

Investigación metodología CMMI para el desarrollo



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Integración de Aplicaciones y Procesos Empresariales

Francisco Joaquín Murcia Gómez

25 de febrero de 2022

Índice

1. Introducción	3
1.1. ¿Qué es?	3
1.2. Historia	3
2. Estructura del modelo	4
2.1. Áreas de Proceso	4
2.2. Componentes	5
2.2.1. Componentes Requeridos	5
2.2.2. Componentes Esperados	6
2.2.3. Componentes Informativos	6
3. Niveles de capacidad y madurez	7
3.1. Niveles de madurez.	7
3.2. Niveles de capacidad	7
3.2.1. Nivel de capacidad 0: Incompleto	8
3.2.2. Nivel de capacidad 1: Realizado	8
3.2.3. Nivel de capacidad 2: Gestionado	8
3.3. Nivel de capacidad 3: Definido	8
4. Trabajar con requisitos	9
4.1. Tasaciones	9
5. Gestionar el proyecto	10
5.1. PROJECT PLANNING GOALS (PP)	10
5.1.1. Establecer estimaciones	10
5.1.2. Desarrollar el plan	10
5.1.3. Obtener compromiso con el plan	10
5.2. PROJECT MONITORING GOALS (PMC)	10
5.2.1. Seguimiento contra el plan	10
5.2.2. Administrar las acciones correctivas para el cierre	11
5.3. RISK MANAGEMENT GOALS (RSKM)	11
5.3.1. Preparación para la gestión de riesgos	11
5.3.2. Identificar y analizar riesgos	11
5.3.3. Mitigar riesgos	11
5.4. SUPPLIER AGREEMENT MANAGEMENT GOALS (SAM)	11
5.4.1. Establecer acuerdos con proveedores	11
5.4.2. Satisfacer los acuerdos del proveedor	11
6. Beneficios de usar el modelo	12
Bibliografía	14

1. Introducción

1.1. ¿Qué es?

El CMMI son las siglas de “Capability Maturity Model Integration” que es un modelo de aseguramiento de la calidad que busca la mejora continua mediante el análisis y rediseño de la organización, es decir intenta incrementar el modelo de madurez. CMMI nos aporta qué prácticas son buenas pero no nos dice el cómo hay que implementarlas, está dividido en 3 ramas, CMMI para el desarrollo, CMMI para la adquisición y CMMI para servicios[1].

CMMI-DEV contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, la ingeniería de sistemas, de hardware, de software y otros procesos utilizados en el desarrollo y mantenimiento. Este modelo mejora los procesos de la organización permitiendo colateralmente aumentar el nivel de madurez de las empresas que lo emplean, mejorando así la competitividad de estas.

Actualmente, CMMI para el desarrollo está obsoleto, se usa la versión 2 de CMMI que agrupa las 3 ramas, en este portafolio nos centraremos en esta versión.

1.2. Historia

El departamento de defensa de los EEUU encargó a la universidad Carnegie Mellon en el 84 una solución para los problemas que tenía de rigor y control en sus proyectos software usados en defensa, ya que el 30 % de los se cancelaban, el 54 % excedían ampliamente costes y tiempo, y solo el 16 % de los proyectos finalizaba dentro del tiempo y coste previsto. Se creó el Software Engineering Institute (SEI) para que solucionara este problema.

”El SEI se lanzó con amparo del Departamento de Defensa de los EEUU, en una época, alrededor del 1984, cuando, a pesar de los portentosos avances de la informática, existía una crisis en la productividad y en la calidad de los productos de desarrollo del Software. Era la época cuando estaba en boga la llamada Calidad Total, tan bien practicada por los japoneses en la fabricación y la manufactura.

Se crearon modelos para el desarrollo de software inspirados en modelos similares en la fabricación, uno de los cuales es, en inglés, el “Capability Maturity Model” (CMM) para software, que se adoptó en las empresas proveedoras de sistemas para el Departamento de Defensa, y que también lo adoptaron otras muchas empresas comerciales. Se trataba de medir el estado de capacidad y madurez de los sistemas. Más tarde vino el CMMI, en inglés el “Capability Maturity Model Integration” en sus distintas versiones, y que se ha convertido en estándar de-facto mundialmente. Hoy, se aplica tanto a empresas grandes como a PYMEs. Estos modelos reconocen la importancia del proceso en el desarrollo y su gestión, así como el producto software en sí mismo.”

