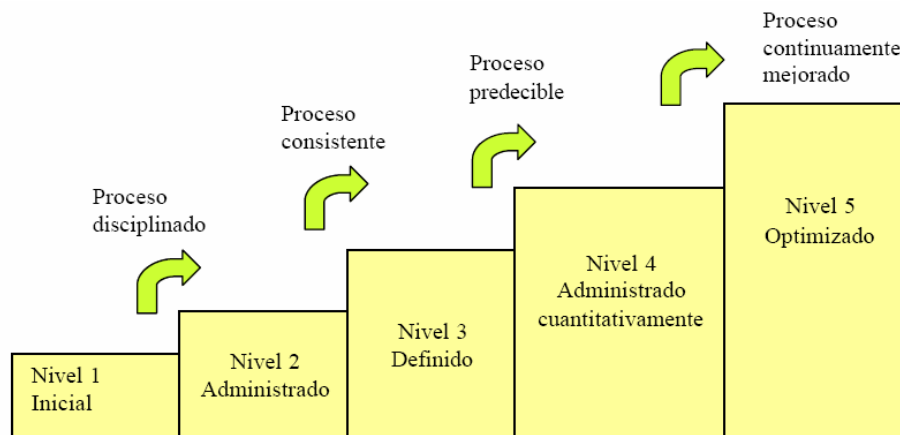


Gráfico Nro II,2. Evolución del proceso de madurez

Figura 1

2.8 Antecedentes

El modelo CMMI tiene los siguientes modelos como antecedentes de referencia:

- CMM-SW [32]: CMM para software
- P-CMM [35]: People CMM
- SA-CMM [36]: Software Acquisition CMM.
- SSE-CMM [37]: Security Systems Engineering CMM.
- SE-CMM [38]: Systems Engineering CMM.

- IPD-CMM [34]: Integrated Product Development CMM.

CMMI se desarrolló para facilitar y simplificar la adopción de varios modelos de forma simultánea, y su contenido integra y da relevo a la evolución de sus predecesores, como se muestra en la siguiente figura:

- CMM-SW (CMM for Software)
- SE-CMM (Systems Engineering Capability Maturity Model)
- IPD-CMM (Integrated Product Development)

