

Análisis descriptivo del proceso de implementación del nivel 2 del modelo CMMI en una empresa regional de desarrollo de software

Catherine Picazzo M.
kpicazo@puj.edu.co

Norha M. Villegas M.
nvillega@icesi.edu.co

Gabriel Tamura M.
gtamura@icesi.edu.co

Fecha de recepción: 5-03-2008

Fecha de selección: 24-10-2008

Fecha de aceptación: 15-9-2008

ABSTRACT

CMMI (Capability Maturity Model Integration) is basically a continuous-improvement inspired model to classify software development organizations according to a five-level maturity and capability scale. The classification in a given level is based on the dominance that an organization shows evidence to have over the areas of that level, which in turn reflects the degree of maturity of the organization and of the processes that it follows to develop software. This article presents a preliminary descriptive analysis of a level 2 implementation process of the CMMI model in a Colombian software devel-

opment company, making an overall presentation of how it was brought into practice the theory of the model in the processes of the company, to be compliant with the conditions, goals and practices defined in the level 2 process areas of the model. The article also describes the problems which arose in the execution of the project, as well as how they were solved. As preliminary results are presented some of the indicators defined by the company for the software processes, and the software tools that were acquired or developed for the support of the implementation of the process areas. Finally, some conclusions and recommendations which can be found

of use and application are given for similar projects.

KEY WORDS

SCAMPI, CMMI model, CMMI level 2 implementation.

RESUMEN

El Modelo de Capacidad y Madurez (Capability Maturity Model Integration, CMMI), es un modelo inspirado en el mejoramiento continuo que permite clasificar a las organizaciones de desarrollo de software según una escala de cinco niveles de madurez y capacidad. La clasificación en un determinado nivel se realiza sobre la base del dominio que una organización evidencia tener acerca de las áreas de proceso de dicho nivel, lo cual a su vez refleja el grado de madurez de la misma y de los procesos que ella realiza para desarrollar software. En este artículo se presenta un análisis descriptivo preliminar del proceso de implementación del nivel

2 del modelo CMMI en una empresa regional de desarrollo de software, exponiendo de manera general cómo se realizó la aplicación de la teoría del modelo en los procesos requeridos para cumplir con las condiciones, metas y prácticas de las áreas de proceso del nivel 2 del modelo, así como los problemas e inconvenientes presentados en la ejecución del proyecto, junto con sus respectivas soluciones. A modo de resultados preliminares, se presentan algunos de los indicadores definidos por la empresa para esos procesos, las herramientas de apoyo que se adquirieron o desarrollaron para la implementación de las áreas de proceso. Finalmente, se dan algunas conclusiones y recomendaciones de aplicación que pueden ser útiles para proyectos similares.

PALABRAS CLAVE

SCAMPI, Modelo CMMI, Implementación del nivel 2 de CMMI.

Clasificación Colciencias: Tipo 5

I. INTRODUCCIÓN

El modelo de Capacidad y Madurez (CMMI), es un modelo que permite clasificar a las organizaciones de desarrollo de software según una escala de cinco niveles de madurez y capacidad. La clasificación en un determinado nivel se realiza sobre la base del dominio y aplicación que una organización evidencia tener acerca de las áreas de proceso de dicho nivel, lo cual refleja el grado de madurez de la misma y de los procesos que sigue para desarrollar software.¹

Aunque el modelo CMMI se ha difundido extensamente en el mundo, tal difusión en Colombia apenas está traspasando las fronteras de las universidades, pues en el orden empresarial general en realidad no se conoce mucho del mismo, más allá del nombre. Esta situación se presenta además en un contexto empresarial cuya cultura organizacional es de informalidad, en la que la implementación de procesos con modelos de indicadores efectivamente en uso, es baja, y en la que hay poca documentación acerca de los procesos respectivos de implementación.

Con lo anterior se tiene una situación en la que resulta muy valioso promover la implementación de modelos de procesos estandarizados y con indicadores, por ejemplo para desarrollo de software, y documentar

dichas experiencias, pero en la que medir o documentar el estado actual de desempeño de los procesos resulta difícil, bien sea porque las empresas realmente no se preocupan por recopilar la información de base que se requiere, o bien porque cuando pasan por un proceso de evaluación consideran los resultados como información confidencial.

La empresa de desarrollo de software, cuyo caso de estudio y análisis preliminar se presenta en este trabajo,* se desempeña en el sector de servicios y está clasificada como de tamaño mediano. A comienzos del año 2001, decidió iniciar el proyecto de estandarización de procesos² para obtener la certificación ISO 9001:2000,³ consiguiéndola en octubre del 2004, por parte de la empresa BVQi (del Grupo Bureau Veritas). Posteriormente, a comienzos del año 2005, inició el proceso de valoración del nivel 2 de CMMI y meses después dio inicio a su correspondiente proyecto de mejoramiento para lograr la certificación respectiva, en sus áreas de proceso.⁴

En este artículo se hace un análisis descriptivo del proceso que siguió la empresa para implementar el nivel 2 del modelo CMMI, es decir, en su concepción escalonada, con la asesoría y guía de una empresa socia de negocio del Instituto de Ingeniería de Software (Software Engineering Institute

* El nombre de la empresa y otros datos se mantienen en reserva por solicitud de la misma. El carácter de preliminar se da en el sentido de que la empresa recientemente ha culminado la "puesta a punto" de los procesos que soportan las áreas del nivel 2 del modelo CMMI con el acompañamiento de un asesor externo internacional, socio de negocio del Instituto de Ingeniería del Software (SEI, Software Engineering Institute). Finalizada esta fase, que contó con apoyo económico del programa del Gobierno Nacional para fortalecimiento del desarrollo del software, la empresa logró la certificación de nivel 2, por lo que ahora tiene como objetivo obtener la certificación de nivel 3.

- SEI). El proyecto empezó con una valoración parcial de las áreas de proceso respectivas, en la cual se identificaron diversos inconvenientes en el desarrollo de proyectos de software. Estos inconvenientes, que se describen en la sección 3 de este documento, estaban afectando la calidad de sus productos y los respectivos costos de desarrollo en la organización, con lo cual se estableció como meta su identificación y lograr un proceso definido, conocido y utilizado por toda la empresa. Los resultados de la valoración inicial, sin embargo, no fueron suministrados, lo cual, desafortunadamente, no permite establecer una línea base para el posterior análisis comparativo de las mejoras logradas con el proceso, y disminuye indudablemente el aporte que esta información podría brindar a las empresas que estén interesadas en este proceso, que es en últimas, la razón por la cual se ha escrito este documento.

