

Universidad de las Ciencias Informáticas FACULTAD 3



Procedimiento para la aplicación de un modelo de procesos
que guíe la producción de software de la Facultad 3.

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor(es): Lídice López Fernández
Osley Delgado Izquierdo

Tutor: Ing. Carlos Hidalgo García

Co-tutor (es): Dra. Sayda Coello González
Lic. Yoan Martínez Márquez

Ciudad de La Habana, mayo 2007.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos al Departamento de Informatización de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Lídice López Fernández
Autor

Osley Delgado Izquierdo
Autor

Carlos Hidalgo García
Tutor

OPINIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE DIPLOMA

Sobre el Trabajo de Diploma presentado para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Título: Procedimiento para la aplicación de un modelo de procesos que guíe la producción de software de la Facultad 3.

Autores: Osley Delgado Izquierdo y Lídice López Fernández.

El tutor del presente trabajo de diploma considera que durante su ejecución los diplomantes han mostrado total independencia, creatividad y responsabilidad en la solución a situaciones inéditas para ellos. Han aplicado conocimientos adquiridos en su formación, demostrando dominio e integralidad en el manejo de técnicas de investigación y análisis de problemáticas.

El documento presenta calidad, es de utilidad y cumple con los requisitos necesarios y objetivos trazados.

La aplicación de las experiencias expresadas en el documento servirá de gran ayuda para guiar la producción de software en la facultad.

Por todo lo anteriormente expresado se puede plantear que los diplomantes han cumplido los objetivos propuestos, por lo que le propongo el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas, con una calificación máxima de 5 puntos.

Ing. Carlos Hidalgo García

Fecha

"Nosotros tenemos que encontrar el punto ideal en la calidad, (...) producir no solamente más, sino mejor (...)"

Ernesto Che Guevara.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres por confiar y darnos apoyo en todo momento.

A nuestras familias por estar a nuestro lado cada vez que los necesitamos.

Agradecemos a la Revolución Cubana por darnos la posibilidad de formarnos y graduarnos como Ingenieros en Ciencias Informáticas.

A nuestros tutores, que a pesar de tener otras responsabilidades, supieron dedicarnos el tiempo necesario para guiarnos en el desarrollo de la investigación.

A los profesores que nos proporcionaron la mayor parte de los conocimientos en toda la carrera, especialmente a Pascual y Dariela por su desinteresada ayuda.

A nuestros amigos del alma Natalí y Guelmis, que nos apoyaron en todo momento.

A nuestro amigo y vecino Enrique Velásquez, por guiarnos en la investigación.

A la dirección de calidad de la universidad, especialmente al compañero Ramses Delgado por su ayuda incondicional.

A nuestros compañeros(as) de aula, que durante cinco años compartieron con nosotros y nos apoyaron para terminar la carrera.

A todas aquellas personas que nos brindaron su ayuda cuando los necesitamos.

A todos los que se preocuparon porque esta investigación se desarrollara con calidad.

Gracias.

A mi familia por estar siempre, tanto en las buenas como en las malas.

A mi suegra, que es más que eso, una madre.

A mi novia por estar a mi lado cada vez que la necesité.

A todas aquellas personas que confiaron en que sí podía.

Osley.

A mi papá que aunque no ha estado a mi lado en estos últimos años le agradezco haberme querido tanto y guiarme por el mejor camino.

A mi mamá que siempre me ha apoyado y me ha dado tanta fuerza y amor para seguir adelante a pesar de las dificultades.

A mi novio por su preocupación durante estos 5 años y por todos los momentos lindos que me ha regalado con todo su amor.

A todos mis tíos, mis primos, especialmente a mis tíos Arelis, Erniquito y Rolando por haberme ayudado a comenzar mi carrera y compartir conmigo momentos malos y buenos durante estos 5 años.

A mis suegros que los considero como integrantes de mi familia.

A mi vecina Mariela y a su familia por su preocupación constante por mis estudios.

A las amistades de mi papá de su centro de trabajo especialmente Casanella y Carlos Miguel.

A todos aquellos que siempre estuvieron al tanto del estado de la tesis y me respondieron con un frase alentadora. Gracias a todos.

Lídice.

A mis padres y a mi hermano que son la más importante en mi vida.

A mi familia.

Osley.

A mis padres que son mi mayor tesoro.

A mi familia.

Lídice.

RESUMEN

En vista de alcanzar una producción de software con una mayor calidad surgieron una serie de modelos y normas para este sector, que evidencian que las verdaderas ventajas de una organización nacen de la relación entre todas y cada una de las actividades, y no de las obtenidas de manera aislada. (EMA 2005)

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), fue creada con el fin de desarrollar la Industria del Software Cubana. En la actualidad, la UCI está llevando a cabo una gran cantidad de proyectos productivos utilizados como soporte en la informatización del país.

En la Facultad 3 de dicha institución se han evidenciado problemas con la calidad del software debido a las dificultades que se han presentado con la captura de requisitos, la planificación de los proyectos, en ocasiones los errores relacionados con el software no se detectan a tiempo, así como tampoco se ha establecido un método para la mejora continua de los procesos. Todo esto es provocado por la no incorporación de un modelo de procesos que guíe el desarrollo del software a lo largo del ciclo de vida, lo que trae consigo que el producto final no tenga la calidad requerida.

Para darle solución a los problemas existentes en la Facultad 3 se presenta esta investigación con la propuesta de un procedimiento basado en un modelo de procesos que guíe de manera eficiente la producción de software de la facultad y permita mejorar la calidad de los productos obtenidos. Esto se alcanza haciendo un estudio de los modelos de procesos más usados tanto a nivel internacional como nacional, especificando la evolución que estos han tenido en el transcurso del tiempo, así como las ventajas y desventajas que traen consigo con el propósito de seleccionar el modelo más favorable, detallando sus características principales. El procedimiento se basa en el modelo de procesos CMMI v1.2 apoyado en la metodología RUP.

