

DESDE ISO 9001 HACIA CMMI, PASOS PARA LA MEJORA DE LOS PROCESOS Y MÉTRICAS

Rolando Armas Andrade¹, Arturo Chamorro Gómez², Maité Montes Beobide², José Antonio Gutierrez de Mesa¹

¹ *Departamento de Ciencias de la Computación. Escuela Superior de Informática. Universidad Alcalá Edif. Politécnico. Campus Universitario. Carretera Madrid-Barcelona, Km. 33,600. C.P. 28871. Alcalá de Henares, Madrid*

E-Mail : rolandoarmas@gmail.com, jantonio.gutierrez@uah.es

² *Grupo Gesfor*

Avda. Manoteras, 32, 28050 - Madrid

E-Mail : {achamorro,mmontes}@gesfor.es

Abstract: This paper expose our particular experience concerning the ISO9001 managed quality processes implementation, and its continuous improvement using the CMMI model. Considering current standards, best practices, the organization experience and CMMI specifications, it is being carried out a continuous improvement throughout the previously generated versions and their metrics. Specifically, a proposal on the requirements management process is presented.

Resumen: En este artículo se muestra una experiencia particular sobre la implementación de los procesos de calidad gestionados por ISO 9001 y de la mejora continua de los mismos a través del modelo CMMI. En base a las referencias de estándares, mejores prácticas, experiencia de la organización y las especificaciones del modelo CMMI, se esta llevando a cabo la mejora continua de los procesos a través de las versiones generadas y sus respectivas métricas, específicamente se muestra la propuesta sobre el proceso de gestión de requerimientos.

Palabras Clave: ISO9001:2000, CMMI, relación, procesos, métricas, mejora.

1. INTRODUCCIÓN

El Grupo Gesfor constituye una de las empresas más importantes de servicios de las Tecnologías de la Información (TI) con capital íntegramente español. Cuenta con una experiencia de cerca de veinte años y con una implantación geográfica a nivel nacional e internacional. El grupo lo forman 1250 empleados y ha reportado una facturación de 52 millones de euros en el 2005.

Uno de los desafíos de toda organización es lograr medir el desempeño de los procesos corporativos, de tal forma que le permitan verificar el cumplimiento de los objetivos planteados, para alcanzar las metas de calidad y poder ofertar servicios y productos cada vez más competitivos. El grupo Gesfor, ha logrado obtener la certificación ISO9001:2000, norma para la gestión de sistemas de calidad, que le permite en la

actualidad garantizar los mejores servicios al mercado local regional e internacional.

El modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) se presenta como un modelo de mejora de procesos en desarrollo de software que puede complementarse a la norma ISO9001. Sin embargo uno de los grandes desafíos es llegar a encontrar una estrategia que permita realizar este tipo de integración de forma “natural” en la empresa. En este artículo se muestran parte de los primeros pasos que Gesfor esta siguiendo en su proyecto de implementación de CMMI. Debido al alcance del artículo se ha hecho referencia únicamente al proceso de gestión de requerimientos.

Este artículo tiene la siguiente estructura: en la primera parte se muestra las experiencias relacionadas, dando una visión y un estado del arte respecto a ISO9001 y CMMI, se aborda además el tema de la vinculación entre ISO9001 y CMMI. En las posteriores

secciones de este artículo, se profundiza en los primeros pasos de implementación, tocando el tema de la mejora de los procesos, una exposición de la temática y un ejemplo específico aplicado a la gestión de requerimientos, finalmente se presentan las conclusiones del trabajo realizado.

1. ISO9001:2000 Y CMMI

1.1 ISO9001:2000

ISO9001:2000 forma parte de la familia de normas ISO9000 que puede ser aplicado en cualquier tipo de organización; los beneficios de su aplicación, entre otros, son:

- Reducción de los rechazos e incidencias en la producción o prestación del servicio.
- Aumento de la productividad
- Mayor compromiso con los requisitos del cliente.
- Mejora continua.

ISO9001 como norma de gestión de la calidad, exige definir una serie de procesos de la organización que permitan conseguir los objetivos de calidad y tiende el puente entre los requerimientos del cliente y la satisfacción del mismo, definiendo para ello procesos estratégicos, claves y de soporte.