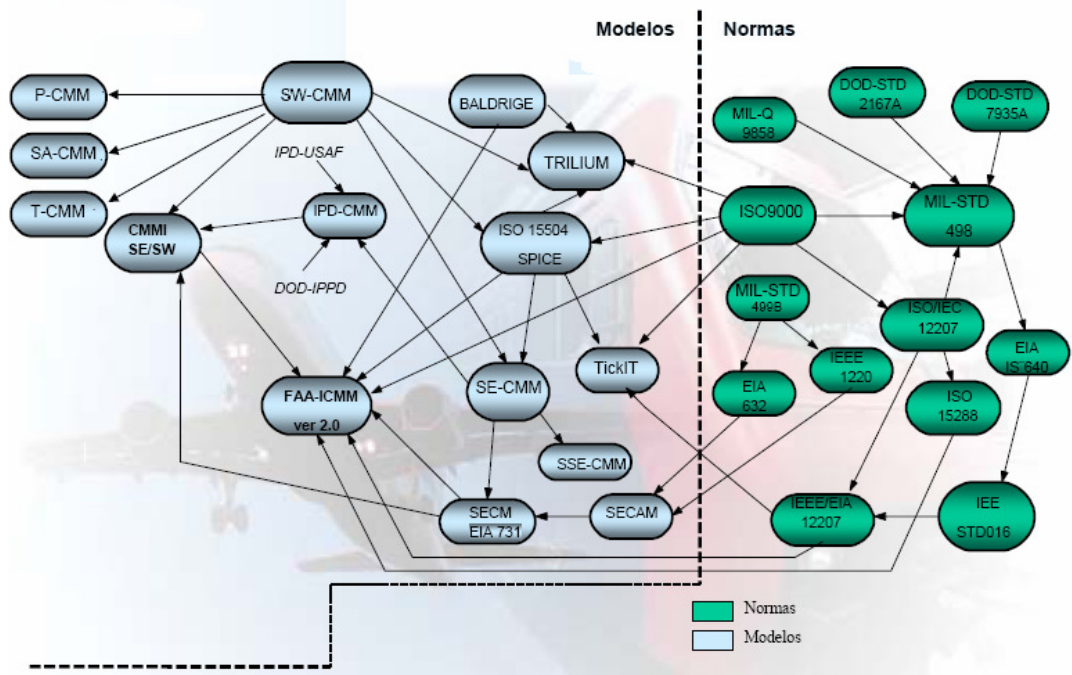


Figura 2: Modelos y normas relacionados con CMMI

2.9 Descripción del modelo

CMMI se compone de un conjunto de modelos, métodos de evaluación y cursos de formación para diseñar procesos efectivos (tiempo y costo), en distintos dominios (desarrollo de productos y servicios, adquisiciones y mantenimiento), dentro del ámbito de una organización.

El modelo CMMI declara el conjunto de prácticas que se deben llevar a cabo sin detallar la forma de implantarlas en cada empresa, y se estructura en un conjunto de

áreas de proceso, entendidas como el conjunto de prácticas relacionadas que son ejecutadas de forma conjunta para conseguir un conjunto de objetivos. Cada área de proceso se descompone en objetivos:

- **Objetivos genéricos:** asociados a un nivel de capacidad establecen lo que una organización debe alcanzar en ese nivel. El logro de cada uno de esos objetivos en un área de proceso significa mejorar el control en la ejecución del área de proceso
- **Objetivos específicos:** se aplican a una única área de proceso y localizan las particularidades que describen que se debe implementar para satisfacer el propósito del área de proceso.

Cada uno de estos objetivos se descomponen a su vez en prácticas:

- **Prácticas genéricas:** se aplican a cualquier área de proceso porque puede mejorar el funcionamiento y el control de cualquier proceso.
- **Prácticas específicas:** actividades que se consideran importantes en la realización del objetivo específico al cual está asociado. Las prácticas específicas describen las actividades esperadas para lograr la meta específica de un área de proceso

A partir de la versión 1.2 del modelo, se han creado las constelaciones de CMMI, como un conjunto de productos de trabajo que son relevantes para mejorar en un área de interés particular. En la actualidad existen tres constelaciones:

- **Desarrollo (CMMI for Development, CMMI-DEV [39]):** de aplicación para la creación de sistemas intensivos en software.
- **Adquisición (CMMI for Acquisition, CMMI-ACQ [40]):** para la creación de productos y servicios bajo la modalidad de subcontratación contractual.
- **Servicios (CMMI for Services, CMMI-SVC [41]):** para productos intangibles y que no se pueden almacenar (formación, mantenimiento, consultoría, soporte, etc.)

Las áreas de proceso que componen el modelo CMMI en su versión 1.2 son las siguientes:

- **CAR:** Causal Analysis and Resolution
- **CM:** Configuration Management
- **DAR:** Decision Analysis and Resolution

- **IPM:** Integrated Project Management +IPPD
- **MA:** Measurement and Analysis
- **OID:** Organizational Innovation and Deployment
- **OPD:** Organizational Process Definition +IPPD
- **OPF:** Organizacional Process Focus
- **OPP:** Organizational Process Performance
- **OT:** Organizational Training
- **PI:** Product Integration
- **PMC:** Project Monitoring and Control
- **PP:** Project Planning
- **PPQA:** Process and Product Quality Assurance
- **QPM:** Quantitative Project Management
- **RD:** Requirements Development
- **REQM:** Requirements Management
- **RSKM:** Risk Management
- **SAM:** Supplier Agreement Management
- **TS:** Technical Solution
- **VAL:** Validation
- **VER:** Verification

2.10 Representaciones

El modelo CMMI puede ser abordado en sus dos representaciones, la escalonada y la continua. La representación escalonada (staged) hace especial énfasis en el grado de madurez de los procesos, de forma que cada área de proceso se asocia a uno de los 5 niveles de madurez, que sirven como punto de referencia para conocer el grado de madurez total que posee una organización.

Estos cinco niveles reflejan el hecho de que CMMI es un modelo para la mejora de la capacidad de las organizaciones de software. Las prioridades en el modelo no están dirigidas hacia proyectos individuales sino a procesos que aporten valor a la organización en su conjunto.