En la sección 2 de este artículo se presenta la descripción general del modelo CMMI y su estructura de base; en la sección 3 se describe cómo se llevó a cabo la implementación de las áreas de proceso del nivel 2 del modelo; en la sección 4 se presentan algunos resultados preliminares del ejercicio. Y finalmente, en la sección 5, las conclusiones más relevantes y trabajos futuros con los que se podría continuar.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODELO CMMI

2.1 Estructura de base y componentes del modelo CMMI

El modelo CMMI tiene como base estructural la que se ilustra en la Fi-

gura 1, y sus elementos se describen a continuación:

Área de proceso (*Process Area*): Un área de proceso es un grupo de prácticas relacionadas con una tarea específica. Al ejecutarlas en conjunto se satisface una meta importante como mejora significativa en esa área. Las áreas de proceso distinguen los distintos niveles de madurez del modelo CMMI.

Metas específicas (*Specific Goals*): Las metas específicas se aplican o definen sobre un área de proceso y se ocupan de describir las características únicas que deben ser implementadas para satisfacer el área de proceso.

Prácticas específicas (*Specific Practices*): Una práctica específica es una actividad considerada como importante para lograr una meta específica. Las prácticas específicas y las genéricas consideran subprácticas, que son interpretaciones y descripciones detalladas de las prácticas, y que resultan útiles para la mejora del proceso.

Características comunes (*Common Features*): Son características que se observan de manera general en las distintas áreas de proceso, organizadas en las prácticas genéricas. Hay cuatro características comunes principales:

- Compromiso a realizar.
- Habilidad a realizar.
- Administración de la implementación.
- Verificación de la implementación.

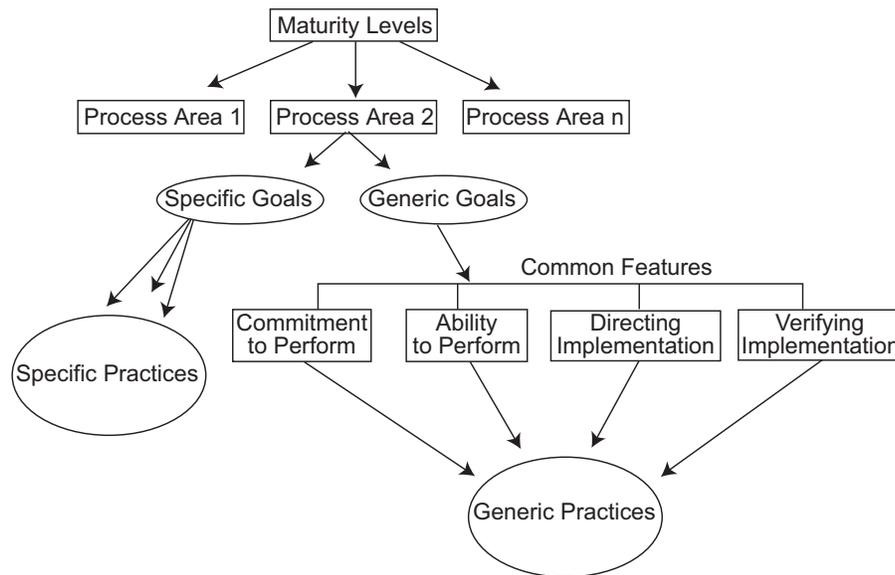


Figura 1. Estructura de base del modelo CMMI¹

Metas Genéricas (*Generic Goals*):

Metas que se denominan genéricas debido a que aparecen en varias áreas de proceso. El logro de una meta genérica en un proceso significa control mejorado en planeación e implementación de los procesos asociados con el área de proceso.

Prácticas Genéricas (*Generic Practices*):

Las prácticas genéricas buscan la institucionalización para asegurar que los procesos asociados al área de proceso sean eficaces, reutilizables y durables. Las prácticas genéricas son categorizadas por las metas genéricas y las características comunes.

2.2 Descripción de los niveles del modelo CMMI

El modelo CMMI tiene dos representaciones denominadas continua y escalonada. En su representación

escalonada está compuesto por cinco niveles de madurez:

1. Nivel inicial
2. Nivel gestionado
3. Nivel definido
4. Nivel gestionado de manera cuantitativa
5. Nivel optimizado

En su representación continua, el grado de madurez se expresa en términos de perfiles que se establecen sobre el nivel de dominio o aplicación de áreas de proceso determinadas. A continuación se muestra una breve descripción de cada uno de los cinco niveles de madurez del modelo CMMI, y en el resto de este artículo se describe y analiza el proceso que siguió la empresa en cuestión para lograr su objetivo de alcanzar el nivel 2, desde el punto de vista de la

representación escalonada del modelo CMMI.

2.2.1 Nivel 1 (denominado Inicial o ad hoc).

Las organizaciones en este nivel no disponen de un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento de software. Aunque se utilicen técnicas correctas de ingeniería, los esfuerzos se ven debilitados e incluso perdidos por falta de planificación y de procesos estandarizados de desarrollo. El éxito de los proyectos se basa la mayoría de las veces en el esfuerzo personal, a menudo se producen fracasos y casi siempre retrasos y sobrecostos. El resultado de los proyectos es impredecible. Por lo anterior, este nivel no tiene áreas de proceso definidas.

2.2.2 Nivel 2 (Gestionado o Administrado).

En este nivel las organizaciones disponen de prácticas institucionalizadas de gestión de proyectos, existen métricas básicas y seguimiento incipiente de la calidad. La relación con subcontratistas y clientes está gestionada sistemáticamente. Para estar en el nivel 2 de CMMI se debe evidenciar gestión de las siguientes áreas de proceso:

1. Administración de requerimientos
2. Planeación de proyectos
3. Monitoreo y control de proyectos
4. Medición y análisis
5. Administración de subcontratación
6. Aseguramiento de calidad del producto y del proceso

7. Administración de la configuración

2.2.3 Nivel 3 (Definido).

Además de una buena gestión de proyectos, y de las áreas de proceso de nivel 2, a este nivel las organizaciones disponen de procedimientos de coordinación entre grupos, capacitación, entrenamiento y formación del personal, técnicas de ingeniería más detalladas y uso de métricas establecidas en los procesos. Para estar en el nivel 3 de CMMI se debe evidenciar gestión de las siguientes áreas de proceso:

1. Desarrollo de requerimientos
2. Solución técnica
3. Administración integrada de proyecto
4. Integración del producto
5. Verificación y validación
6. Definición, desarrollo y mejora de los procesos de la organización
7. Planificación de la capacitación, entrenamiento y formación
8. Gestión de riesgos
9. Análisis y resolución de problemas y toma de decisiones

2.2.4 Nivel 4 (Gestionado Cuantitativamente).

Las organizaciones de este nivel disponen de un conjunto de métricas significativas de calidad y productividad, que se usan de modo sistemático para la toma de decisiones y la gestión de riesgos. El software resultante es regularmente de alta calidad. Para estar en el nivel 4 de CMMI se debe evidenciar gestión de las siguientes áreas de proceso:

1. Gestión cuantitativa de proyectos
2. Mejora de los procesos de la organización

2.2.5 Nivel 5 (Optimizado).

Las organizaciones de este nivel están enfocadas completamente en la mejora continua de los procesos. Se hace uso intensivo de las métricas y se gestiona el proceso de innovación. Para estar en el nivel optimizado de CMMI se debe evidenciar gestión de las siguientes áreas de proceso:

1. Innovación organizacional
2. Análisis y resolución de las causas de problemas y cambios

3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DEL NIVEL 2 DEL MODELO CMMI EN LA ORGANIZACIÓN

En esta sección se presenta primero una descripción general de la organización en la que se realizó el ejercicio de implementación del nivel 2 del modelo CMMI, y en las subsecciones siguientes se detallan algunos de los documentos y procedimientos que se identificaron como los más críticos en dicho proceso, y que en algunos casos la organización venía trabajando desde tiempo atrás,⁵ como resultado de otros ejercicios de estandarización de procesos usando modelos como el de ISO9000:2000.⁶

3.1 Contexto de aplicación

La empresa en la que se realizó el ejercicio objeto de este trabajo fue constituida en 1995, habiendo surgido inicialmente como un departamento de servicios de TI al interior de una organización más grande,

la cual afrontó un gran crecimiento por la demanda de sus servicios en los últimos años. Con este crecimiento, y los múltiples cambios de reglamentación de ley que presentó el sector en el que se desenvuelve, el departamento de TI empezó a verse obligado a modificar y actualizar constantemente sus aplicativos. Al determinar que se tenía poco control sobre los cambios y se incurría en un alto costo en modificaciones de los mismos, la organización tomó la decisión de que el departamento de TI desarrollara sus propios aplicativos en todas las funciones críticas para la misma, e incluso ingresara al mercado de desarrollo de software para clientes externos del sector. No obstante, teniendo el dominio del conocimiento del sector, de la reglamentación, y contando con recursos especializados, carecía de una metodología estándar que le permitiera documentar y controlar sus procesos para la prestación de servicios con alta calidad. Es así como a comienzos del año 2001 decidió iniciar el proceso para obtener la certificación ISO 9001:2000 con el claro objetivo de “mejorar sus servicios y ser competitivos en el sector”, consiguiendo la certificación en octubre del año 2004, por parte de la empresa BVQi (del Grupo Bureau Veritas). Una vez certificada en cuanto a calidad de sus servicios y procesos con este modelo, se planteó una meta más específica de mejoramiento de procesos al adoptar un modelo que enfatizara en las prácticas propias del desarrollo de software, como el que plantea CMMI y sus áreas de proceso, con lo cual inició el proceso de valoración del nivel 2 de CMMI a comienzos del año 2005, y meses después dio comienzo a

su correspondiente proyecto de mejoramiento para lograr la certificación respectiva, con un modelo propio de la empresa asesora, la cual sirvió de guía en el proceso, basado en el modelo SCAMPI.⁷

3.2 Área de Proceso 1 – Administración de requerimientos

En esta área de proceso se destaca una meta específica, que es la de la gestión de los requerimientos, lo cual incluye todo su ciclo de vida respectivo. En la teoría, idealmente deben cubrirse las fases de elicitación, análisis, especificación, verificación y validación, y mantenimiento.⁸

3.2.1 Documentos y procedimientos definidos en la empresa desarrolladora de software para cumplir con el área de proceso

- **Meta Específica 1 - Administrar requerimientos.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. Formato para administración de requerimientos para especificación y entendimiento de requerimientos funcionales y no funcionales.
 2. Formato de acta de reunión, para dejar como registro impreso y firmado para evidenciar los compromisos de los requerimientos.
 3. Formato de solicitud de cambio de requerimientos, donde se registra el análisis del impacto de los cambios y se administran los cambios a los requerimientos.
 4. Formato producto no conforme, para el registro de las inconsisten-

cias y desviaciones del producto respecto al plan.

5. Procedimiento de tratamiento de producto no conforme y acciones correctivas.
6. Procedimiento de acciones preventivas y metodologías de análisis y solución de problemas.

3.2.2 Análisis, problemas encontrados y medidas correctivas

Siendo la primera área trabajada en la empresa en este proceso, se percibió una lenta evolución en la comprensión y aplicación de la teoría relacionada con esta área de proceso, por lo cual la empresa tuvo que programar sesiones adicionales de capacitación y orientación por parte del asesor externo. Con lo anterior, y la aplicación mejor dirigida de la teoría, se dieron grandes avances en cuanto a los análisis de requerimientos y documentación formal relacionados con estos procesos. No obstante los avances, hubo problemas en disponibilidad de tiempo del grupo de trabajo de esta área, que se resolvieron con acuerdos de horarios y actividades registradas en cronogramas, aunque fue necesaria la intervención de la alta gerencia para lograr el acuerdo y su debido cumplimiento. Adicionalmente, en un principio se presentaron problemas al centrar las actividades en el desarrollo de los requerimientos y no en la administración de ellos, que era el objetivo de esta área. Esto fue corregido con la guía del asesor externo y con un redireccionamiento de aplicación del área.

3.3 Área de Proceso 2 – Planeación de Proyectos

La ejecución de un proyecto de desarrollo de software es, en general, una

tarea de considerables proporciones que requiere que sus fases sigan un plan. Hay tres aspectos importantes que hay que tener en cuenta para la definición de un plan: la estimación de tiempo y demás recursos, los mecanismos de seguimiento y control de la ejecución del plan, y asegurar y controlar permanentemente que para el cumplimiento del plan éste se difunda adecuadamente y los involucrados adquieran los compromisos respectivos.