ISO9001 como norma, es suficiente para llegar a institucionalizar la mejora continua de los procesos, sin embargo, contar con un modelo o guía de buenas prácticas en desarrollo de software, como lo es CMMI ayuda a mejorar los procesos de producción de software.

1.2 CMMI

CMMI (Capability Maturity Model Integration) es un modelo que ayuda a: integrar las funciones de la organización, conducir la mejora de los procesos, proveer una guía de calidad de los procesos, y proveer puntos de referencia para la evaluación de estos [SEI, 2006]. El propósito del modelo es proveer una guía para mejorar los procesos de

la organización y la capacidad para gestionar el desarrollo, la adquisición y el mantenimiento de productos y servicios. Los modelos que se pueden generar a partir del marco de trabajo de CMMI dependerán de los cuerpos de conocimiento que se vaya a abarcar, entre los que destaca:

- SE: System Engineering (Ingeniería de Sistemas)
- SW: Software Engineering (Ingeniería de Software)
- IPPD: Integrated Product Process Development (Desarrollo de Proceso de Producto Integrado)
- SS: Supplier Sourcing (Relación con Proveedores)

Las especificaciones del modelo CMMI - SE/SW v1.1 provee 22 áreas de proceso (PA) que constituyen un conjunto de prácticas relacionadas que implementadas colectivamente, satisfacen un conjunto de objetivos genéricos y específicos considerados importantes para la mejora del área.

Las PA's consideradas en el nivel de madurez 2, son:

- Gestión de Requerimientos
- Planificación de Proyectos
- Monitoreo y Control de Proyectos
- Gestión de Proveedores
- Medición y Análisis
- Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto
- Gestión de la Configuración.

Un objetivo genérico describe las características que deben estar presentes para institucionalizar el proceso y un objetivo específico describe una única característica que debe estar presente para satisfacer el área de proceso [Yoo et al., 2004]. Para lograr alcanzar dichos objetivos el modelo provee un conjunto de prácticas genéricas y específicas que una vez aplicadas logran los objetivos de calidad planteados. Por ejemplo en el PA de Gestión de Requerimientos, CMMI propone las siguientes prácticas específicas:

- SP1.1 Obtención y entendimiento de los requerimientos.
- SP1.2 Obtener el acuerdo sobre los requerimientos (criterios de aceptación).
- SP1.3 Gestión de los cambios de requerimientos.
- SP1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos.
- SP1.5 Identificar inconsistencias entre los productos de trabajo del proyecto y los requerimientos.

La problemática inherente con un modelo CMMI es su complejidad, y aunque el modelo muestra el “que hacer”, no muestra el “como hacerlo”, es por eso que es necesaria una estrategia que permita llegar a la adopción completa del modelo.

1.3. Relación ISO9001:2000 y CMMI

Existen algunas experiencias previas en las cuales se tratan de determinar las similitudes y diferencias entre ISO9001:2000 y CMMI, y hay, por tanto, reflexiones entre el mapeo de ambas normas. Así en [Mutafelija & Stromberg, 2003] se presenta un mapeo entre las practicas de ISO9001:2000 y los PA (Process Area) y las prácticas CMMI; se asignan grados de correspondencia como S (Strong: fuerte) M (Medio) y W (Weak: débil) entre procesos a través de un mapeo N-N (muchos a muchos). Sin embargo, de acuerdo a [Yoo. et. al, 2004] un mapeo de este tipo es poco práctico y presenta dificultades debido a que cuando CMMI es implementado en una organización, los cambios en los procesos de la organización deben ser reflejados en el manual de calidad de ISO9001:2000, y un mapeo N-N puede causar alguna confusión.

Por otro lado, el estándar [IEEE 1012-2004], relativo a la verificación y validación del software, muestra un mapeo entre las tareas de este estándar y las de CMMI en las que se vinculan cada una de las PA de CMMI con las actividades vinculadas o relacionadas al

IEEE 1012-2004, el mapeo desarrollado en este caso también resulta un vinculo N a N a nivel de actividad.

