

Aproximación de un Análisis del Proceso de Validación en el Modelo CMMI

Introducción

La integración del Modelo de Capacidad de Madurez® (CMMI) es un proyecto patrocinado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. El SEI (*Software Engineering Institute*), el gobierno y la industria de este país posteriormente se unieron para desarrollar el *framework* del CMMI y solucionar el problema de utilizar múltiples modelos que limitaban la habilidad de las organizaciones para enfocar sus mejoras exitosamente.

El CMMI es un modelo de procesos (no de mejora) que evalúa la madurez de una organización basándose en la capacidad de sus procesos y surge como la integración del CMM (*Capability Maturity Model*) v.2.0 y de la ISO 15504 Draft Standar v.1.00. Este modelo de procesos tiene dos representaciones: continua y por etapas, siendo la diferencia entre éstas la evaluación por niveles de la capacidad de procesos o de la madurez de la organización, respectivamente. Las áreas de procesos (AP) en este modelo se agrupan en cuatro categorías: La Gestión de Proyectos, Soporte, la Gestión de Procesos, y la Ingeniería.

Las AP de la Ingeniería abarcan las actividades de desarrollo y mantenimiento compartidas a través de las distintas disciplinas (p. e. Ingeniería de Sistemas e Ingeniería de Software). Las seis áreas de procesos de la Ingeniería tienen interrelaciones inherentes que son el resultado del uso de un proceso de desarrollo de productos en vez de procesos en disciplinas específicas tales como la Ingeniería de Software o la Ingeniería de Sistemas. Las áreas de procesos de la Ingeniería según el CMMI son:

- Desarrollo de Requisitos
- Gestión de Requisitos
- Solución Técnica
- Integración del Producto
- Verificación
- Validación

El proceso de *validación* en el CMMI, efectúa «validaciones» incrementales de los productos contra las necesidades de los clientes. Este proceso puede realizarse en el ambiente operacional o en una simulación del mismo. La coordinación con el cliente en los requisitos de la *validación* es uno de los elementos esenciales en esta área de proceso. La *validación* confirma que el producto, de la manera prevista, desempeñará el uso previsto, es decir que "se construya lo correcto". Si bien a primera vista la *validación* y la verificación aparentan ser muy similares en el CMMI, en una inspección más cercana se observa como cada uno de estos procesos apuntan a distintos aspectos.

¿Validación y Verificación?

La complejidad de los sistemas de *software* de hoy no sólo exige un método estructurado para el desarrollo, sino también procesos de verificación y *validación* (V & V) que se aseguren tanto de que el producto correcto sea construido como de que sea construido correctamente¹. Un proceso de V & V es especialmente crítico para sistemas de altas consecuencias en los cuales una falla en el *software* puede resultar en la pérdida de la vida y para los sistemas –como los misiles– donde los *testing* de vida no son factibles.

Los dos términos –verificación y *validación*– usualmente son usados en conjunción para describir un solo conjunto de actividades. Los términos por sí mismos, sin embargo, implican diferentes conjuntos [1]:

- La *verificación* se refiere al proceso de examinar cada fase del desarrollo para asegurar que la salida de una determinada fase satisfaga todos los

¹ Logrando las necesidades de la V & V para un proyecto de Software

requisitos pertinentes de la fase previa, sea internamente aceptable, y pueda soportar el esfuerzo de desarrollo en la siguiente fase.

- La **validación**, por otro lado, es una actividad que concierne primordialmente al *testing* del software. Durante la *validación* se ejecuta el sistema y se comparan los resultados del test con los requisitos del cliente.

La *validación* en CMMI asegura que el producto, de la manera prevista, desempeñe su uso previsto. En otras palabras se cerciora que «se construya lo correcto». El enfoque de este proceso incluye la *validación* de productos, componentes del producto, productos intermedios de trabajo seleccionados, y procesos. Los problemas descubiertos durante la *validación* son usualmente resueltos en las áreas de proceso de Desarrollo de Requisitos y Solución Técnica [2].