3.3.1 Documentos y procedimientos definidos para cumplir con el área de proceso.

- **Meta Específica 1 - Establecer estimaciones.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. Metodología gestión de proyectos, inspirada originalmente en la metodología PMI⁹ (Prácticas para la administración de proyectos).
 2. Formato matriz de formulación de proyectos, que permite estimar el alcance del proyecto con base en criterios generales tales como el objetivo del proyecto, los resultados esperados, actividades y riesgos.
 3. Mecanismo. Juicio de expertos, manejado con el consenso grupal para establecer las estimaciones de los productos de trabajo y tareas.
 4. Definición de política sobre el modelo de ciclo de vida de los proyectos de software a seguir, caracterizando las fases de análisis, diseño, implementación e implantación.

5. Manejo de base de datos histórica para las estimaciones de costo y esfuerzo.

- **Meta Específica 2 - Desarrollar un plan del proyecto.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:

1. Formatos en MS-Project para realizar los cronogramas de los proyectos, con información de personas por actividad, tiempo y ejecución de cada actividad por persona, dependencia de actividades y determinación de la línea base.
2. Formato matriz de planificación de proyectos, para establecer los proyectos, con las directrices de la metodología de gestión de proyectos.
3. Formato matriz de planificación de proyectos, para registrar y administrar los riesgos identificados. Adicionalmente permite planear los recursos del proyecto.
4. Repositorio central para administrar los datos de los proyectos.
5. Manual de competencias, donde se pueden consultar los perfiles necesarios del recurso humano que se pueda requerir.
6. Formato acta de reunión, para evidenciar la asistencia y compromisos de los participantes.

- **Meta Específica 3 - Obtener compromisos con el plan.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:

1. Se definió como política organizacional que los coordinadores de los

proyectos con su grupo de trabajo, deben evaluar los planes y riesgos que afecten la ejecución y el plan del proyecto.

2. Se evalúan, en reuniones de seguimiento, la consistencia entre el recurso estimado y el disponible, con el fin de conciliar si es necesario.
3. Formato matriz de planificación de proyectos y cronograma, donde quedan establecidos los compromisos de cada actividad y los responsables.

3.3.2 *Análisis, problemas encontrados y medidas correctivas*

La planeación de proyectos se venía trabajando en la empresa aun antes de la implementación del Modelo CMMI Nivel 2. La necesidad de trabajar ordenadamente con los proyectos llevó a la empresa a desarrollar su propia metodología a seguir, llamada "Gestión de Proyectos", basada en la metodología PMI e institucionalizada en toda la organización.

Uno de los principales problemas presentados en la implementación de esta área de proceso fue el cambio cultural de la organización, pues cambiar su forma de trabajar no fue fácilmente aceptado ni aplicado de forma inmediata. Para esto se realizaron continuamente reuniones con todas las personas involucradas donde se enfatizaron los beneficios que se conseguirían con la implementación del modelo, al mejorar los procesos y los recursos de la empresa, y lograr trabajar finalmente de manera ordenada y más precisa, basada en datos históricos y en guías establecidas por medio de los procesos institucionalizados. Otro problema de

gran impacto en la implementación de la planeación de proyectos fue el entendimiento de la teoría para poder llevarla a la práctica, por ello se realizaron capacitaciones y asesoramientos continuos al grupo de trabajo encargado, por parte del asesor externo, retroalimentando al resto de personal. Aun con los problemas presentados, se destaca que la empresa consiguió mejorar el desarrollo de los planes de proyectos, la obtención de los compromisos en los planes y el mantenimiento de los compromisos en dichos planes.

3.4 Área de Proceso 3 – Aseguramiento de la Calidad del Producto y del Proceso.

El software presenta una dualidad en su naturaleza, como producto y como conocimiento, que se materializa como resultado del proceso de su desarrollo. De esta manera, para asegurar su calidad, es necesario adelantar tareas de revisión, evaluación, verificación y validación, tanto en las distintas fases del proceso de su desarrollo como en el producto final, y realizar las acciones correctivas respectivas. Estas tareas pueden formalizarse, por ejemplo, mediante auditorías de calidad.

3.4.1 *Documentos y procedimientos definidos para cumplir con el área de proceso*

- **Meta Específica 1 - Evaluar objetivamente procesos y productos de trabajo.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. Manual de referencia de auditorías internas de calidad, en donde

se definen los criterios que deben ser evaluados en los procesos.

2. Formato de referencia de auditorías internas de procesos, donde se registran las actividades auditadas, hallazgos y observaciones.
 3. Formato de calificación de auditores.
 4. Referencia de auditorías internas para productos, donde se definen los criterios de evaluación de productos y servicios.
 5. Metodología de pruebas para sistemas de información.
- **Meta Específica 2 - Suministrar una visión objetiva.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. Procedimiento tratamiento producto no conforme y acciones correctivas, donde se establece la manera de identificar, determinar los controles, responsabilidades y autoridades relacionadas con la no conformidad.
 2. Se definió como política organizacional, comunicar las no conformidades y su gestión en los comités de calidad.
 3. Repositorio central para almacenar los documentos de no conformidades para facilitar el manejo de estadísticas y evolución de las mismas.

3.4.2 *Análisis, problemas encontrados y medidas correctivas*

Con la implementación de esta área de proceso en la empresa, se experimentaron grandes avances y mejoras

en la calidad de sus procesos y productos, con solo definir formalmente las políticas y procedimientos, de manera que se comunicaran en los respectivos comités, pues esto creó una mejor disposición para resolver problemas y obtener mejoras efectivas. Precisamente, uno de los mayores logros presentados en esta área de proceso fue el cambio de cultura en los auditores y gestores del proyecto, donde se estableció una continua revisión durante toda la ejecución del proyecto, cuando se venía trabajando esta parte solo en la etapa de pruebas de los proyectos, y sus resultados no se difundían.

Adicionalmente, manejar toda la documentación necesaria para tratar cualquier elemento mencionado en esta área de proceso es dispendioso, lo cual generó, en un principio, rechazo a los cambios de procedimiento, pues se percibía como una carga de trabajo adicional en lugar de una mejora. Hubo capacitaciones y sesiones de análisis de impacto para todo el personal, donde se enfatizó en los beneficios de la aplicación del modelo y cómo desarrollar correctamente los artefactos, así como las demás actividades del ciclo de vida respectivo. Una gran fortaleza en esta área ha sido no solo la buena gestión de los productos no conformes, sino el tener muy en cuenta las acciones preventivas para evitar que se presenten inconvenientes antes de que ocurran.