Tabla de Contenidos

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
1.1 INTRODUCCIÓN.....	6
1.2 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS.....	6
1.3 MODELOS DE PROCESOS USADOS TANTO A NIVEL INTERNACIONAL COMO NACIONAL.....	8
1.3.1 Modelos de procesos usados a nivel nacional.....	9
1.3.2 Modelos de procesos usados en la UCI.....	10
1.3.3 Modelos de procesos usados a nivel internacional.....	11
1.4 COMPARACIÓN ENTRE MODELOS ANALIZADOS.....	20
1.5 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO COMPARATIVO.....	21
1.6 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE CMMI v1.2.....	22
1.6.1 Niveles de madurez en CMMI.....	22
1.6.2 Disciplinas o áreas de conocimiento.....	23
1.6.3 Representaciones del modelo CMMI v1.2.....	24
1.6.4 Componentes del modelo CMMI.....	27
1.6.5 Metas y Prácticas Genéricas de los procesos en CMMI.....	29
1.7 RUP-CMMI.....	30
1.7.1 Beneficios RUP-CMMI.....	32
1.8 CONCLUSIONES.....	33
CAPÍTULO 2: PROCEDIMIENTO DE CMMI V1.2 PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FACULTAD 3.....	34
2.1 INTRODUCCIÓN.....	34
2.2 ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE SOFTWARE EN LA FACULTAD 3.....	34
2.2.1 Misión de los Polos Productivos.....	36
2.3 PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE SOFTWARE DE LA FACULTAD 3.....	39
2.3.1 Propuesta de categorías para la Facultad 3.....	40
2.3.2 Estructura de las áreas de procesos.....	42
2.3.3 Representación recomendada para el proceso productivo de la facultad.....	55
2.3.4 Método para la mejora de procesos.....	71
2.3.5 Herramienta recomendada para la evaluación de procesos.....	72
2.4 CONCLUSIONES.....	74

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	75
3.1 INTRODUCCIÓN.	75
3.2 RESULTADOS ARROJADOS POR LAS ENTREVISTAS Y ENCUESTAS.....	75
3.3 NIVEL DE MADUREZ Y CAPACIDAD DE LOS PROYECTOS.	79
3.4 ANÁLISIS DE RUP-CMMI EN LOS PROYECTOS DE LA FACULTAD.	80
3.5 CRITERIOS DE PERSONALIDADES ACERCA DE LA GUÍA.....	89
3.6 CONCLUSIONES.	91
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
BIBLIOGRAFÍA.....	96
GLOSARIO DE TÉRMINOS	99

INTRODUCCIÓN

La industria del software ha alcanzado un gran auge en los últimos años conjuntamente con el concepto errado de producir cada vez más, pero, ¿han pensado si se han desarrollado todas las prácticas necesarias a la hora de llevar a cabo un software con la calidad requerida?, por supuesto que no es así, ya que existen tendencias en el mundo de producir contra calendarios o solamente pensar que el control de las prácticas de calidad va a requerir mucho tiempo y por tanto, en muchas ocasiones se obvian, lo que trae como consecuencia que finalmente los resultados obtenidos no sean favorables.

Dada la naturaleza lógica del producto, se asume que la calidad de un sistema de software depende de la calidad del proceso usado para desarrollarlo. Los modelos de evaluación y mejora de procesos, y su estandarización, han tomado un papel determinante en la identificación, integración, medición y optimización de las buenas prácticas existentes en la organización y desarrollo del software. (MANUEL DE LA VILLA 2004)

Nuestro país no ha pasado desapercibido por los grandes cambios que se han llevado a cabo en la industria del software y como consecuencia ha trazado una estrategia que contribuya al desarrollo cada vez más de esta industria que revierte grandes beneficios. Como resultado de esta estrategia se creó la Universidad de las Ciencias Informáticas con el fin de contribuir a la informatización del país y la competitividad de la Industria del Software Cubana en el mercado a nivel mundial. Actualmente en la UCI se están llevando a cabo una gran cantidad de proyectos productivos utilizados como soporte en la informatización del país. En la Facultad 3 de dicha institución, se han detectado errores que atentan contra la calidad del software

Situación problemática

Actualmente en la Facultad 3 se llevan a cabo una serie de proyectos. Los software elaborados presentan problemas de calidad debido a que no se utiliza un modelo de procesos específico que guíe de manera eficiente la producción del software, ayude a medir y analizar con facilidad los proyectos, identifique y detecte a tiempo los problemas existentes, así como las posibles soluciones a llevar a cabo.

La polémica antes expuesta es consecuencia de algunas deficiencias señaladas por el Vicedecano de producción de la facultad en entrevistas efectuadas con el objetivo de conocer la situación actual de los proyectos, donde se enumeraron los problemas que aparecen a continuación:

1. No se ha realizado una adecuada captura de los requisitos.
2. No se ha hecho una correcta planificación de los proyectos, lo que trae consigo que los tiempos de desarrollo sean mayores que los planeados en ocasiones.
3. No se pueden detectar con antelación los problemas del software.
4. No hay establecido un método para la mejora continua de los procesos.

Todos estos problemas han traído consigo que el producto final no tenga la calidad requerida, que se desperdicie gran cantidad de recursos y de tiempo, prevaleciendo la insatisfacción del cliente.

Problema científico:

La no incorporación de un procedimiento a la producción de software de la Facultad 3 impide en ocasiones, que se puedan identificar y detectar a tiempo los problemas existentes en el desarrollo del software y se guíe de manera eficiente el proceso productivo de la facultad.

Objetivo general:

Realizar un procedimiento que guíe de manera eficiente la producción de software de la Facultad 3.

Objeto de la investigación:

Modelo de procesos para la producción de software.

Campo de acción:

Modelo de procesos para la producción de software de la Facultad 3.

Hipótesis:

Si se valoran modelos de procesos de software internacionales, se realizará un procedimiento basado en el modelo seleccionado, que guíe y mejore la producción de software.

Para darle cumplimiento al objetivo que se persigue con la elaboración de la investigación y demostrar la hipótesis planteada anteriormente, se proponen las siguientes **tareas de la investigación**:

1. Realizar entrevistas a personas especializadas en el tema que contribuyan al desarrollo de la investigación.
2. Aplicar encuestas a estudiantes vinculados a proyectos de la Facultad 3 para conocer la situación actual del tema a investigar.
3. Hacer un estudio comparativo de algunos de los modelos de procesos más usados para seleccionar el más conveniente.
4. Investigar profundamente todos los aspectos relacionados con el modelo seleccionado.
5. Estudiar el proceso de producción de la Facultad 3.
6. Elaborar un procedimiento a partir del modelo seleccionado con vistas a aplicarlo a la producción de software de la Facultad 3 en cursos posteriores.
7. Validar la propuesta con criterios de personalidades.

Métodos científicos de la investigación:

Los métodos de investigación usados son el teórico y el empírico. Como método teórico se empleó el **Analítico-Sintético** analizando las teorías, documentos, etc., para extraer los elementos más importantes que se relacionan con el objeto de estudio.

Además se utilizó el **Histórico-Lógico** ya que ayuda a comprobar teóricamente datos históricos que han ido evolucionando en un período de tiempo.