La *validación* y la verificación son procesos similares, pero ambos apuntan a distintas cuestiones. La *validación* demuestra que el producto, como fue previsto (o como será previsto en un futuro), desempeñara su uso planeado, mientras que la verificación se encarga que el producto refleje los requisitos especificados. Es decir, la verificación se asegura de que "se construya correctamente", mientras que, la *validación* se asegura de que "se construya lo correcto". Existen diversas maneras de realizar la *validación*, las más comunes son [3]:

- **Inspección:** Se centra en limitaciones particulares del cliente identificadas en una reunión (p. e. tiempo de entrega). "Técnica muy efectiva para descubrir errores, no para su corrección" [4].
- **Demostración:** Tener al cliente o a un representante durante el uso del producto para asegurarle que se conocen las limitaciones mínimas (es decir, utilidad). También puede ser utilizada para realizar algunas pruebas de aceptación en donde el producto está funcionando en un ambiente previsto contra algún laboratorio de pruebas o desarrollo.
- **Análisis:** Utilizar una cierta forma de análisis para validar que el producto se realizará según lo necesitado.
- **Testing:** El sistema es ejecutado con un test de datos y su comportamiento operacional es observado.

- **Datos previos:** Cuando un componente que era utilizado se ha validado ya para un proyecto anterior que tenía limitaciones similares.
- Dejar la *validación* hasta el final del proyecto aumenta seriamente el riesgo del fracaso. El emplear una *validación temprana* en el proyecto puede reducir ese riesgo. Esta *validación* revela:
- **Aclaraciones.** Quizás el propósito más importante de la *validación temprana* es clarificar el significado verdadero de los requisitos. Sin embargo, los requisitos con más riesgo son subjetivos. La *validación temprana* puede conseguir una respuesta a las varias interpretaciones y proporcionar algunas más específicas.
- **Drivers.** Algunos requisitos son más críticos para el cliente que otros. Algunos tienen mayor impacto en el costo o el diseño en el producto. Con la *validación temprana* se pueden descubrir las prioridades de los clientes y relacionarlas con el impacto del desarrollo para identificar los problemas serios.
- **Adiciones.** Se puede utilizar la *validación temprana* para descubrir y coordinar nuevos requisitos durante el programa. Otro uso es coordinar requisitos derivados con el cliente. En este caso, la necesidad es conducida a menudo por la carencia del conocimiento de los clientes de las tecnologías que son aplicadas y de su impacto en el uso del producto.
- **Expectativas Ocultas.** De las discusiones con el cliente pueden revelarse expectativas o asunciones sin especificar sobre el diseño.

La Validación en el CMMI

Las actividades de la *validación* pueden aplicarse a todos los aspectos del producto en cualquiera de sus ambientes previstos, tales como operación, entrenamiento, manufactura, mantenimiento y servicios de soporte. Los métodos empleados para realizar la *validación* pueden aplicarse a los productos de trabajo tan bien como a los componentes o al producto en sí. Los productos de trabajo (p. e. requisitos, diseños, prototipos) deben seleccionarse tomando en cuenta cuáles de ellos serán los mejores "pronósticos", de qué tan eficientemente satisfecerán las necesidades del usuario, ya sea el producto o los componentes del mismo.

El ambiente de la *validación* debe representar el ambiente previsto para el producto y para los componentes de este, con la misma eficiencia que al representar el ambiente previsto compatible para las actividades de la *validación* con productos de trabajo. Para CMMI la *validación* demuestra que el producto, como fue previsto, cumplirá con el uso planeado; mientras que la verificación se enfoca a que el producto de trabajo refleje apropiadamente los requisitos especificados. Las actividades de la *validación* usan aproximaciones similares a la verificación (p. e. test, análisis, inspección, demostración, o simulación). A menudo, los usuarios finales están envueltos en la *validación*.

En donde sea posible, la *validación* debe realizarse usando los componentes o el producto en sí operando en el ambiente previsto. El ambiente entero puede usarse o solo una parte de este. De cualquier modo, problemas en la *validación* pueden detectarse tempranamente durante el proyecto usando productos de trabajo. Cuando se identifican estos problemas, estos son referenciados a los procesos asociados con las áreas de proceso de Desarrollo de Requisitos, Solución Técnica, o Monitoreo y Control de Proyectos para su solución.