3.5 Área de Proceso 4 – Administración de la Configuración

Los productos de software se componen de múltiples elementos que, por su naturaleza, evolucionan y deben

estar cambiando constantemente. Estos elementos se denominan ítemes de configuración, y, dada su criticidad, sobre todo en aquellos que son parte del código, sus versiones deben estar debidamente controladas, al igual que las versiones globales del producto que ellos componen. Esta área de proceso considera todos los aspectos relativos al mantenimiento de las versiones de los ítemes de configuración, lo cual incluye su control de cambios, rastreabilidad e integridad global.

3.5.1 Documentos y procedimientos definidos para cumplir con el área de proceso.

- **Meta Específica 1 - Establecer línea base.** Para cumplir con esta meta se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. Proceso de administración de la configuración, donde se establece lista estándar de ítemes de configuración y atributos base para formar las líneas base de cada producto.
 2. Se definió como política organizacional el uso de herramientas CVS para controlar el código fuente, 9000.Doc para administrar la parte documental y un servidor central para almacenar la información general de los proyectos.
- **Meta Específica 2 - Monitoreo y control de cambios.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. Formato solicitud de cambios a ítemes de configuración, para

registro y control de los cambios a los ítemes de configuración.

2. El control de los ítemes de configuración se realiza por medio de la herramienta CVS.
- **Meta Específica 3 - Establecer integridad.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. La trazabilidad de los ítemes de configuración se evidencia por medio de las herramientas definidas para la administración de la configuración.
 2. Se definió como política organizacional realizar auditorías de integridad de las líneas base por parte del área de Auditoría Interna.

3.5.2 Análisis, problemas encontrados y medidas correctivas

La empresa desarrolladora de software empezó la implementación de esta área con un plan de acción para trabajar cada práctica y oportunidad de mejora, pero encontró dificultades para ejecutarlo debido a la complejidad de entender la teoría que plantea CMMI para esta área de proceso, llevando a la conclusión de que faltaba entrenamiento sobre el tema de administración de la configuración, con lo cual se realizaron sesiones adicionales de capacitación con la guía del asesor externo, para aclarar las metas y prácticas específicas a cumplir.

Lo más complicado para el grupo de trabajo encargado de implementar esta área fue establecer cuáles iban a ser los ítemes y productos de trabajo para administrar la configuración, ya que todos los grupos de trabajo lo

hacían de modo informal y de manera distinta. Para resolver este inconveniente, y como resultado de continuas reuniones del comité directivo con el grupo de trabajo encargado de la implementación de esta área de proceso, se definió la lista estándar de ítemes de configuración establecida en el Proceso de Administración de la Configuración, que debe servir de guía para todos los grupos de trabajo.

3.6 Área de Proceso 5 – Monitoreo y control de proyectos

Para asegurar la adecuada ejecución de un proyecto de desarrollo de software, las fases definidas en su planeación deben vigilarse y controlarse, y en caso de que en la ejecución existan desviaciones con respecto a la planeación, el plan mismo y sus compromisos deben ajustarse.

3.6.1 Documentos y procedimientos definidos para cumplir con el área de proceso

- **Meta Específica 1 - Monitorear el proyecto respecto al plan.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. Se estableció un documento formal con los puntos que se monitorean y controlan en los planes. Los monitoreos se realizan en reuniones periódicas de seguimiento.
 2. Formato acta de reunión, para registrar las evaluaciones de los compromisos trazados en las reuniones de seguimiento al plan.
 3. Se definió como política organizacional monitorear los riesgos del proyecto en las reuniones de

seguimiento al plan, basándose en los riesgos documentados en la matriz de planificación de proyectos.

- **Meta Específica 2 - Administrar las medidas correctivas a ser tomadas.** Para cumplir con esta meta, se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. Formato acta de seguimiento, donde se registran los inconvenientes y acciones correspondientes.
 2. Planes de corrección, a partir de las acciones correctivas generadas.
 3. Se definió como política organizacional, diligenciar formatos por cada inconsistencia, registrando sus causas y soluciones, y almacenarlos en la carpeta del proyecto.

3.6.2 Análisis, problemas encontrados y medidas correctivas

En el área de proceso de monitoreo y control de proyectos, la empresa desarrolladora de software ha logrado implementar todas las prácticas necesarias para cumplir con esta área, basándose en las oportunidades de mejora como resultado del diagnóstico inicial adelantado por la empresa asesora. Cabe destacar el buen manejo de la parte documental de la empresa desarrolladora de software, pues se está documentando todo lo relacionado con esta área de proceso y almacenándola por proyectos para una ágil consulta. Uno de los problemas encontrados en la implementación de esta área de proceso es la sensibilización de los grupos de trabajo, que todos desarrollaran y aplicaran

las metodologías de la empresa. Por este motivo, y como mejora, hubo capacitaciones y evaluaciones de las metodologías involucradas en el monitoreo y control de proyectos a todo el personal de la empresa.

3.7 Área de Proceso 6 – Medición y Análisis

Las actividades críticas que comprenden los procesos de desarrollo de software deben contar con registros de datos relativos a su desempeño, y que permitan realizar un análisis cuantitativo de los respectivos procesos. El resultado de este análisis debe servir para tomar decisiones, acciones correctivas y de re-planeación.

3.7.1 Documentos y procedimientos definidos para cumplir con el área de proceso

- **Meta Específica 1 - Alinear actividades de medición y análisis.** Para cumplir con esta meta se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:

1. En un documento formal se identificaron las necesidades de medición, alineadas con las necesidades de información y los objetivos estratégicos de la empresa, los procesos críticos del desarrollo de software.
2. Se definió como política organizacional que para los procedimientos de recolección de datos se deben utilizar las herramientas de software desarrolladas por la empresa.
3. Se escogió como herramienta de análisis de datos CoreStrategy.

- **Meta Específica 2 - Suministrar resultados de medición.**

Para cumplir con esta meta se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:

1. Se definió como primera política organizacional en este aspecto el realizar reuniones mensuales del comité de calidad para analizar los datos de medición.
2. En segunda instancia, se definió como política organizacional que los datos de medición y los resultados de análisis deben ser administrados y almacenados en las herramientas de apoyo.
3. Se definió un formato de comunicados escritos, que debe utilizarse para presentar los resultados de las mediciones e indicadores, y sus respectivos análisis.