Los modelos de mejora usados en CMMI e ISO9001:2000 son similares. CMMI a través del modelo IDEAL [Gremba & Meyers,1997] y sus etapas definidas como Inicio, Diagnóstico, Establecimiento, Acción y Aprendizaje (Learning), provee un método para la mejora continua, enfocándolo en la gestión del programa de mejoramiento y estableciendo líneas bases para una estrategia de largo plazo, semejante al modelo PDCA de Planificar, Hacer(Do), Verificar (Check) y Actuar en el que esta basado ISO9001:2000.

Sin embargo ninguno de estos trabajos anteriores muestra de forma clara o explícita una estrategia sobre como llegar a una implementación de CMMI a través del estándar ISO9001:2000. Este trabajo es un primera propuesta que permita llegar al objetivo de cumplir con la mejora continua de los procesos a través de CMMI.

2. ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA IMPLEMENTACION DE CMMI.

Como se mostró en la sección anterior, los esfuerzos teóricos de vinculación o relación entre ISO9001:2000 y CMMI, empiezan por un mapeo de aquellas actividades que pueden ser equivalentes entre las normas, y se ha descrito también que un tipo de mapeo N-N es poco práctico a la hora de reflejar los cambios en los procesos en el manual de calidad de ISO. La complejidad inherente a la aplicabilidad del modelo requieren esfuerzos importantes en tiempo y recursos humanos para alcanzar los cambios culturales y organizacionales necesarios para lograr una mejora continua que el modelo propone, inclusive con los nuevos métodos ágiles de desarrollo de software [Baker, 2005]. Pero dado que ISO9001:2000 es un estándar para gestión de la calidad que busca una mejora continua de los procesos, CMMI se convierte en un candidato fuerte especialmente en los

procesos de la ingeniería de software, permitiéndole acoplarse en el modelo ISO9001 como un “motor” de cambio (ver figura 1).

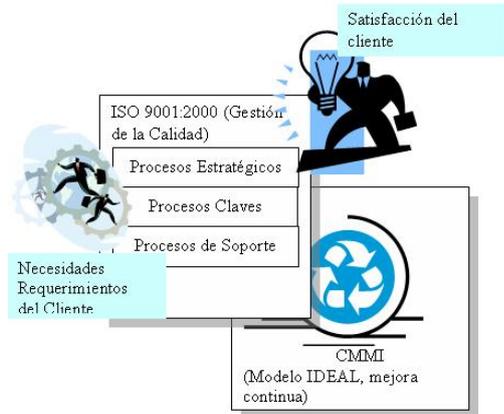


Figura 1. Interacción ISO 9001 (Procesos) – CMMI (Modelo IDEAL)

Adicionalmente para la implementación del modelo CMMI, es necesario analizar algunos factores para su implementación [Chrissis et al., 2003]. Gesfor ha tomado en consideración: factores de negocio, culturales y del conocimiento - experiencia de la organización para definir las versiones de los procesos definidos bajo la norma de ISO9001, y a CMMI, como se ha indicado anteriormente, como modelo de mejora.

3. ENFOQUE EN LOS PROCESOS.

ISO9001 hace mucho énfasis en la definición, control y mejora de los procesos que permitan garantizar la calidad de los productos y servicios producidos y que se encuentran entre los requerimientos y la satisfacción del cliente (ver figura 1). Los procesos se han agrupado en tres grandes categorías, los relativos al soporte de la gestión, los procesos clave que hacen operativa la gestión y los estratégicos que permiten llegar a los objetivos planteados. En la trayectoria de implementación de un modelo CMMI, los primeros pasos están centrados en la definición de los procesos,

antes que en el producto o la tecnología [Kulpa & Johnson, 2003].