Como métodos de investigación empírico se usaron la **Entrevista** y la **Encuesta** con el propósito de obtener información, experiencias, ideas, puntos de vistas, que contribuyan al desarrollo de la investigación y aporten conocimientos específicos del tema.

Resultado de la investigación:

Contribuir en la mejora de la producción de software de la Facultad 3 con la propuesta de un procedimiento que guíe de manera eficiente el proceso productivo de la facultad, en vista de obtener productos con calidad.

El presente trabajo está compuesto por tres capítulos que incluyen todo lo relacionado con la investigación.

Capítulo 1: Contiene los conceptos necesarios para el desarrollo del trabajo. Se realiza un estudio comparativo de algunos de los modelos de procesos usados en el ámbito nacional e internacional con el objetivo de seleccionar el modelo más conveniente para la producción de software de la Facultad 3, especificando las características del mismo. Además, se reflejan los beneficios de aplicar el modelo de procesos CMMI v1.2 apoyado en la metodología RUP.

Capítulo 2: Describe la organización del proceso productivo de la Facultad 3. Se elabora un procedimiento que guíe de manera eficiente el desarrollo de la producción detallando las áreas de procesos por categorías, la estructura de las mismas, las representaciones recomendadas que propone el modelo de procesos CMMI v1.2 según los objetivos que se persigan, indicando los pasos indispensables para alcanzar la capacidad y madurez necesaria para obtener productos con calidad. Además se exhorta a usar el método IDEAL para la mejora continua de los procesos y el uso de la herramienta Appraisal Wizard para la evaluación de los mismos.

Capítulo 3: Se muestran los resultados de las entrevistas y las encuestas realizadas. Se refleja el nivel de madurez y de capacidad que presentan los proyectos de la Facultad 3 actualmente. Se realiza un análisis del uso de RUP-CMMI con el objetivo de que se alcance para el próximo curso el nivel 2 de madurez, reflejando el grado de implementación de las prácticas que establece CMMI v1.2 llevadas a cabo por RUP. También se recogen criterios de personalidades sobre la propuesta planteada en el capítulo 2 con el propósito de obtener críticas que la mejoren.

Capítulo

1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1 Introducción.

En la actualidad ha aumentado la complejidad con la que se desarrollan los sistemas de información para la industria, por lo que resulta difícil generar productos que cumplan cabalmente con las expectativas del cliente, surgiendo así, la necesidad de definir métodos más eficaces, lo que ha derivado en un esfuerzo sostenido en la búsqueda de la calidad del software. En este capítulo se realiza un estudio comparativo de algunos de los modelos de procesos usados actualmente tanto a nivel internacional como a nivel nacional, especificando los que se utilizan en la UCI para el desarrollo del software. Se describen las características principales del modelo seleccionado y se detallan los beneficios que trae consigo la aplicación del modelo de procesos CMMI v1.2 apoyado en la metodología RUP.

1.2 Definición de conceptos.

Procedimiento

Forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso. (RENIER PÉREZ GARCÍA 2006)

Modelo de Procesos

Es un conjunto estructurado de elementos que describen características de procesos efectivos y de calidad. Un modelo indica "Qué hacer", no "Cómo hacer", ni "Quién lo hace". (HUACOTO 2002-2007)

Proceso

Es un conjunto de prácticas que se ejecutan con un propósito determinado, las cuales transforman entradas en salidas, que son de valor para el cliente. El proceso puede incluir herramientas, métodos, materiales y/o personas. (HUACOTO 2002-2007)

Evaluación de proceso

Se define como el examen disciplinado de los procesos usados en una organización junto a un conjunto de criterios, para determinar la capacidad de esos procesos para ser realizados dentro de los objetivos de calidad, costo y planificación. El propósito es caracterizar la práctica actual, identificando debilidades y fortalezas, y la habilidad del proceso para controlar o evitar las causas de baja calidad, desviaciones en costo o planificación. (MANUEL DE LA VILLA 2004)

Madurez

Atributo de las organizaciones que desarrollan o mantienen los sistemas de software. En la medida que estas llevan a cabo su trabajo siguiendo procesos y en la que estos se encuentran homogéneamente implantados, definidos con mayor o menor rigor; conocidos y ejecutados por todos los equipos de la empresa; y medidos y mejorados de forma constante, las organizaciones serán más o menos “maduras”. (PALACIO 2006)

Capacidad

Atributo de los procesos. El nivel de capacidad de un proceso indica si sólo se ejecuta, o si también se planifica, se encuentra organizado y formalmente definido, se mide y se mejora de forma sistemática. (PALACIO 2006)

Calidad

Según **Deming**, como el grado predecible de uniformidad y conformidad a un bajo costo que se ajuste a las necesidades del mercado.

Según **Crosby**, como cumplir con los requisitos.

Según **Feigenbaum**, como el conjunto total de las características del producto de marketing, ingeniería, fabricación y mantenimiento, a través del cual el producto en uso satisface las expectativas del cliente.

Según **Jurán**, como la idoneidad o aptitud para el uso.

Por todo esto se puede definir la calidad como “proceso de mejoramiento continuo, donde todas las áreas de la empresa participan activamente en el desarrollo de los productos y servicios, satisfaciendo las necesidades del cliente, alcanzando mayor productividad”.

(RODRÍGUEZ 2002)

Norma de calidad

Es un documento, establecido por consenso y probado por un organismo reconocido (nacional o internacional), que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para las actividades de calidad o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en el contexto de la calidad. Las principales organizaciones internacionales, emisoras de normas de calidad son: ISO (Organización Internacional de Estándares) y IEC (Comisión Electrotécnica Internacional).

(WIKIPEDIA 2007e)

1.3 Modelos de procesos usados tanto a nivel internacional como nacional.

Tanto a nivel internacional como nacional se usan diversos modelos que describen características de procesos efectivos y de calidad que indican “**Qué hacer**”. Entre estos se pueden mencionar: ISO, CMMI, MoProSoft, SPICE, IEEE, y otros, destacándose ISO como uno de los modelos más usado en nuestro país.

1.3.1 Modelos de procesos usados a nivel nacional.

Los modelos de procesos que se están usando actualmente en Cuba se rigen por la familia NC ISO 9000, 9001 y 9004, modelos rectores adoptados por Cuba que se aplican en todas las ramas de la economía, usadas con el fin de obtener productos con una buena calidad.

Entre los modelos adoptados por Cuba usados en la industria del software vigentes actualmente, se pueden mencionar el modelo NC ISO 9001:2001, NC-ISO-IEC 12119: 2005 y NC-ISO/IEC 9126-1:2005. (NORMALIZACIÓN 2007)

✓ NC ISO 9001:2001.