La Figura 1 muestra las prácticas específicas para el proceso de *validación*. La práctica específica de Selección de Productos para la *validación* permite la identificación de los productos o de los componentes del producto a ser validados y los métodos a usarse para ejecutar la *validación*. El Establecer el Ambiente de la *validación* permite determinar el ambiente que será usado para llevar a cabo la *validación*. El Establecimiento de los Procedimientos y Criterios de la *validación* permiten el desarrollo de procedimientos y criterios que estén alineados con las características de los productos seleccionados, las limitaciones del cliente en la *validación*, métodos, y el ambiente de la *validación*. La práctica de Efectuar la *validación* permite la ejecución de la misma de acuerdo con los métodos, procedimientos, y criterios.

Las prácticas específicas que resumen la estandarización del proceso se muestran en la Tabla 1. Cabe mencionar que en este artículo se omiten los detalles de las prácticas genéricas del proceso, puesto que la institucionalización de un proceso de mejora (a través de los niveles de capacidad o madurez del CMMI)

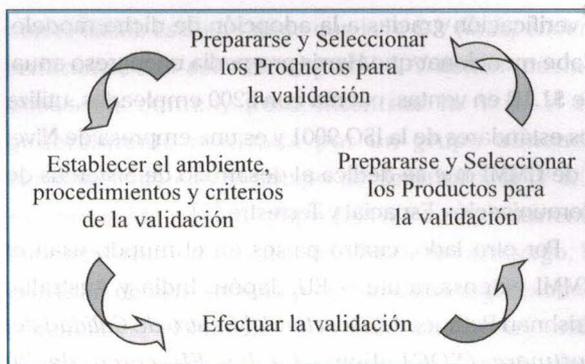


Figura 1. El papel de la *validación* en el CMMI.

se da a través de un proceso ya estandarizado por las prácticas específicas de esta Tabla.

ME 1 Prepararse para la validación
PE 1.1 Seleccionar productos
PE 1.2 Establecer el ambiente
PE 1.3 Establecer procedimientos y criterios
ME 2 Validar productos o componentes
PE 2.1 Efectuar la validación
PE 2.2 Analizar los resultados de la validación

TABLA No1. PRÁCTICAS ESPECÍFICAS DE LA VALIDACIÓN

¿Un Modelo Eficiente?

Si la *validación* está definida en términos muy claros y existe la posibilidad de usar un modelo como CMMI ¿porqué las organizaciones no toman en cuenta estas recomendaciones? Existen muchas empresas que siguen llegando a los mismos viejos cuestionamientos: ¿Por qué nos preocupamos por la *validación* justo cuando el producto fue entregado?, ¿La *validación* no es un problema del cliente?, ¿Cómo se relaciona la *validación* con la verificación si son procesos idénticos?, ¿Quién debe llevar a cabo estas actividades y cuando?, ¿Qué pasa sino se hacen ambas, *validación* y verificación?

Gary Natwick y Jim Cocci de la Corporación Harris, División de Sistemas de Comunicación del Gobierno Norteamericano, sugieren la utilización del CMMI en la realización de procesos tales como la verificación y la *validación*, y abogan por el uso simultáneo, nunca una verificación sin *validación*, que evitaría el incurrir en pérdida de tiempo, dinero, energía, y recursos.

Apuntan hacia la falta de cultura dentro de las organizaciones para tratar de adoptar los modelos CMMI y aseguran haber mejorado sus procesos de *validación*

y verificación gracias a la adopción de dicho modelo. Cabe mencionar que Harris promedia un ingreso anual de \$1.1B en ventas, cuenta con 6200 empleados, utiliza los estándares de la ISO 9001 y es una empresa de Nivel 4 de CMMI que se dedica al desarrollo de Sistemas de Comunicación Espacial y Terrestre [5].

Por otro lado, cuatro países en el mundo usan el CMMI extensamente - EU, Japón, India y Australia. Krishnan Puthucode, *Director del Centro de Calidad del Software (SQC)* dice: "En los EU cerca de 20 valoraciones CMMI han sido hechas por el Departamento de Defensa y las compañías de Software. El Departamento de Defensa en Australia cree también tener un número similar de valoraciones en niveles 2 y 3 del CMMI. Mientras que en Japón, las manufactureras electrónicas como NEC, Toshiba, Sharp, Sony y otras están usando CMMI".