3.1 El Proceso

En la definición del proceso, este se lo ha dividido en las siguientes etapas principales (ver figura 2):

- **Determinación:** La determinación y definición es la actividad mediante la cual se interpreta, analiza, modela y valida la información que determinan tareas principales en el proceso. Está muy vinculado con un dominio específico de conocimiento.
- **Documentación:** Actividad en la cual se realiza el respectivo detalle de los documentos (contenido, formatos, etc.) generados en el proceso.
- **Análisis y Negociación:** Permite lograr alcanzar un acuerdo y/o resolver problemas debido a los cambios que se pueden producir en el proceso. Como cada usuario, cliente o miembro del equipo tiene su propia apreciación, se debe tratar de cubrir y entender tales apreciaciones. Las discrepancias que pueden surgir con el usuario, cliente o miembro del equipo tienen que ser resueltos en esta etapa.
- **Verificación:** Se utilizan métodos que permitan realizar el control y validación del proceso, en el modelo CMMI esto se lo realiza a través de los denominados Appraisals y Peer Reviews, detallados mas adelante.

Para la definición de los procesos se ha realizado un análisis y compendio de varios estándares, especialmente los de la IEEE relativos al desarrollo de software. Se toma siempre en cuenta la especificación CMMI, previa la definición del proceso y en cada etapa se vincula con el objetivo general o la práctica específica del modelo CMMI.

La tabla 1 muestra una vinculación de las etapas principales del proceso y las prácticas específicas para la gestión de requerimientos.

Gestión de Requerimientos	CMMI Prácticas Específicas
Definición de Requerimientos	SP1.1 Obtención y entendimiento de los requerimientos.
Análisis & Negociación	SP1.2 Obtener el acuerdo sobre los requerimientos (criterios de aceptación)
Documentación	SP1.1 Obtención y entendimiento de los requerimientos.
Validación	SP1.2 Obtener el acuerdo sobre los requerimientos, SP1.5 Identificar inconsistencias entre los productos de trabajo del proyecto y los requerimientos.
Gestión de los cambios	SP1.3 Gestión de los cambios de requerimientos, SP1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos, SP1.5 Identificar inconsistencias entre los productos de trabajo del proyecto y los requerimientos.

Tabla 1. Vinculación de las etapas del proceso con las prácticas específicas de CMMI.

Bajo la especificación de las tareas de ISO 9001 para cada una de las etapas del proceso de desarrollo de software, que hemos definido, se toma en consideración como práctica para la realización de la tarea, las prácticas específicas (SP) del modelo CMMI como se muestra en la tabla 2.

Tarea (Espec. ISO 9001)	Producto	Prácticas CMMI
ASI 2	Establecimiento de Requisitos	
ASI 2.1	Obtención de requisitos	SP1.1 Obtención y entendimiento de los requerimientos.
ASI 2.2	Especificación de casos de uso	
ASI 2.3	Análisis de Requisitos	SP1.1 Obtención y entendimiento de los requerimientos. / SP1.2 Obtener el acuerdo sobre los requerimientos (criterios de aceptación)/ SP1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos
ASI 2.4	Validación de Requisitos	SP1.5 Identificar inconsistencias entre los productos de trabajo del proyecto y los requerimientos.

Tabla 2. Vinculo especificación tareas ISO y CMMI .

3.2 Métricas.

Como un aspecto importante dentro de la gestión de calidad en ISO9001, el control de los procesos se lo tiene que realizar a través de indicadores y métricas, en este caso el modelo CMMI ayuda mucho porque se tienen que ir verificando cada uno de los objetivos generales y específicos a través del cumplimiento de las prácticas (SP), por tanto en cada una de las actividades del proceso se han determinado un conjunto de indicadores que permiten ir registrando el estatus de cada actividad y tarea. CMMI exige en su PA de Verificación que se realice la evaluación continua a través de prácticas específicas

como la revisión a pares o Peer Reviews, que permitan obtener un estado del proceso o del producto de trabajo.

4. ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

4.1 Definición del Proyecto

Abordar una implementación de un modelo CMMI requiere de un proyecto, planificación y compromisos institucionales, esfuerzos conjuntos en los que Gesfor se encuentra comprometido desde la certificación ISO9001 conseguida años atrás. El proyecto de implementación de CMMI se lo ha dividido en tres etapas:

- 1) Verificación del estado actual,
- 2) Definición del objetivo y el ambiente futuro a alcanzar, y
- 3) Un plan de transición para transformar el ambiente actual al ambiente futuro.