3.7.2 Análisis, problemas encontrados y medidas correctivas

Para cumplir y mejorar en el área de proceso de medición y análisis, en la que se tenía poca experiencia, se conformó un grupo de trabajo permanente en la empresa, dedicado exclusivamente a las tareas relacionadas con el área de proceso, encontrándose como problema principal la dificultad para realizar la estimación de las medidas adecuadas para alinearse a los objetivos de la empresa. Para esto se hicieron lluvias de ideas, y por consenso se establecieron las métricas que se iban a manejar. El uso de las herramientas de software y los tableros de gestión han contribuido en el mejoramiento de la organización del trabajo, pues aportan significativamente en la toma de decisiones gerenciales, basados en el análisis de resultados, en la empresa.

3.8 Área de Proceso 7 – Administración de Proveedores

Esta área de proceso establece las metas que deben cumplirse con respecto a la gestión formalizada de proveedores, que debe estar definida y monitoreada, sobre todo en los aspectos de criterios y condiciones de aceptación de productos.

3.8.1 Documentos y procedimientos definidos para cumplir con el área de proceso

- **Meta Específica 1 - Establecer acuerdos con los proveedores.** Para cumplir con esta meta se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:
 1. Manual de aseguramiento de calidad para proveedores, donde se define el proceso de adquisición de productos.
 2. Formato de requisición de bienes y/o servicios, para registrar los datos del producto a adquirir.
 3. Guía de referencia para evaluación de proveedores, donde se definen los puntos de evaluación de proveedores.
 4. En documento formal se definieron los aspectos a tener en cuenta para establecer los acuerdos con proveedores.
 5. Formato de calificación mensual de desempeño, para registrar el seguimiento a los acuerdos con los proveedores.
- **Meta Específica 2 - Satisfacer los acuerdos con los proveedores.** Para cumplir con esta meta se definieron y establecieron los siguientes documentos y procedimientos:

1. Se definió como política organizacional, que la evaluación de los COTS debe realizarse por los comités directivos en conjunto con el coordinador del proyecto, basados en los acuerdos pactados con el cliente.
2. Formato para el plan de verificación y validación, para realizar seguimiento a la ejecución de acuerdos con el proveedor.
3. Otra política que se definió es que la aceptación de los productos depende de los resultados de los procesos de verificación y validación.

3.8.2 Análisis, problemas encontrados y medidas correctivas

En esta área de proceso se experimentaron inconvenientes para establecer los puntos específicos a tener en cuenta para la selección y contratación de los proveedores. Para solucionar este inconveniente se reunió el grupo de trabajo encargado del área con los líderes administrativos involucrados en los procesos de contratación y se debatieron los puntos claves a tener en cuenta, quedando documentado en el proceso de aseguramiento de calidad de proveedores.

La mayor o menor calidad en los sistemas que han generado estos proveedores es directamente dependiente de la calidad que ellos aplican en sus procesos de desarrollo de software. Por ello, con la implementación del área de proceso de administración de proveedores en la empresa desarrolladora de software, que se hace cargo de la relación con los subcontratistas de software en un ambiente de calidad, ha permitido realizar un manejo profesional y sistemático de las rela-

ciones con proveedores, lo cual ha redundado en mejor aprovechamiento de los tiempos y costos invertidos en dichas relaciones. El uso del modelo implementado también ha permitido que se pueda transmitir y exigir a los distintos proveedores de software los mismos niveles y estándares de calidad que la empresa desarrolladora de software aplica al interior de sí misma, de una manera clara y uniforme, facilitando el intercambio de información y la evaluación de los mismos y con ello permite seleccionar de manera sistemática, efectiva y directa, sólo a los que presenten mejores condiciones.

4. RESULTADOS

La implementación del nivel 2 del Modelo CMMI en la empresa desarrolladora de software ha tomado alrededor de dos años y medio. La empresa certificadora tomó como piloto de evaluación, cuatro proyectos desarrollados en la empresa, siendo en total diez los proyectos nuevos cumplidos con el nuevo modelo, hasta la fecha de la certificación. A continuación se

presentan los datos generales de la ejecución del proyecto:

- El grupo de trabajo para la implementación del modelo estuvo constituido, en promedio, por 36 personas.
- La disponibilidad de tiempo fue de seis horas/hombre semanales por parte de todo el grupo de trabajo, distribuidos en diferentes horarios laborales.
- El valor del recurso humano propio en promedio fue de \$17.000 (COP) hora/hombre.
- Del total de recursos destinados para la implementación del nivel 2 de CMMI en la empresa, el 34% fue empleado en la asesoría externa contratada, el 33% en la utilización del recurso humano propio, el 18% para actividades de capacitación a toda la organización y el 15% restante se utilizó en aspectos y gastos generales de operación. Esta distribución de recursos se ilustra en la Figura 2.

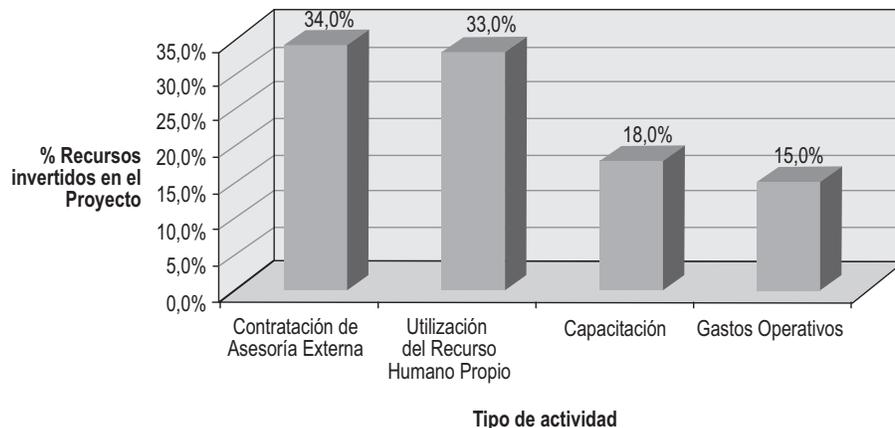


Figura 2. Distribución de recursos invertidos en el proyecto, por tipo de actividad

El uso y aplicación del nivel 2 de CMMI en la empresa se ha presentado cualitativamente de la siguiente forma:

La inversión de tiempo en el mantenimiento y aseguramiento de la calidad en lo operativo ha aumentado debido a la necesidad de diligenciar todos los documentos que requiere la gestión de las áreas de proceso, pero a su vez ha disminuido el tiempo de ejecución de las actividades dedicadas a los proyectos, dado que han disminuido los reprocesos. Como se ilustra en la Figura 3, en promedio (día/hombre) se usa el 25% del tiempo en el diligenciamiento de la documentación, el 55% del tiempo en la ejecución y/o desarrollo del producto o labor y el 20% del tiempo en reuniones de definición y seguimiento a los proyectos (datos empíricos estimados, suministrados por personal propio de la empresa). Si bien se adquirió disciplina en la documentación de los procesos como herramienta indispensable para el aseguramiento de la calidad, el tiempo dedicado a esta actividad claramente es muy

alto y se ha planteado como meta de los procesos en general, reducirla inicialmente al 20%. En este sentido, se evidencia la necesidad de desarrollar mecanismos que mejoren la eficiencia de los procesos de documentación, mecanismos que se irán definiendo en la medida en que la empresa continúe con la aplicación del modelo CMMI para alcanzar los niveles siguientes de madurez.