Está conformado por 15 procesos, entre los cuales se encuentra el proceso de producción de software, el cual tiene la característica de ser uno de los procesos operativos que involucra a diferentes áreas de la empresa que desarrollan software en diferentes ambientes y es controlado por 4 procesos estratégicos: el proceso de calidad, el proceso de innovación, el proceso comercial y el proceso contable financiero. Un aspecto importante en la implantación del proceso de software ha sido la preparación del personal en la utilización de los diferentes procedimientos y en la retroalimentación del uso de los mismos para la mejora continua. (LLERENA 2007)

✓ NC-ISO-IEC 12119: 2005.

Es una norma aplicable a los paquetes de software, la cual establece:

- Requisitos para paquetes de software (requisitos en cuanto a calidad).
- Instrucciones de cómo comprobar el cumplimiento de esta serie de requisitos (instrucciones de comprobación, en particular para comprobación a terceros).

Esta norma solo se refiere a paquetes de software ofertados y entregados, sin tener en cuenta el proceso de producción. El sistema de calidad de un proveedor no está incluido en el alcance de esta Norma Cubana. (NORMALIZACIÓN 2005b)

✓ **NC- ISO/IEC 9126-1:2005.**

Permite especificar y evaluar la calidad del producto de software desde las perspectivas de aquellos asociados con la adquisición, regulación, desarrollo, uso, evaluación, soporte, mantenimiento, aseguramiento de la calidad y auditoría del software.

Puede ser utilizada por los programadores, los clientes, el personal de aseguramiento de la calidad y los evaluadores independientes, particularmente los responsables de especificar y evaluar la calidad de los productos de software. El modelo de calidad definido en esta parte de la NC ISO/IEC 9126 puede usarse para:

- Validar la integridad de la definición de los requisitos.
- Identificar los requisitos del software.
- Identificar los objetivos del diseño del software.
- Identificar los objetivos de ensayo del software.
- Identificar los criterios de aseguramiento de la calidad.
- Identificar los criterios de aceptación para un producto de software terminado.

(NORMALIZACIÓN 2005a)

Ejemplo de empresa cubana que usa modelo de procesos.

La Casa de Software Sigta de ETECSA es una empresa cubana que llevando a cabo buenas prácticas cumplió con las exigencias que propone CMM, alcanzando el nivel 2 y logrando de esta manera resultados evidentes con la aplicación de este modelo de procesos.

(MARTHA DELGADO DAPENA 2007)

1.3.2 Modelos de procesos usados en la UCI.

Actualmente en la UCI no se usa un modelo de procesos en específico, ya que ninguno de los modelos de procesos se adapta al 100% debido a la compleja estructura productiva que posee la misma, por lo que la tendencia es crear un modelo a partir de varios, usando plantillas predeterminadas de modelos como CMMI, IEEE, MoProSoft, ISO. (RAMSES DELGADO 2007)

La dirección de calidad de software de la institución entendió conveniente usar las fortalezas que brindan algunos de estos modelos para lograr la calidad de los procesos que conforman los sistemas de software que se producen en la institución, debido a que la calidad de los mismos depende de los procesos usados para desarrollarlos. El principal objetivo que se persigue con el uso de estos modelos es lograr una buena planificación de los proyectos, definición de los procesos, gestión de la configuración, así como la gestión de los proyectos que se producen en la UCI.

1.3.3 Modelos de procesos usados a nivel internacional.

A nivel internacional se emplean diversos modelos como se puede apreciar en la figura 1.

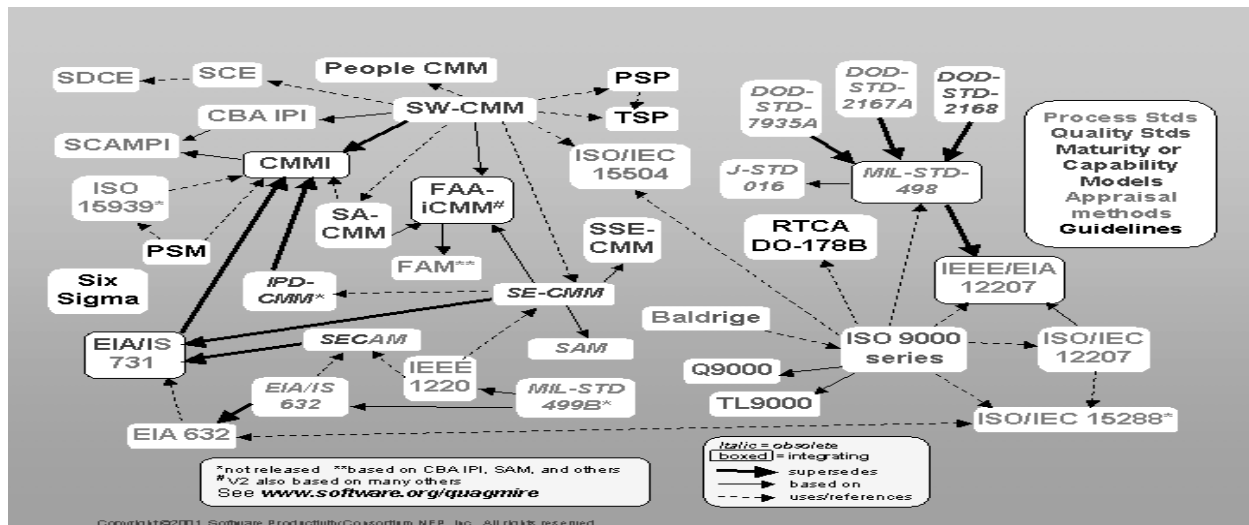


Figura 1 Modelos de Procesos.

(MANUEL DE LA VILLA 2004)

✓ ISO 9001.

Es un conjunto de estándares internacionales para sistemas de calidad. Diseñado para la gestión y aseguramiento de la calidad, especifica los requisitos básicos para el desarrollo, producción, instalación y servicio a nivel de sistema y a nivel de producto.

Evolución del estándar.

Publicado en 1987, revisado en 1994 y actualizado nuevamente en el año 2000. La versión del 94 establecía un conjunto básico mínimo de requisitos para el establecimiento y mantenimiento del sistema de gestión y aseguramiento de la calidad para la ingeniería del software. Se concibe como una metodología de procesos basada en una lista de comprobaciones o requisitos a cumplir, umbral de calidad, valorado apto o no apto, simplicidad que la ha hecho mundialmente extendida.