(Entrevista de Javier Garzas a Ángel Jordán, fundador del SEI [2])

El CMMI desde sus inicios en el año 2000 lo dirigía el SEI, pero desde 2016 lo gestiona el CMMI Institute que es una filial de ISACA, una asociación internacional que apoya y patrocina el desarrollo de metodologías y certificaciones para la realización de actividades de auditoría y control en sistemas de información. En 2018 se creó el CMMI v2 donde agrupa las 3 ramas vistas en el apartado anterior[3].

2. Estructura del modelo

La estructura del modelo CMMI se podría esquematizar en el siguiente esquema que se ira explicando a lo largo de este portafolio empleando una metodología top-dow.

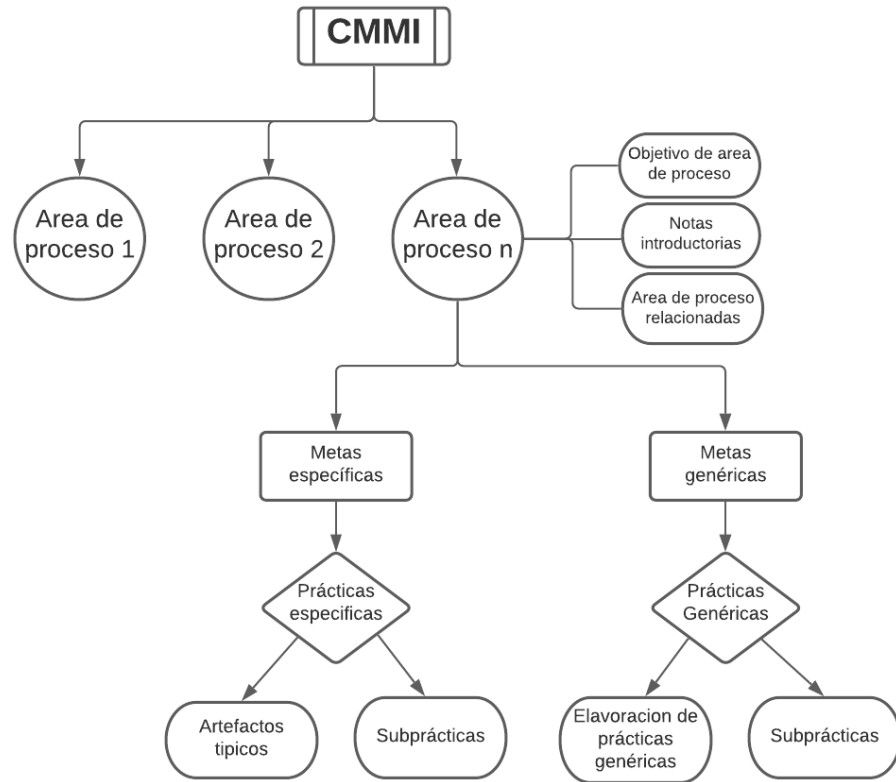


Figura 1: Estructura del modelo CMMI

2.1. Áreas de Proceso

En primer lugar, tenemos que saber que una área de proceso es un conjunto de prácticas relacionadas que cuando son implementadas colectivamente, satisfacen un conjunto objetivos considerados importantes para mejorar esa área de proceso. Las áreas de proceso del modelo son 22 de las cuales 16 son comunes a el resto de modelos de CMMI. Se agrupan de acuerdo a cuatro categorías: Administración de Procesos, Administración de Proyectos, Ingeniería y Soporte.