Es muy importante resaltar la importancia de la disminución del tiempo de desarrollo del producto, teniendo en cuenta que antes de la implementación del modelo para el nivel 2, los tiempos de desarrollo eran mucho más elevados y las actividades de gestión documental, definición y seguimiento no se llevaban a cabo formalmente o no se realizaban. Esto demuestra que, aunque implementar mecanismos de aseguramiento de la calidad puede resultar costoso en principio, los resultados se evidencian en este caso, con el mejoramiento de la eficiencia en el desarrollo del producto.

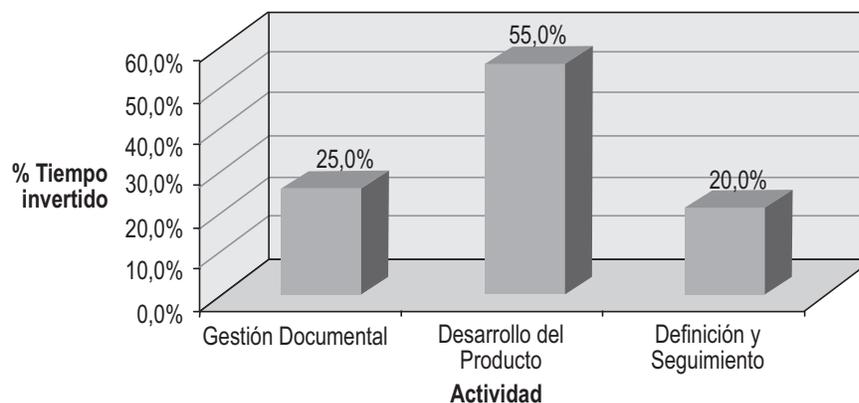


Figura 3. Distribución de tiempo invertido por tipo de actividad (%día/hombre)

La inversión de tiempo de coordinación se impactó en labores de seguimiento, revisión general de los proyectos, y en ejecución y análisis de indicadores. En promedio (día/hombre) se invierte el 40% del tiempo en actividades de seguimiento, el 20% en monitoreo general de los proyectos y 40% en la revisión y ejecución de indicadores (datos empíricos estimados, suministrados por personal propio de la empresa). Esto se ilustra en la Figura 4.

Es de resaltar el porcentaje de tiempo destinado a la revisión, análisis y ejecución de indicadores en lo relacionado con las labores de coordinación de los proyectos, pues el 40% del tiempo de coordinación se está invirtiendo no solo en la revisión de los indicadores sino en el análisis de los resultados obtenidos a partir de las actividades del proceso de desarrollo. Este análisis es indispensable para la obtención de información cuantitativa relacionada con la capacidad de los procesos y el programa de mejoramiento.

La inversión de tiempo a escala gerencial en la toma de decisiones ha

disminuido, según los resultados y análisis de los indicadores, apoyados en las herramientas de análisis con las que cuenta la empresa (no se cuenta con datos de distribución de tiempos a este nivel).

Todo el personal hace uso de los recursos de software que posee la empresa para agilizar y registrar el desarrollo de sus actividades. No obstante, no hay datos disponibles todavía de la correlación de la eficiencia ganada en las actividades por el uso de estas herramientas.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La implementación en la empresa de modelos de mejora en los procesos de desarrollo de software ha producido cambios positivos profundos en sus procesos organizacionales, llegando a transformar la cultura organizacional. Sin embargo, para que el impacto final fuera positivo fue necesario el manejo e intervención directos de la alta gerencia, incluso en aspectos y niveles operativos, para trascender el rol inicial de liderazgo que ésta tenía en el proyecto.

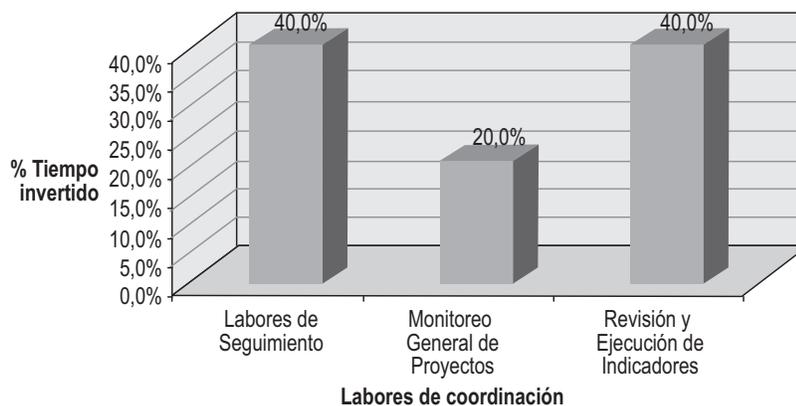


Figura 4. Distribución de tiempo en labores de coordinación (%día/hombre)

Los principales problemas que se presentaron tuvieron como causa la poca comprensión por parte de los equipos de desarrollo de los verdaderos objetivos y alcances de los procesos de mejoramiento, lo cual fue un factor de desmotivación para todo el personal del área. Para ello, la empresa tuvo que realizar varias capacitaciones y sesiones adicionales de talleres sobre el modelo, y contar con la asesoría externa para la aclaración de dudas.