En la ISO 9001:2000, se produce un movimiento desde una aproximación prescriptiva, basada en el procedimiento a unas prácticas de gestión de la calidad moderna, apoyadas en una aproximación orientada al proceso, en la búsqueda de la satisfacción del cliente y la mejora continua.

ISO 9001 e ISO 9004 se han desarrollado como un par coherente de normas, complementándose. Mientras ISO 9001 se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente, ISO 9004 se recomienda para organizaciones que persiguen la mejora continua, sin afán certificador.

Características.

Se denominan “Modelos para el aseguramiento de la calidad”.

- Los requisitos de calidad establecidos en la norma, actúan como complementos de los requisitos técnicos de un servicio o producto.
- Establecen el QUÉ no el CÓMO.
- Están orientadas al PROCESO no al PRODUCTO:
 - La calidad del proceso asegura mayores probabilidades de un producto de calidad.

Estructura del estándar.

La nueva familia de estándares es la siguiente:

- ISO 9000: Fundamentos y vocabulario.
- ISO 9001: Requisitos para el aseguramiento de la calidad.
- ISO 9004: Directrices para la mejora del rendimiento.
- ISO 9011: Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.

Aspectos positivos.

- Amplia aplicabilidad en cualquier industria y entorno.
- Abarca la mayoría de las áreas funcionales de una organización: gestión, recursos humanos, producción, ingeniería y calidad.
- Reconocimiento y apariencia internacional, marca de reconocido prestigio.
- Libertad de implementación y de interpretación de los requisitos.
- Incrementa las oportunidades de negocio en ciertos mercados y mejora la satisfacción del cliente.
- Aumento de los ingresos.
- Respuesta rápida y flexible a las oportunidades y amenazas del mercado.
- Aumento de la eficacia en el uso de los recursos.
- Mejora de la fidelidad del cliente.

Aspectos negativos.

- No proporciona información de cómo aplicarlo a empresas de menor tamaño.
- A causa de la amplia aplicabilidad del estándar ISO, hay pocas directrices para su implementación en algunas industrias o campos específicos.
- No existen directrices para su aplicación en una división o en una sucursal de una gran empresa.
- No es específica para la industria de software.

(MANUEL DE LA VILLA 2004)

✓ **CMMI v1.2.**

Capability Maturity Model Integration – Modelo de Madurez de Capacidad Integrado. Es un modelo de mejora de calidad de los procesos de desarrollo de software.

El modelo CMMI constituye un marco de referencia de la capacidad de las organizaciones de desarrollo de software en el desempeño de sus diferentes procesos, proporcionando una base para la evaluación de la madurez de las mismas y una guía para implementar una estrategia para la mejora continua de los mismos.

El propósito del modelo de Madurez de Capacidad Integrado (CMMI), es guiar a las organizaciones en la tarea de mejorar sus procesos y su habilidad para organizar, desarrollar, adquirir y mantener productos y servicios informáticos.

Es el modelo más utilizado en la industria del software, no sólo en los Estados Unidos, sino en el mundo entero, por lo que representa el estándar para la industria del software. El modelo mide la capacidad del proceso para desarrollar un software con calidad, incrementando la predictibilidad para terminar los proyectos en costo, tiempo y con la calidad que el cliente espera. (EMA 2005)

Evolución del estándar.

A partir de noviembre de 1986, el SEI a petición del Gobierno Federal de los Estados Unidos de América, desarrolló una primera definición de un modelo de madurez de procesos en el desarrollo de software, que se publicó en septiembre de 1987.

Después de cuatro años de experiencia con la versión preliminar del cuestionario de madurez, el SEI desarrolló el **Modelo de Madurez de Capacidad para el Proceso de Desarrollo del Software (SW-CMM)**.

La versión inicial del CMM (versión 1.0) se difundió en 1991 y fue utilizada y revisada durante 1991 y 1992, para finalmente dar lugar, en 1993, a la última versión del CMM (versión 1.1).

En noviembre de 1995 el SEI publica el **Modelo de Capacidad y Madurez en la Ingeniería de Sistemas (SE-CMM)**, dedicado a las actividades de ingeniería de sistemas. En 1997 propone el **Modelo de Capacidad y Madurez para el Desarrollo Integrado de Productos (IPD-CMM)**.

En agosto del 2006, el SEI publicó CMMI for Development (CMMI-DEV), versión 1.2, lo que constituye una mejora de CMMI-SE/SW/IPPD/SS, versión 1.1. La versión 1.2 tiene el propósito de mejorar la calidad de productos y la consistencia de cómo se aplican.(EMA 2005)

Aspectos positivos.

- Incluye prácticas de institucionalización, que permiten asegurar que los procesos asociados con cada área de proceso sean efectivos, repetibles y duraderos, mediante características comunes como: compromiso de la realización, capacidad de realización, actividades realizadas, mediciones y análisis, y la verificación de la implementación.
- Brinda una guía paso a paso para la mejora, a través de niveles de madurez y capacidad.
- Posibilita la transición del 'aprendizaje individual', al 'aprendizaje de la organización' por mejora continua, lecciones aprendidas y uso de bibliotecas y bases de datos de proyectos mejorados.

Aplicaciones.

1. Es un modelo que:
 - Describe los elementos claves de un proceso de software efectivo.
 - Describe el mejoramiento evolutivo que una organización de software debe realizar para ir de un proceso inmaduro a un proceso disciplinado y maduro.
 - Cubre las actividades de planificación, administración e ingeniería del proceso de desarrollo y mantención de software.
2. Implementa un marco ordenado y disciplinado para:
 - Mejorar los procesos de desarrollo y mantención de software.
 - Aumentar la calidad de los productos.
 - Disminuir las crisis en los proyectos.
 - Disminuir los costos anormales.
 - Aumentar la satisfacción del cliente.
3. Mejora la habilidad para alcanzar las metas de costo, planificación, funcionalidad y calidad del producto.

(HERNÁN MORAGA 2004)

Aspectos negativos.

- El CMMI puede llegar a ser excesivamente detallado para algunas organizaciones.
- Puede ser considerado prescriptivo.
- Requiere mayor inversión para ser completamente implementado.

✓ **ISO 15504** (SPICE, Software Process Improvement and Capability Determination).

ISO/IEC 15504 es un emergente estándar internacional de evaluación y determinación de la capacidad y mejora continua de procesos de ingeniería del software, con la filosofía de desarrollar un conjunto de medidas de capacidad estructuradas para todos los procesos del ciclo de vida y para todos los participantes.

Evolución del estándar.