De acuerdo con Puthcode, las compañías ahora pueden escoger sus "áreas causantes de dolor" e implementar el modelo sólo para esas áreas mejorando y compensando en conformidad. Una de las mayores ventajas de usar CMMI, según Puthcode, es el énfasis que hace el modelo en los requisitos de ingeniería y *validación*. Existen numerosos cambios en CMMI sobre el SW-CMM (su antecesor). Algunos de los más significativos están en las áreas de proceso de la Ingeniería (procesos mencionados al inicio de este artículo). Los beneficios de esta área de procesos se encuentran bien cuantificados en el caso de L&T [6] - después de usar CMMI la compañía pudo reducir su rango de defectos a 0.7 defectos por 1.000 líneas de código en contra de 6 defectos por 1.000 líneas de código antes del CMMI. L&T tiene ahora la capacidad de coger el 70% de los defectos durante la etapa de inspección del producto y otro 30% durante el proceso de *testing*, por medio de esto reduce el ciclo de diseño de producto a la mitad.²

Por último, el caso de Northrop Grumman [7] es un claro identificador de beneficios potenciales de aplicar el CMMI al proceso de *validación*. Identifican las siguientes lecciones aprendidas derivadas de su experiencia:

- Si la *validación* ocurre en el «ambiente previsto», entonces la *validación* debe ocurrir correctamente en fases posteriores del proyecto.
- Por lo tanto, los proyectos deben completar al menos un ciclo de vida de desarrollo para un ejercicio completo de la *validación*.
- En contratos con el gobierno, la *validación* final a menudo es efectuada no por el contratista del desarrollo sino por un contratista independiente de verificación y *validación* (IV & V).
- Esto compromete la habilidad de un proyecto a "completar" el proceso de *validación*.

Sin embargo, cabe mencionar que Dennis Liscomb³ hace una interesante observación respecto al modelo. Considera que a pesar de que el CMMI esta siendo usado extensamente en su versión 1.1 todavía tiene sentido hacerse la pregunta ¿CMMI define actualmente la madurez de la Ingeniería de Requisitos (RE) en la forma en que debe ser definida por los estándares y prácticas de la industria? Su respuesta es "No", basada en la terminología de la RE y en el orden típico de la actividad de RE. Con respecto a la terminología, hace notar que el CMMI trata a los componentes estándar de la RE (Gestión, Obtención, Análisis, Especificación, y *Validación*) de forma distinta a lo usualmente encontrado en la literatura de RE. Por ejemplo, la gestión de requisitos (RQM) es definida como un área de proceso aparte, pero la obtención, análisis, especificación, y *validación* se encuentran todas juntas en un área de procesos denominada Desarrollo de Requisitos (RD). No existe ninguna documentación del SEI describiendo su taxonomía racional, como lo hace SWEBOOK. Parte de la respuesta se encuentra en el hecho de que el área de procesos RD en el CMMI fue separada del área de procesos de Ingeniería del Producto Software en el CMM. Esta diferencia en terminología es más que académica. Al colocar la RQM y RD no sólo en áreas de procesos separadas sino también en niveles de madurez distintos, existe una dicotomía artificial creada entre los componentes de la RE.

² Cifras del caso de estudio de la compañía Hindú Embedded Systems & Software (EmSys), una unidad de la División Eléctrica-Electrónica de L&T, que se ha convertido en la primer compañía de sistemas en lograr beneficios al usar todos los componentes del Nivel 5 de CMMI bajo la gestión de SQC.

³ Dennis Liscomb es un empleado de la Corporación de Ciencias Computacionales (CSC), a través de la adquisición de DynCorp. En DynCorp, se desempeña como manager de control de calidad para el departamento de Tecnología de la Información.

La gestión de requisitos, obtención, análisis, especificación y validación son categorías o una taxonomía de las actividades de RE, se podría argumentar, mientras que al CMMI le concierne describir las áreas de proceso relacionadas con la RE. Sin embargo, estas categorías pueden ser vistas como actividades en el proceso de RE. De acuerdo con Linda Macaulay,

En términos generales, el proceso de RE puede pensarse como unas series de actividades que consisten en la articulación del concepto inicial, análisis del problema, factibilidad y selección de opciones, análisis y modelado, y documentación de los requisitos. [8]

Por lo que las recomendaciones de Liscomb, al adoptar el CMMI para procesos como la validación, se enfocan en trabajar cercanamente con la IEEE para asegurar que sus estándares y productos de trabajo, p. e., SWEBOK y CMMI, permanezcan en sincronización con respecto a la terminología y procesos [9]. Es decir, que el CMMI defina de la mejor manera la madurez de la actividad de RE, p. e. usando términos y criterios de madurez que la industria pueda consentir, y poner la RE en los niveles apropiados de madurez.