Área de proceso	Categoría	Nivel de Madurez
Análisis y Resolución Causales (CAR)	Soporte	5
Análisis y Resolución de Decisiones (DAR)	Soporte	3
Aseguramiento de la Calidad de Procesos y Productos (PPQA)	Soporte	2
Definición de Procesos Organizacionales + IPPD (OPD + IPPD)	Gestión de procesos	3
Desarrollo de Requerimientos (RD)	Ingeniería	3
Entrenamiento Organizacional (OT)	Gestión de procesos	3
Administración Cuantitativa de Proyectos (QPM)	Gestión de proyectos	3
Administración de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Ingeniería	2
Administración de Requerimientos (REQM)	Gestión de proyecto	3
Administración de Riesgos (RSKM)	Soporte	2
Administración de la Configuración (CM)	Gestión de proyectos	3
Administración Integral de Proyecto + IPD (IPM + IPPD)	Gestión de proyectos	3
Innovación y Despliegue Organizacional (OID)	Gestión de proceso	5
Integración de Producto (PI)	Ingeniería	3
Medición y Análisis (MA)	Soporte	2
Monitoreo y Control de Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2
Planificación de Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2
Procesos Orientados a las Organizacionales (OPF)	Gestión de procesos	3
Rendimiento de Procesos Organizacionales (OPP)	Gestión de procesos	4
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3
Validación (VAL)	Ingeniería	3
Verificación (VER)	Ingeniería	3

Cuadro 1: Procesos con su categoría y nivel de madurez asociado[4]

2.2. Componentes

Los componentes del modelo se agrupan en tres categorías ordenadas de arriba a bajo de la figura 1:

- Requerido (correspondiente a la figura cuadrada)
- Esperado (correspondiente a la figura romboidal)
- Informativo (correspondiente a la figura ovalada)

2.2.1. Componentes Requeridos

Estos componentes describen lo que una organización debe realizar, de tal forma que son los esenciales para poder mejorar los procesos de un área de procesos, por este motivo son los que obligatoriamente se han de cumplir ya que esto determinará que un área proceso ha sido realizada y satisfecha[5]. Existen dos tipos, metas específicas y metas genéricas.

- Metas específicas

Describe la característica que debe tener para satisfacer el área de proceso a la cual pertenece.[4]

- Metas genéricas

Describe la característica que debe tener para satisfacer un conjunto de área de proceso similares a la que pertenece.[4]

2.2.2. Componentes Esperados

Describen las actividades que son importantes para lograr un componente CMMI requerido, se usan para guiar en la implementación de mejoras, existen dos tipos las prácticas específicas y las prácticas genéricas[5].

- Prácticas específicas

Describe una actividad que es importante para cumplir un objetivo de área de proceso dada[4].

- Prácticas genéricas

Similar a la anterior para para cumplir un objetivo genérico.[4]

2.2.3. Componentes Informativos

Finalmente en la parte mas baja de la figura 1 tenemos a los componentes Informativos que son los que ayudan a plantear una estrategia para cumplir los anteriores componentes[5].

3. Niveles de capacidad y madurez

Los niveles se utilizan en CMMI para describir un camino evolutivo recomendado para ser usados por una organización que quiera optimizar los procesos que utiliza para desarrollar productos o servicios.

CMMI da soporte a dos caminos de mejora usando niveles. Un camino permite a las organizaciones mejorar de forma incremental los procesos que corresponden a un área de proceso individual (o grupo de áreas de proceso) seleccionada por la organización. El otro camino permite a las organizaciones mejorar un conjunto de procesos relacionados tratando, de forma incremental, conjuntos sucesivos de áreas de proceso.

Estos dos caminos de mejora están asociados con los dos tipos de niveles: niveles de capacidad y niveles de madurez. Estos niveles corresponden a las dos aproximaciones de mejora de procesos denominadas “representaciones”. Las dos representaciones se denominan “continua” y “por etapas.” El uso de la representación por etapas permite alcanzar “niveles de madurez”. El uso de la representación continua permite alcanzar “niveles de capacidad”. [6]

3.1. Niveles de madurez.

Las calificaciones del nivel de madurez varían de 1 a 5, siendo el nivel 5 el nivel más alto y el objetivo hacia el que están trabajando las organizaciones. Los cinco niveles de madurez de CMMI son: [7]

1. Inicial. Los procesos se consideran impredecibles, mal controlados y reactivos. Las empresas en esta etapa tienen un entorno impredecible que conduce a mayores riesgos e ineficiencia.
2. Gestionado. Los procesos se caracterizan por proyectos y con frecuencia son reactivos.
3. Definido. Los procesos están bien caracterizados y se comprenden bien. La organización es más proactiva que reactiva, y existen estándares para toda la organización que brindan orientación.
4. Gestionado cuantitativamente. Los procesos se miden y controlan. La organización está utilizando datos cuantitativos para implementar procesos predecibles que cumplen con los objetivos de la organización.
5. Optimización. Los procesos son estables y flexibles. El enfoque organizacional es la mejora continua y la respuesta a los cambios.