En 1991 ISO/IEC JTC1/SC7 aprueba un estudio para investigar la necesidad y los requisitos para un estándar de evaluación del proceso software, llegando a la conclusión (1992) de que había un consenso internacional. El proceso de desarrollo y validación empírica (proyecto SPICE) se ha alargado diez años. En 1998 se publica la primera versión del estándar como Informe Técnico (en 1995 se publica como 'borrador'), evolucionando posteriormente hasta Estándar Internacional, con la realización de tres fases de pruebas, la Fase 1 (1995) con la idea de validar las decisiones de diseño y usabilidad del borrador, la Fase 2 (1996-1998) sumaba a los objetivos anteriores una guía de aplicación revisando la consistencia, validez, adecuación, usabilidad y portabilidad de SPICE. La Fase 3 (hasta marzo de 2003, en que se cierra el proyecto SPICE) se realiza con la idea de aportar entradas y publicar el estándar ISO. Tras los Trials comienza la fase de Benchmarking (actual fase), con la idea de recolectar datos de los procesos de evaluación y analizarlos, comenzando la publicación de partes del estándar.

Estructura del estándar.

ISO/IEC desarrolla un modelo 2-D de evaluación de la capacidad del proceso, donde se valora la organización de desarrollo del software en la dimensión del proceso, contra los atributos del proceso en la dimensión de capacidad. La primera versión estructuraba el modelo en nueve partes, pero en aras de reducir el tamaño del estándar, se decide que se divida en cinco partes:

- Parte 1. Conceptos y Vocabulario.
- Parte 2. Realizando una Evaluación (Requisitos, normativa).
- Parte 3. Guía para la Realización de Evaluaciones.
- Parte 4. Guía para el Uso de Resultados de Evaluaciones.
- Parte 5. Un Modelo de Evaluación de Procesos Ejemplar.

Aspectos positivos.

- Primer modelo de procesos de 2 dimensiones, las que son independientes para los procesos y la capacidad.
- Inicialmente recogía una escala refinada de procesos de 9 atributos y 6 niveles, que posteriormente fue mejorada con la desaparición de la escala de procesos.
- Define un conjunto de criterios de conformidad para permitir la comparación de modelos externos de procesos y encontrar requisitos comunes.

Aspectos negativos.

- En un principio se pensaba que el dominio de procesos debería ser más amplio para abarcar todos los posibles ciclos de vida, siendo difícil que todos los atributos de los procesos fueran universales, aplicables a todos los procesos y prácticas base.
- La dimensión de la capacidad ha alcanzado un alto grado de dificultad y existen solapamientos con la dimensión de los procesos.
- La complejidad de las evaluaciones (y por consiguiente el costo) es significativamente más alta que en otros modelos.

(MANUEL DE LA VILLA 2004)

✓ **MoProSoft.**

Es un modelo de procesos para la industria de software mexicano, que fomenta la estandarización de su operación a través de la incorporación de las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software. La adopción del modelo permite elevar la capacidad de las organizaciones que desarrollan o mantienen software para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad.

Evolución del estándar.

Surge como iniciativa del Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT), Plan de la Secretaría de Economía de México que forma parte del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. PROSOFT tiene siete líneas estratégicas, siendo la sexta la que ha dado origen a MoProSoft: "Alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos".

Al comenzar el desarrollo de esta línea estratégica se evaluó la adopción de los modelos: ISO 9000, ISO 15504, SW-CMM. El resultado de la evaluación fue: "Ninguno de los estándares o modelos cumple con los requisitos expresados por la industria nacional", y se decidió la elaboración de un modelo adecuado para las características de las empresas mexicanas, que se basaría en los modelos evaluados. En base a esta decisión la Secretaría de Economía encargó la elaboración de dicho modelo a la Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería del Software (AMCIS), en colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La primera versión de MoProSoft se publicó en diciembre de 2002.

(WIKIPEDIA 2007c)

Estructura del estándar.

El modelo pretende apoyar a las organizaciones en la estandarización de sus prácticas, en la evaluación de su efectividad y en la integración de la mejora continua. Sintetiza las mejores prácticas en un conjunto pequeño de procesos que abarcan las responsabilidades asociadas a la estructura de una organización que son: la Alta Dirección, Gestión y Operación.

MoProSoft es un modelo integrado donde las salidas de un proceso están claramente dirigidas como entradas a otros; las prácticas de planeación, seguimiento y evaluación, se incluyeron en todos los procesos de gestión y administración; por su parte los objetivos, los indicadores, las mediciones y las metas cuantitativas fueron incorporados de manera congruente y práctica en todos los procesos; las verificaciones, validaciones y pruebas, están incluidas de manera explícita dentro de las actividades de los procesos; y existe una base de conocimientos que resguarda todos los documentos y productos generados.

Aspectos positivos.

- Mejora la calidad del software producido por la empresa que adopta el modelo.
- Eleva la capacidad de las organizaciones para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad.
- Integra todos los procesos de la organización y mantiene la alineación con los objetivos estratégicos.
- Inicia el camino a la adopción de los modelos ISO 9000 o CMMI.
- Sirve para implantar un programa de mejora continua.
- Permite reconocer a las organizaciones mexicanas por su nivel de madurez de procesos.
- Facilita la selección de proveedores.

(BÁEZ 2006)

1.4 Comparación entre modelos analizados.

Tabla 1 Comparación de modelos de procesos.

Aspectos	ISO 9001:2000	CMMI v1.2	SPICE
Ámbito de aplicación	Genérico	Software y Sistemas	Software y Sistemas
Positivo	El más extendido y sencillo	El de mayor prestigio	Más consensuado y probado
Negativo	Simple, general, no guía paso a paso	Mayor inversión, prescriptivo	Difícil en capacidad, complejo para evaluar
Procesos	Estructura propia	Estructura propia	Delega en ISO 12207, por mayor aplicabilidad
Validación	Encuestas de satisfacción	Encuestas de satisfacción y casos de estudio	'Trials' y esfuerzo empírico
Objetivo	Cumplimiento de requisitos de calidad por procesos	Mejora del proceso, determinación capacidad contratista	Valoración del proceso y guía para la mejora.
Representación	Plana	Continua y por etapas	Continua (por etapas a nivel de proceso)
Técnicas de análisis	Guías y listas de comprobación	Cuestionarios de evaluación	Varios
Método para mejora de procesos	Ninguno, guía ISO 9004	IDEAL, mapa guiado	SPICE 4ª Parte

(MANUEL DE LA VILLA 2004)