Una vez definidas las tres etapas y dando un enfoque, como se indico anteriormente, a los procesos clave a través de su definición, documentación, control, verificación, indicadores y métricas, todo esto bajo la coordinación de la norma ISO9001:2000, se esta llevando a cabo la implementación y puesta en practica de dichos procesos, especialmente en aquellos que se vinculan directamente con el cliente. Dado que la organización requiere dar un enfoque de mejora alineado con los productos y servicios, y que este requiere una mejora de los procesos a lo largo de la línea de producto, se ha tomado como referencia el modelo CMMI por niveles. [Chrissis et al., 2003]

4.2 Mejora de los Procesos Clave

Un ejemplo de la definición del proceso de determinación de requerimientos se muestra en la figura 2. Para la determinación de las necesidades y requerimientos del cliente a lo largo del proceso, se van definiendo y especificando tareas y documentos, tomando en consideración los factores claves (KF), su

secuencia y las actividades de verificación conforme se ha indicado en la sección anterior, así como el rol de los participantes en las distintas actividades. También se han definido la actividades clave (ver figura 3), los responsables de cada tarea y la secuencia durante la evolución del proceso.

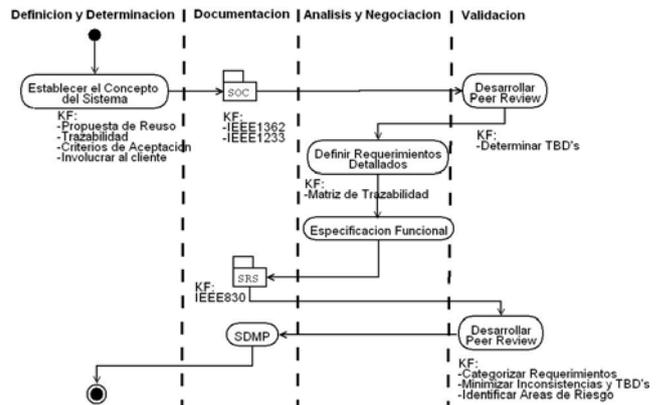


Figura 2. Proceso de Determinación de Requerimientos

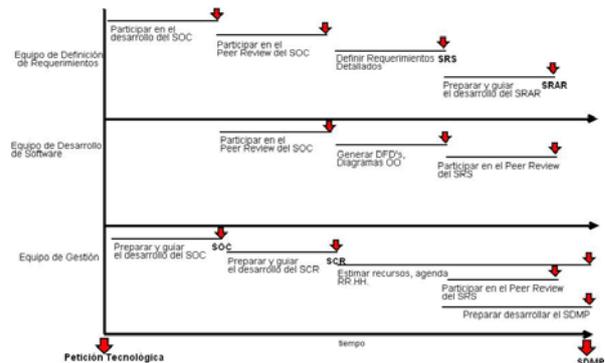


Figura 3. Actividades Clave por Equipo de Trabajo.

4.3 Verificación del Proceso

Básicamente se realizará la verificación del proceso y de los productos de trabajo a través de los métodos recomendados en CMMI: Appraisals y Peer Reviews. La verificación y el control de los procesos en CMMI se realizan a través de los denominados "appraisal" término en inglés que significa "apreciación". CMMI propone que se desarrollen métodos que permitan obtener una apreciación de la situación que la que se

encuentra el proceso de implementación de CMMI. Este tipo de apreciación tiene que ser objetiva, es decir a través de métricas. Los Peer Reviews son una importante parte de la verificación y son un mecanismo probado para la eliminación efectiva del defecto. Los Peer Reviews involucran una examinación metodológica de los productos de trabajo hecha a pares para identificar defectos y otros cambios que son necesarios. Ejemplos de Peer Reviews incluyen las inspecciones y los walkthroughs.



Figura 4. Inspecciones para el proceso

4.4 Métricas

Para la definición de métricas se han determinado métricas para los productos de trabajo y para los procesos.