Vale la pena señalar que, si bien el objetivo de las organizaciones es alcanzar el nivel 5, el modelo sigue siendo aplicable y beneficioso para las organizaciones que han alcanzado este nivel de madurez. Las organizaciones de este nivel se centran principalmente en el mantenimiento y las mejoras, y también tienen la flexibilidad para centrarse en la innovación y responder a los cambios de la industria.

3.2. Niveles de capacidad

Para dar soporte a aquellos que utilizan la representación continua, todos los modelos CMMI reflejan niveles de capacidad en su diseño y contenido. Los cuatro niveles de capacidad, cada uno es una capa base para la mejora de procesos en curso, se denominan por los números del 0 al 3:

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

Se alcanza un nivel de capacidad para un área de proceso cuando se satisfacen todas las metas genéricas hasta ese nivel. El hecho que los niveles de capacidad 2 y 3 usen los mismos términos que las metas genéricas 2 y 3 es intencionado porque cada una de estas metas genéricas y prácticas genéricas refleja el significado de los niveles de capacidad de las metas y prácticas. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los niveles de capacidad.

3.2.1. Nivel de capacidad 0: Incompleto

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

3.2.2. Nivel de capacidad 1: Realizado

Un proceso de nivel de capacidad 1 se caracteriza como un proceso realizado. Un proceso realizado es un proceso que lleva a cabo el trabajo necesario para producir productos de trabajo. Se satisfacen las metas específicas del área de proceso. Aunque el nivel de capacidad 1 da como resultado mejoras importantes, esas mejoras pueden perderse con el tiempo si no se institucionalizan. La aplicación de la institucionalización (las prácticas genéricas de CMMI en los niveles de capacidad 2 y 3) ayuda a asegurar que las mejoras se mantienen.

3.2.3. Nivel de capacidad 2: Gestionado

Un proceso de nivel de capacidad 2 se caracteriza como un proceso gestionado. Un proceso gestionado es un proceso realizado que se planifica y ejecuta de acuerdo con la política; emplea personal cualificado que tiene los recursos adecuados para producir resultados controlados; involucra a las partes interesadas relevantes; se monitoriza, controla y revisa; y se evalúa la adherencia frente a la descripción de su proceso. La disciplina de proceso reflejada por el nivel de capacidad 2 ayuda a asegurar que las prácticas existentes se mantienen en periodos de mayor presión.

3.3. Nivel de capacidad 3: Definido

Un proceso de nivel de capacidad 3 se caracteriza como un proceso definido. Un proceso definido es un proceso gestionado que se adapta a partir del conjunto de procesos estándar de la organización de acuerdo a las guías de adaptación de la organización; tiene una descripción de proceso que se mantiene y que contribuye a los activos de proceso de la organización con experiencias relativas a procesos.

4. Trabajar con requisitos

Comprender cómo las empresas aplican CMMI es fundamental. El objetivo declarado del Instituto CMMI es "Permitir a las organizaciones elevar y comparar el rendimiento en una amplia gama de capacidades comerciales críticas, incluido el desarrollo de productos, la excelencia en el servicio, la gestión de la fuerza laboral, la gestión de datos, la gestión de proveedores y la ciberseguridad".

Las organizaciones que desean comprender mejor cómo se comparan sus prácticas con las mejores prácticas de CMMI y desean implementar las prácticas de CMMI a menudo comienzan con una evaluación. Generalmente, una empresa decide ser tasada por una o más razones, que incluyen:[7]

- Evaluar cómo se comparan los procesos de la organización con las mejores prácticas de CMMI y determinar las áreas de mejora.
- Compartir información con clientes o proveedores sobre cómo la organización se compara con las mejores prácticas de CMMI.
- Cumplir con los términos contractuales de los clientes.