1.5 Conclusiones del estudio comparativo.

- Se puede decir que CMMI a pesar de requerir una gran inversión para ser completamente implementado, es un modelo de procesos que ayuda a medir y analizar con facilidad los proyectos, ya que posee una línea definida y detallada para la producción de software.
- CMMI identifica y detecta a tiempo los problemas existentes en la organización así como las posibles soluciones a llevar a cabo en aras de lograr una mejora de los procesos, proporciona una guía paso a paso que posibilita que se alcancen el nivel de madurez y capacidad necesarias para obtener productos con calidad, a diferencia de la norma ISO 9001:2000 y el modelo SPICE.
- La complejidad de las evaluaciones del modelo SPICE es significativamente más alta que en CMMI e ISO 9001:2000, siendo más fácil a la hora de realizar este proceso en CMMI.
- CMMI brinda seguridad y confiabilidad a todas aquellas empresas que la aplican ya que incluye prácticas de institucionalización que permiten asegurar que los procesos asociados con cada área de proceso sean efectivos, repetibles y duraderos. Además facilita la representación de los procesos de manera continua y escalonada, dando la posibilidad a las empresas de representarlos según las necesidades que estas tengan.
- En cuanto a los procesos en CMMI e ISO 9001:2000 poseen una estructura propia, mientras SPICE delega en ISO 12207 por tener una mayor aplicabilidad.
- Con el uso de CMMI se alcanzan valores favorables para la organización si de costos, tiempo, productividad, calidad y satisfacción del cliente se trata.

Por todos los aspectos antes planteados, CMMI es el modelo de procesos más conveniente para el proceso productivo de la Facultad 3.

1.6 Características principales de CMMI v1.2.

CMMI v1.2 está caracterizado por 22 áreas de procesos. Vistas desde la representación continua del modelo, se agrupan en 4 categorías según su finalidad: Gestión de proyecto, Ingeniería, Gestión de procesos y Soporte a las otras categorías. Vistas desde la representación escalonada, se clasifican en los 5 niveles de madurez. (PALACIO 2006)

El modelo CMMI define 5 niveles, mediante los cuales se describen los distintos grados de madurez de una organización, agrupando las actividades a cumplir en cada uno de los niveles en áreas de procesos definidos para cada nivel.

1.6.1 Niveles de madurez en CMMI.

CMMI propone 5 niveles de madurez de las organizaciones:

- **Nivel 1 (Inicial)**, es el nivel en donde están todas las empresas dedicadas a la producción de software por el simple hecho de existir como empresa productora de software. Son empresas que no tienen establecidos procesos, trayendo consigo que los presupuestos se disparen, que no sea posible entregar el proyecto en la fecha establecida y que no haya control sobre el estado del mismo.
- **Nivel 2 (Gestionado)**, es el nivel en donde las empresas estiman el tamaño funcional o físico del sistema, así como recursos, esfuerzo, costos y calendario.
- **Nivel 3 (Definido)**, este nivel se caracteriza por la organización de las empresas, se estandarizan y documentan los procesos, y es posible detectar tempranamente los problemas que surjan y aplicar una adecuada gestión del riesgo.
- **Nivel 4 (Proceso Gestionado Cuantitativamente)**, en este nivel se gestionan los proyectos, se toman las decisiones organizacionales y se hace una medición de los procesos, de los servicios y de la calidad del producto.

- **Nivel 5 (Optimizado)**, en este nivel existe una mejora continua de los procesos de la organización, identificando las causas de la variación, así como la realización de pruebas a las mejoras de los procesos, incorporando las mejoras y acciones correctivas en los procesos.

(PATRICIA HERRERA GONZÁLEZ 2005-2006)

1.6.2 Disciplinas o áreas de conocimiento.

1. Gestión de Procesos.
2. Gestión de Proyecto.
3. Ingeniería.
4. Soporte.

Gestión de Procesos: Cubre las actividades del proyecto relacionadas con definir, planificar, desplegar, implementar, monitorear, controlar, evaluar, medir y mejorar procesos.

Gestión de Proyectos: Cubre la gestión de las actividades relacionadas con la planificación, monitoreo y control del proyecto.

Ingeniería: Cubre las actividades de desarrollo y mantenimiento que son compartidas entre las disciplinas de ingeniería.

Soporte: Cubre las actividades que dan soporte al desarrollo y mantenimiento del producto.

(PENICHET 2004)

1.6.3 Representaciones del modelo CMMI v1.2.

Existen diversas formas de representar el modelo de procesos CMMI de acuerdo a las necesidades que tengan las organizaciones dedicadas al software que pretenden la mejora de sus procesos. Una de las representaciones es la escalonada, que hace énfasis en la madurez de los procesos, mientras que la representación continua hace hincapié en la capacidad de ciertas áreas para llevar a cabo adecuadamente sus actividades.

✓ Representación Escalonada.

En la representación escalonada, cada área de proceso se asocia a uno de los 5 niveles de madurez. Los distintos niveles de madurez sirven como punto de referencia para conocer el grado de madurez total que posee una organización, alcanzando un nivel determinado cuando ha puesto en práctica todas y cada una de las áreas de procesos aplicables a ese nivel y a los niveles inferiores. (EMA 2005)

Nivel 1: Inicial

Basado en la competencia y acciones individuales de las personas.

Nivel 2: Gestionado (gestión básica de procesos)

1. Gestión de Requisitos.
2. Planificación de Proyectos.
3. Monitorización y Control de Proyectos.
4. Gestión y Acuerdos con Proveedores.
5. Medición y Análisis.
6. Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos.
7. Gestión de la Configuración.

Nivel 3: Definido (estandarización de procesos)

1. Desarrollo de Requisitos.
2. Solución Técnica.
3. Integración del Producto.
4. Verificación.
5. Validación.

6. Procesos Orientados a la Organización.
7. Definición de Procesos + IPPD.
8. Entrenamiento Organizacional.
9. Gestión Integral de Proyecto + IPPD.
10. Gestión de Riesgos.
11. Análisis de Decisiones y Resolución.

Nivel 4: Gestionado cuantitativamente

1. Rendimiento de los Procesos de la Organización.
2. Gestión Cuantitativa de Proyectos.

Nivel 5: Optimizado

1. Innovación y Desarrollo.
2. Análisis de Causas y Resolución.

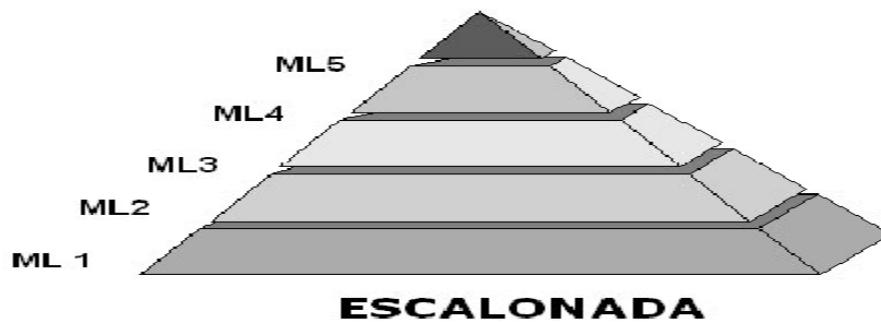


Figura 2 Representación escalonada.