Cabe mencionar que el modelo de CMMI fue desarrollado para cubrir dos objetivos: el primero, como modelo de medición para determinar el nivel de madurez de una empresa o de la capacidad de sus procesos; y el segundo, como guía de ayuda para la mejora de los procesos de desarrollo de software de una organización; sin embargo, todo esto está supeditado a la convicción real y a la disciplina que tenga la organización para comprometerse permanentemente con el mantenimiento de su calidad, pues por ejemplo, en el caso de la empresa objeto de estudio de este trabajo, aunque se tienen todas las herramientas y procedimientos que se requieren para tener una valoración positiva en el nivel 2 del modelo CMMI, por diversas circunstancias éstas no se están aplicando actualmente a todos los proyectos existentes en desarrollo, evidenciando el problema común de muchas organizaciones de concentrarse sólo en el logro de la certificación por el impacto en imagen y mercadeo, sin mantener la preocupación por la disciplina en la aplicación de los procesos definidos en el contexto de un verdadero cambio y de mejoramiento continuo en los procesos. Este es un aspecto al que es necesario prestarle mayor atención

y seguimiento, por cuanto plantea la divergencia que puede existir, como en algunos aspectos del caso presentado, entre la teoría del modelo y su aplicación en la práctica, incluso con la guía y asesoría de empresas de reconocida trayectoria y experiencia en el tema.

Igualmente es relevante mencionar que en la mayoría de los casos conocidos en Colombia, las organizaciones no cuentan con las métricas necesarias para evaluar el impacto de un proceso de mejoramiento como el presentado en este artículo. Lo anterior hace que determinar o evaluar el impacto real del modelo, al alcanzar un nuevo nivel de madurez en los procesos, se torna una tarea prácticamente imposible de cuantificar objetivamente. Aunque es posible recopilar información de la experiencia de otras empresas, incluso del mismo sector o con similares características, el ejercicio más importante es la autoevaluación que pueda realizar la organización sobre el impacto de sus esfuerzos de mejoramiento.

Son seis las categorías recomendadas por CMMI para evaluar el impacto en los procesos al alcanzar un nuevo nivel de madurez: costos de operación, duración de los procesos de desarrollo, productividad, calidad del producto, satisfacción del cliente y retorno de la inversión.¹⁰ Se recomienda entonces a las empresas que planeen iniciar el proceso de adopción del modelo CMMI como estrategia de mejoramiento, que comiencen cuanto antes la implementación de un modelo de medición e indicadores de proceso que permita generar métricas de desempeño, a partir de las que, posteriormente, pueda evaluarse

cuantitativamente la mejora alcanzada en cada una de las áreas.

Las inversiones para la implementación del modelo CMMI son considerables y pueden afectar presupuestalmente a pequeñas y medianas empresas. No obstante, en el caso de la entidad en cuestión, la percepción del Comité Directivo de la empresa desarrolladora de software, es que esta es una inversión que vale la pena por los resultados conseguidos y percibidos con la implementación del modelo y el mejoramiento de sus procesos alcanzado, manteniendo la reserva de las cifras de pesos invertidos.

Como trabajo futuro se espera poder continuar con el análisis de la evolución de los procesos implementados, y participar en el desarrollo de modelos estandarizados para el desarrollo de software para pequeñas empresas, como el "Life Cycle Processes for Very Small Enterprises (VSEs)" (en análisis por la ISO/IEC JTC1/SC7),^{11,12} que se basan en modelos como CMMI, IDEAL,¹³ TSP,¹⁴ PSP,¹⁵ MoProSoft,¹⁶ y cuyo ejercicio permita retroalimentar en ambas direcciones los trabajos que se realicen en el área.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Mark C. Paulk, Bill Curtis, Mary Beth Chrissis and Charles Weber. Capability Maturity Model, versión 1.1. IEEE Software, jul/ago 1993. Vol. 10, No. 4, pp. 18-27.
2. Departamento Gestión Gerencial, Documento Interno de la Empresa Desarrolladora de Software, 2003.
3. Whyman Davies. ISO 9000:2000-new ISO, new responsibilities for top management, IEEE Engineering Management Journal, oct 2000. Vol. 10, No. 5, pp. 244-248.
4. SEI-CMMI Product Team. CMMI® for Development, Version 1.2. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Ago. 2006.
5. Departamento Ingeniería Organizacional, Documento Interno de la Empresa Desarrolladora de Software, 2005.
6. The International Organization for Standardization. ISO 9001:2000 (Dec. 2000) Quality management systems.
7. Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement. Disponible en <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/01.reports/01hb001.html>, página veinte al 21/08/2008.
8. IEEE Computer Society. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2004.
9. Project Management Institute. Disponible en <http://www.pmi.org/>, página veinte al 21/08/2008.
10. Gibson Diane L., Goldenson Dennis R., Kost Keith. Performance Results of CMMI – Based Process Improvement. Agosto de 2006. Disponible en <http://www.sei.cmu.edu/pub/documents/06.reports/pdf/06tr004.pdf>, veinte al 21/08/2008.
11. The International Organization for Standardization. ISO/IEC JTC1/SC7 Working

Group 24 - Life Cycle Processes for Very Small Enterprises (VSEs). Disponible en: <http://profs.logti.etsmtl.ca/claporte/English/VSE/VSE.html>, vigente al 21/08/2008.

12. Laporte, C.Y., Standards Application in Very Small Enterprises, IEEE Computer, Oct. 2007, Vol. 40, No. 10, pp 22-32.
13. The IDEAL Model. Disponible en <http://www.sei.cmu.edu/ideal/>, página vigente al 21/08/2008.
14. Watts Humphrey. Introduction to the team software process – TSP. Addison Wesley, 2000.
15. Watts Humphrey. Introduction to the personal software process – PSP. Addison Wesley, 1997.
16. Hanna Oktaba. Modelo de Procesos para la Industria de Software – MoProSoft. Disponible en <http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/>, Febrero de 2007.

CURRÍCULOS

Katherine Picazzo M. (Ingeniera de Sistemas y Computación de la

Universidad Javeriana. Actualmente es Coordinadora de Calidad en el área de desarrollo de proyectos de software, y Coordinadora de Implementación de modelos de procesos.

Norha M. Villegas M. Ingeniera de Sistemas con Énfasis en Administración e Informática y especialista en Gerencia de Informática Organizacional de la Universidad Icesi. Actualmente es profesora de tiempo completo e investigadora del grupo de investigación DRISO de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Icesi.

Gabriel Tamura M. Ingeniero de Sistemas y Computación de la Universidad Javeriana y Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de los Andes. Actualmente es el Director de la Maestría en Gestión de Informática y Telecomunicaciones de la Universidad Icesi, en donde dirige también el grupo de investigación en Desarrollo e Ingeniería de Software (DRISO). ☀