4.1. Tasaciones

El proceso de tasación evalúa principalmente tres áreas, que sirven para obtener una mejor idea del coste que supone cada elemento:

- Desarrollo de procesos y servicios.
- Establecimiento y gestión de servicios.
- Adquisición de productos y servicios.

Si bien pasar por el proceso de evaluación puede llevar mucho tiempo y ser costoso para las organizaciones, hacerlo proporciona algunos beneficios distintos. Los beneficios de las tasaciones incluyen:

- Ayudar a su organización con el desarrollo de una estrategia de mejora que priorice los problemas clave.
- Ayudando a mitigar los riesgos
- Mostrar la solidez de los procesos organizativos al tener los resultados disponibles en el sitio de Resultados de evaluación publicados
- Proporcionar a la organización un nivel de madurez CMMI

Cualquier tasación que utilice el modelo CMMI debe cumplir con los requisitos del documento de Requisitos de Tasación para CMMI (ARC). El método de evaluación oficial utilizado por el Instituto CMMI se conoce como el método de evaluación estándar de CMMI para la mejora de procesos (SCAMPI). Dentro de este método aprobado, hay tres clases de métodos de evaluación:

- SCAMPI Clase A es el tipo de tasación más formal y rigurosa y el único tipo que resulta en una calificación de nivel. Las organizaciones que realizan este tipo de evaluación por lo general ya han implementado una serie de cambios y necesitan comparar su progreso formalmente. Este tipo de tasación debe ser realizada por un tasador líder certificado que trabaja con un equipo de tasación en el sitio.
- Las evaluaciones de SCAMPI Clase B son utilizadas principalmente por organizaciones que han implementado algunos cambios y desean medir su progreso hacia los niveles de CMMI específicos. Es menos formal y menos costoso que una tasación de clase A, pero aún brinda a las empresas la oportunidad de evaluar el progreso hacia los objetivos.
- Las tasaciones SCAMPI Clase C son menos costosas, más rápidas y más flexibles que las tasaciones Clase A o Clase B. El objetivo de este tipo de evaluación es evaluar rápidamente las prácticas de una empresa y determinar cómo se alinean con las mejores prácticas de CMMI. Las evaluaciones de clase C pueden ser utilizadas por organizaciones de alto nivel, para analizar problemas organizacionales, o a nivel micro, para abordar problemas más específicos o departamentales.

5. Gestionar el proyecto

Para la óptima gestión del proyecto o servicio proporcionado por una organización, se debe establecer un plan específico de actuación, quedando siempre claros los objetivos de cada parte implicada. Las partes principales son: [8]

5.1. PROJECT PLANNING GOALS (PP)

5.1.1. Establecer estimaciones

1. Estimar el alcance del proyecto
2. Establecer estimaciones de los atributos del producto y la tarea del trabajo
3. Definir las fases del ciclo de vida del proyecto: cascada iterativa o ágil; le permite tener claro los entregables esperados para cada fase o iteración del proyecto y ajustar sus recursos en consecuencia para que pueda estimar su esfuerzo y costo en vista del flujo esperado del proyecto
4. Estimar esfuerzo y costo

5.1.2. Desarrollar el plan

1. Establecer presupuesto y cronograma
2. Identificar los riesgos del proyecto
3. Planificar la gestión de datos.
4. Planificar los recursos del proyecto
5. Planifique los conocimientos y habilidades necesarios.
6. Planificar la participación de las partes interesadas
7. Establecer plan de Proyecto.

5.1.3. Obtener compromiso con el plan

1. Revisar los planes que afectan al proyecto.
2. Conciliar el trabajo y los niveles de recursos.
3. Obtener el compromiso del plan

5.2. PROJECT MONITORING GOALS (PMC)

5.2.1. Seguimiento contra el plan

1. Seguimiento de los parámetros del planning del proyecto
2. Seguimiento del compromiso y agregación al proyecto
3. Seguimiento de los riesgos del proyecto
4. Gestión de los datos de seguimiento
5. Monitorear la participación de las partes interesadas
6. Revisiones del progreso de conducta
7. Realizar revisiones de los hitos