Atributo	Métrica	Propósito
Preciso (No Ambiguo)	Nui / Nr , donde, Nui es el número de requerimientos de idéntica interpretación por todos los revisores. Nr es el número total de requerimientos.	Obtener el porcentaje de requerimientos que han sido igualmente interpretados por los revisores.
Correcto	$Nc / (Nc * Nnv)$, donde, Nc es el número de requerimientos correctos, Nnv requerimientos todavía no validados, Nc total de requerimientos.	Medir aquel número de requerimientos validados en el SRS.

Tabla 3. Métricas de calidad para una especificación de requerimientos [Ali, 2006]

Medida	Fuente	Frecuencia de Medición Recopilación /Análisis
Horas de Personal	Equipo de Gestión de Requerimientos	Semanalmente / Mensualmente
Estatus de Requerimientos (porcentaje de especificaciones completas, número de requerimientos definidos)	Equipo de Gestión	Quincenalmente / Quincenalmente
Estimación del total de requerimientos, Tiempo y esfuerzo en la definición total de los requerimientos	Equipo de Gestión	Mensualmente / Mensualmente

Tabla 4. Métricas generales dentro del proceso de gestión de requerimientos.

Dentro de la especificación de requerimientos (SRS) por ejemplo se puede medir algunos atributos de calidad como exactitud y precisión [Ali, 2006] (ver tabla 3). Para el proceso, se identifica la medida, la fuente de datos y la frecuencia de medición (ver tabla 4). Los criterios primarios para la especificación de indicadores son horas de personal, y parámetros específicos por actividad, para el caso de la gestión de requerimientos: requerimientos completos o a ser determinados versus el total de requerimientos establecidos. En función de las especificaciones del proceso, sus métodos de verificación y las métricas de los productos de trabajo y del proceso en general, se realizará

progresivamente, en etapas evolutivas la implementación de mejora de los procesos a través del modelo CMMI.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo se ha presentado la relación y vinculación de ISO 9001 y CMMI, en primera instancia se ha hecho una referencia a los trabajos previos en el esfuerzo de lograr una integración entre los modelos y seguidamente se ha mostrado la propuesta de como empezar una implementación a través de ISO9001 y CMMI como modelos

complementarios. Como primera tarea nos hemos enfocado en poner atención a los procesos, tomando como referencia los objetivos y prácticas establecidas en el modelo CMMI, las mejores practicas de los estándares de desarrollo de software como las especificaciones IEEE y la adaptación y alineamiento a los procesos del negocio de Gesfor, todo esto en el marco de un proyecto de implementación en tres etapas.

En trabajos futuros planeamos presentar la evolución de la estrategia en el proceso de implementación de CMMI.

6. REFERENCIAS

- Ali, M., 2006 Metrics for Requirements Engineering, UMEA University.
- Baker,S., 2005 Formalizing Agility: An Agile Organization's Journey toward CMMI Accreditation, Proceedings of the Agile Development Conference (ADC'05) IEEE.
- Chrissis,M.,Konrad,M.,Shrum,S.,2003 Introduction to CMMI, Addison – Wesley, Julio 2003.
www.awprofessional.com/articles/
- IEEE 1012-2004, 1012 IEEE Standard for Software Verification and Validation of Software, IEEE, Junio 2005.
- Gremba & Meyers,1997 The IDEAL Model: A Practical Guide for Improvement, Software Engineering Institute (SEI) publication, Bridge, issue three.
<http://www.sei.cmu.edu/ideal/ideal.bridge.html>
- Jones & Soule, 2002 Software Process Improvement and Product Line Practice: CMMI and the Framework for Software Product Line Practice.
- Kulpa & Johnson, 2003, Interpreting the CMMI: A Process Improvement Approach, Margaret K. Kulpa and Kent A. Johnson, Auerbach Publications.
- Mutafelija&Stromberg, 2003 Mappings of ISO 9001:2000 and CMMI Version 1.1
<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/adoption/iso-mapping.html>.
- SEI, 2006, Software Engineering Institute, What is CMMI?
<http://www.sei.cmu.edu/cmmi/general/general.html>
- Yoo,Ch.,Yoon,J.,Lee,B.,Lee, Ch.,Lee,J.,Hyun,S.,Wu,Ch., 2004 An Integrated Model of ISO 9001:2000 and CMMI for ISO Registered Organizations, Proceedings of the 11th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC'04)