Una organización alcanza un nivel de madurez determinado cuando ha puesto en práctica todas y cada una de las áreas de proceso aplicables a ese nivel y a los niveles

inferiores. Los diversos niveles de madurez de la representación escalonada quedan definidos en la siguiente tabla:

Nivel	Descripción
1 Inicial	El proceso de desarrollo de software está caracterizado como ‘ad hoc’, y en ocasiones puede ser incomprensible. Algunos procesos están definidos y el éxito depende de los esfuerzos a nivel de individuo.
2 Gestionado	Los procesos de gestión de proyectos están definidos de una manera básica para realizar el seguimiento de los costos, fechas y funcionalidad. El rigor en la definición de los procesos es el justo para poder repetir éxitos previos en proyectos de similares características.
3 Definido	El proceso de desarrollo de software para las actividades de gestión e ingeniería está documentado, estandarizado e integrado en el proceso estándar dentro de la organización. Todos los proyectos utilizan una versión estándar del proceso de desarrollo de software aprobado por la organización y adaptado a las necesidades del proyecto para desarrollo y mantenimiento del software.
4 Cuantitativamente Gestionado	Se recogen de forma detallada medidas de los procesos software y la calidad de los productos. Los procesos y productos software son entendidos cuantitativamente y controlados.
5 Optimizado	La mejora continua de procesos se basa en los resultados cuantitativos de la aplicación de innovaciones y tecnologías en los procesos ya establecidos.

Tabla 3: Niveles de la representación escalonada

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

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

En la representación continua las áreas de proceso se pueden agrupar en cuatro categorías generales: Gestión de Proyectos, Gestión de Procesos, Ingeniería y Soporte.

Resumiendo, en la representación escalonada se define, para cada nivel de madurez un conjunto de áreas de proceso. En la representación continua para cada una de las categorías de áreas de proceso se define el área a mejorar para alcanzar cierto nivel.

Nivel	5		Innovación y despliegue organizativo(OID).	Innovación y despliegue organizativo(OID). Análisis causal(CAR).	
	4	Gestión de proyectos cuantitativa(QPM).	Rendimiento de procesos organizativos(OPP).		
	3	Desarrollo de requerimientos(RD). Solución técnica(TS). Integración de producto(PI). Verificación(VER) Validación(VAL)	Gestión de proyecto integrada(IPM). Gestión de riesgos(RSKM).	Foco en proceso organizativo(OPF). Definición de proceso organizativo(OPD). Entrenamiento organizativo(OT).	Análisis de decisiones y soluciones(DAR).
	2	Gestión de Requerimientos(RM)	Planificación de Proyecto(PP). Seguimiento y control de Proyecto(PMC). Gestión de acuerdos con proveedores(SAM).		Gestión de la configuración(CM). Aseguramiento de la calidad de producto y proceso(PPQA). Medición y análisis(MA).
		Ingeniería	Gestión de Proyectos	Gestión de Procesos	Soporte

Tabla 4: Vista de la representación del modelo CMMI por nivel y categoría

Leyendo la tabla 4 de forma horizontal, tenemos la representación escalonada de CMMI, para cada nivel las áreas de proceso necesarias. Si miramos la tabla de manera vertical, tenemos la representación continua, cada categoría cuales son las áreas de proceso necesarias para un determinado nivel.

2.11 Por qué se aplica CMMI

Se aplica CMMI porque:

- Es un modelo que aplica estándares de calidad
- Provee un enfoque más efectivo e integrado a Ingeniería de Sistemas y de Software.
- Construye procesos desde un inicio, o sobre inversión previa usada con SW CMM.

- Provee un enlace o relación mas explícita entre la Gestión y la Ingeniería con los objetivos del negocio.
- Provee mayor visibilidad del ciclo de vida del producto; y las actividades de ingeniería ayudan a asegurar que los productos y servicios satisfacen las expectativas de los clientes.
- Incorpora lecciones aprendidas de otras áreas, de mejores prácticas e implanta prácticas de alta madurez más robustas.
- Incluye funciones organizacionales que son críticas para los productos y servicios.
- Soporta integración futura con otros modelos CMMI de disciplinas específicas.
- Muestra el camino a seguir en la gestión de proyectos, integrando de una manera ordenada los procesos y los productos.