5.2.2. Administrar las acciones correctivas para el cierre

1. Analizar problemas
2. Tomar acciones correctivas Gestionar acciones correctivas

5.3. RISK MANAGEMENT GOALS (RSKM)

5.3.1. Preparación para la gestión de riesgos

1. Determinar el origen de los riesgos y sus categorías
2. Definir los parámetros de los riesgos
3. Establecer una estrategia de acción contra los riesgos

5.3.2. Identificar y analizar riesgos

1. Identificar riesgos
2. Evaluar, categorizar, y priorizar riesgos

5.3.3. Mitigar riesgos

1. Desarrollar planes de mitigación de riesgos
2. Implementar planes de mitigación de riesgos

5.4. SUPPLIER AGREEMENT MANAGEMENT GOALS (SAM)

5.4.1. Establecer acuerdos con proveedores

1. Determinar el tipo de adquisición
2. Elegir proveedores
3. Acordar condiciones con proveedores

5.4.2. Satisfacer los acuerdos del proveedor

1. Ejecutar el acuerdo del proveedor
2. Aceptar el producto adquirido
3. Asegurar la transición de los productos

6. Beneficios de usar el modelo

Como ya hemos visto y muchos detractores del modelo argumentan que no es viable debido a que es demasiado costoso de implementar, requiere demasiado esfuerzo, puede alterar los objetivos originales y generan mucha burocracia innecesaria.

La Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software hizo un estudio de 40 empresas de españolas argentinas y chilenas que aplicaron el modelo CMMI-DEV durante 3 años [9], de estas, estaban certificadas de nivel 2 (80 %) y de nivel 3 (20 %). Los resultados de la encuesta muestran que en contra de los argumentos que citan los detractores CMMI, tras una implantación de CMMI se obtienen una serie de beneficios:

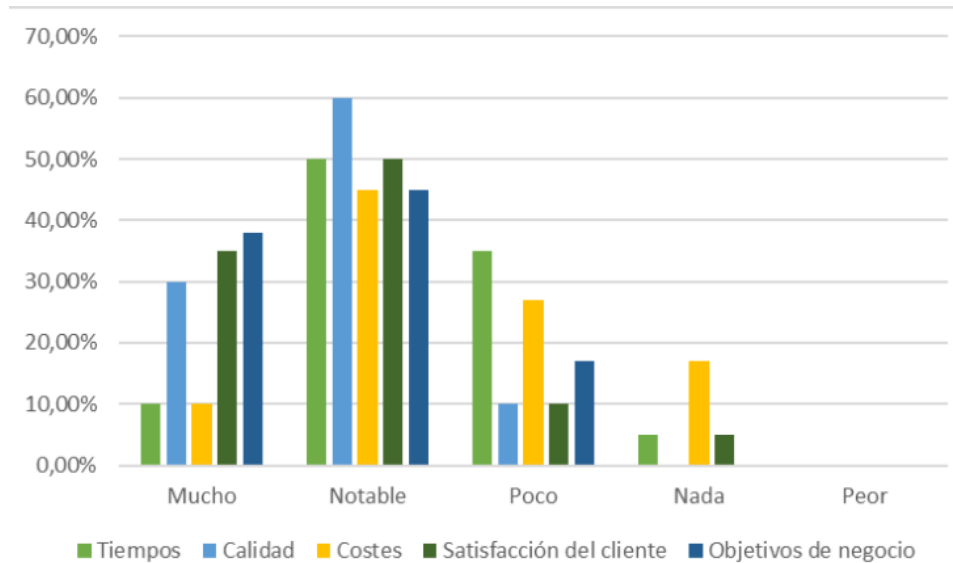


Figura 2: Mejora con respecto a antes de implantar el modelo

- Más del 90 % observó mejoras en los tiempos/plazos[9, pag 4].
- El 100 % observó mejoras más que apreciables en la calidad. Esto se apreció en una gestión más transparente, y un número de errores mucho menor [9, pag 4].
- Alrededor del 70 % observó mejoras en los costes. Esto se apreció, a pesar de considerar que una implantación CMMI tiene un alto coste inicial [9, pag 5].
- El 80 % apreció una mejora sustancial de la satisfacción del cliente. Esto se aprecia principalmente debido a una mejor gestión del proyecto y de los requisitos, así como una planificación realista y adecuadamente comunicada a todos los involucrados [9, pag 5].
- Más del 93 % observó una mejor alineación de los objetivos del negocio con el desarrollo [9, pag 6].
- Además, la mayoría han quedado satisfechos con la mejora de objetivos planteados al inicio [9, pag 6].
- Ante la pregunta de si se detectó sobrecarga de trabajo, se detectó que el aumento del trabajo no suponía más del 10 % [9, pag 7]. Por supuesto, una vez instaurados los procesos, la costumbre y la mejora continua producen una disminución progresiva en dicha sobrecarga de trabajo.
- el 82 % de los encuestados encuentra utilidad a la documentación que se generó en la implementación del modelo [9, pag 7].
- ROI (retorno de la inversión) se considera positivo en más del 70 % de los casos [9, pag 8].

Lo dicho por la encuesta no dice que los detractores mientan o que CMMI sea la mejor metodología, CMMI depende mucho cómo las empresas lo implementan, también, suele ser rentable a largo plazo. Existen alternativas mas a corto plazo como MOPROSOFT que es muy similar a CMMI pero posee solo 3 niveles y 9 áreas de proceso, esto hace que sea mas rápido y menos costoso de implementar, pero se obtiene un beneficio mas reducido. Es ideal para empresas pequeñas de softwer ya que es mas accesible económicamente, se adecua de manera sencilla al certificado ISO 9000, y aumenta la su competitividad. No obstante, este modelo se usa, ya que consultoras como Deloitte, Gesein o Accenture

Bibliografía

- [1] Roberto Miñana. *¿Qué es CMMI?* — Deloitte España. URL: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/que-es-cmmi-capability-maturity-model-integration.html>.
- [2] Javier Garzas. *Entrevista a Ángel Jordán, fundador del SEI (Software Engineering Institute)*. Mayo de 2012. URL: <https://www.javiergarzas.com/2012/05/angel-jordan.html>.
- [3] CMMI Institute. *CMMI Institute - CMMI Development*. URL: <https://cmmiinstitute.com/cmmi/dev>.
- [4] Pablo Teuber Henríquez. *Modelo de calidad CMMI - Monografias.com*. Jul. de 2008. URL: <https://www.monografias.com/trabajos57/modelo-calidad-cmmi/modelo-calidad-cmmi.shtml>.
- [5] Maria Eugenia Arevalo Lizardo. *Componentes requeridos, esperados e informativos CMMI – Maria Eugenia Arevalo Lizardo*. Dic. de 2011. URL: <https://arevalomaria.wordpress.com/2011/12/15/componentes-requeridos-esperados-e-informativos-cmmi/>.
- [6] Alonso López Romo Alumno Aaron Clark Díaz Grupo. *Historia, propósito y estructura de CMMI-DEV*.
- [7] Stephen Watts. *CMMI: An Introduction to Capability Maturity Model Integration – BMC Software — Blogs*. URL: <https://www.bmc.com/blogs/cmmi-capability-maturity-model-integration/>.
- [8] John Maher. *CMMI - Dev*. 2015. URL: https://www.youtube.com/watch?v=vrKBkrIHrly&list=PLGisMg-KIoIeIYvWF_LKlR_RHx8MzmHrq&ab_channel=JohnMaher.
- [9] V Cabral y J J Cukier. “CMMI después de la certificación”. En: *REICIS* 6 (3 2010), págs. 23-34. ISSN: 1885-4486. URL: <https://www.redalyc.org/pdf/922/92218768007.pdf>.
- [10] J M Navarro y J . Garzás. “Experiencia en la implantación de CMMI-DEV v1.2 en una micropyme con metodologías Ágiles y Software Libre”. En: *REICIS* 6 (1 2010), págs. 3-11. ISSN: 1885-4486. URL: http://www.inteco.es/Presse/Noticias_Calidad_SW_5/EmpresasSoftware.
- [11] O R Puello. *Model verification and validation based on CMMI Modelo de verificación y validación basado en CMMI*. 2013, págs. 20-27.