Conclusiones

En la actualidad el número de compañías que realizan la transición de sus procesos al CMMI crece considerablemente, el objetivo -lograr la mejora de sus áreas de procesos identificadas como «problemáticas» y por consiguiente mejorar la calidad del producto final. Actualmente, la información que demuestre concretamente lo inefectivo de CMMI es prácticamente nula dados los beneficios concretos que han obtenido las organizaciones de nivel 3 o más alto que utilizan los componentes del modelo. Una observación muy interesante es que a pesar de que existen críticas en cuanto a la ambigüedad de la terminología empleada por CMMI en actividades relacionadas con la Ingeniería de Requisitos particularmente, estas no influyen en las capacidades del modelo pero sí sugieren la sincronización de la terminología y de los procesos con los estándares.

Como resultado de este análisis es conveniente evaluar los resultados de aplicar la metodología de la FV^2 (*independent integrated verification and validation*)

con el CMMI. Es bien sabido que la IV & V (*independent verification and validation*) y la V & V tienen muchas cosas en común, pero mientras la V & V es generalmente realizada por un grupo alineado cercanamente con el equipo de desarrollo, la IV & V es conducida por un grupo que es completamente independiente en el caso del CMMI. Sin embargo, la provisión de este servicio presenta algunos problemas potenciales: el énfasis en la independencia puede resultar en una relación improductiva y crear adversión entre el contratista de la IV & V y el contratista del desarrollo, los análisis de la IV & V pueden estar fuera de sincronización con las revisiones internas del desarrollador, creando una revisión separada y dando entrada a la reutilización de procesos que termina impactando al calendario del desarrollo, además que los esfuerzos de la IV & V tradicionalmente no están integrados con las metas de mejora de los procesos.

Por último, personalmente propongo el uso de la FV^2 para eliminar el impacto en el calendario, alentar la colaboración entre el equipo de validación y el desarrollador, integrar la validación directamente dentro de los procesos del desarrollador y dentro de los programas de mejora de procesos, reducir el escape de defectos, y eliminar conflictos financieros ocultos en la IV & V. Sin embargo, esto da pauta para el análisis profundo de la FV^2 implicada en el CMMI.

Referencias

- [1] ARTHUR, JAMES D., GRÖNER MARKUS K. (VIRGINIA TECH) & HAYHURST, KELLY J., HOLLOWAY, C. MICHAEL. 2000 "Evaluating the Effectiveness of Independent Verification and Validation". NASA Langley Research Center. IEEE.
- [2] CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION (CMMISM), VERSION 1.1. 2002 *Technical Report. CMU/SEI-2002-TR-028*. Carnegie Mellon. Software Engineering Institute. August.
- [3] PROCEDIMIENTOS DEL SOFTWARE PRODUCTIVITY CONSORCIUM NFP, INC. 2003 Consortium's Verification and Validation Website.
- [4] SOMERVILLE, IAN. 2000 *Software Engineering*. Chapter 19. Ed. Addison Wesley. 6a Edition.
- [5] NATWICK, GARY & COCCI, JIM.

*Iván Antonio García Pacheco
Facultad de Informática DLSIIS. Universidad Politécnica de Madrid*

2003 "Understanding the CMMI Validation Process Area". CMMI Technology Conference & User Group 2003. 17 – 20 Nov.

[6] KURIAN, VINSON.
The Hindu Business Line: "SQC eager to do business in Kerala". May, 2003.

[7] 2002 NORTHROP GRUMMAN IT / DES APPRAISAL INTEGRATED SYSTEM DIAGNOSTICS INCORPORATED.
2003 *Presentation to the SEI*. January 23. Joseph Morin –ISD Inc. Craig Hollenbach –Northrop Grumman IT.

[8] MACAULAY, LINDA.
1995 "Requirements for Requirements Engineering Techniques". Proc. Of Second International Conference on Requirements Engineering. York, UK., New York: IEEE Computer Society Press, April 1996: 158.

[9] LISCOMB, DENNIS.
2003 "Requirements Engineering Maturity in the CMMI". Computer Sciences Corp. CROSSTALK The Journal of Defense Software Engineering. December.