✓ **Representación Continua.**

En la representación continua, los niveles de madurez no existen como tales. En cambio, los niveles de capacidad se designan para cada área de proceso, proporcionando un orden recomendado para acercarse a la mejora dentro de cada área de proceso. Una representación continua favorece la flexibilidad en el orden hacia el cual se dirigen las mejoras. (EMA 2005)

Gestión de proyectos

1. Planificación de Proyectos (nivel 2).
2. Monitorización y Control de Proyectos (nivel 2).
3. Gestión y Acuerdos con Proveedores (nivel 2).
4. Gestión Integral de Proyecto + IPPD (nivel 3).
5. Gestión de Riesgos (nivel 3).
6. Gestión Cuantitativa de Proyectos (nivel 4).

Gestión de procesos

1. Procesos Orientados a la Organización (nivel 3).
2. Definición de Procesos + IPPD (nivel 3).
3. Entrenamiento Organizacional (nivel 3).
4. Rendimiento de los Procesos de la Organización (nivel 4).
5. Innovación y desarrollo (nivel 5).

Ingeniería

1. Gestión de Requisitos (nivel 2).
2. Desarrollo de Requisitos (nivel 3).
3. Solución Técnica (nivel 3).
4. Integración del Producto (nivel 3).
5. Verificación (nivel 3).
6. Validación (nivel 3).

Soporte

1. Gestión de la Configuración (nivel 2).
2. Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos (nivel 2).
3. Medición y Análisis (nivel 2).
4. Análisis de Decisiones y Resolución (nivel 3).
5. Análisis de Causas y Resolución (nivel 5).



Figura 3 Representación continua.

1.6.4 Componentes del modelo CMMI.

Los componentes del modelo son todos los elementos principales de la arquitectura que conforman CMMI, entre los que se encuentran: áreas de procesos, metas genéricas, metas específicas, prácticas genéricas y prácticas específicas, como se puede apreciar en la figura 4.

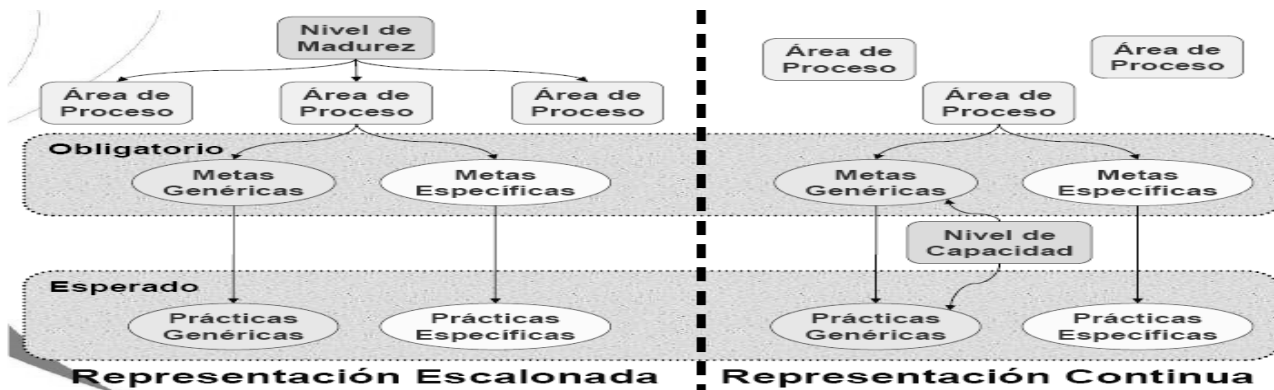


Figura 4 Estructura de CMMI.

(PARRO 2007)

✓ **Componentes:**

Área de Proceso: Conjunto de prácticas relacionadas que son ejecutadas de forma conjunta para conseguir un conjunto de objetivos.

✓ **Componentes Requeridos**

- **Meta genérica:** Los objetivos genéricos asociados a un nivel de capacidad establecen lo que una organización debe alcanzar en ese nivel de capacidad.

El logro de cada una de esas metas en un área de proceso, significa mejorar el control en la ejecución del área de proceso.

- **Meta específica:** Los objetivos específicos se aplican a una única área de proceso y localizan las particularidades que describen lo que se debe implementar para satisfacer el propósito del área de proceso.

✓ **Componentes Esperados**

- **Práctica genérica:** Una práctica genérica se aplica a cualquier área de proceso porque puede mejorar el funcionamiento y el control de cualquier proceso.
- **Práctica específica:** Una práctica específica es una actividad que se considera importante en la realización del objetivo específico al cual está asociado.

Las prácticas específicas describen las actividades esperadas para lograr la meta específica de un área de proceso.

(WIKIPEDIA 2007b)

1.6.5 Metas y Prácticas Genéricas de los procesos en CMMI.

Nivel 1: Inicial

- **Metas genéricas:** Conseguir las metas específicas.
- **Prácticas genéricas:** Realizar las prácticas específicas.

Nivel 2: Gestionado

- **Metas genéricas:** Institucionalizar un Proceso Gestionado.
- **Prácticas genéricas:**
 1. Establecer una política organizativa para desarrollar el proceso.
 2. Planificar el proceso.
 3. Suministrar recursos para la realización del proceso.
 4. Asignar responsabilidades para realizar el proceso.
 5. Entrenar a las personas que realizan el proceso.
 6. Gestionar la configuración de los elementos del proceso.
 7. Identificar e implicar a los Stakeholders.
 8. Seguir y controlar la realización del proceso.
 9. Evaluar objetivamente el cumplimiento del proceso.
 10. Revisar el estado del proceso con la dirección de la facultad.

Nivel 3: Definido

- **Metas genéricas:** Institucionalizar un Proceso Definido.
- **Prácticas genéricas:**
 1. Establecer un proceso definido.
 2. Recopilar información sobre la mejora del proceso.

Nivel 4: Gestionado Cuantitativamente

- **Metas genéricas:** Institucionalizar un Proceso Gestionado Cuantitativamente.
- **Prácticas genéricas:**
 1. Establecer objetivos cuantitativos para el proceso.
 2. Estabilizar el rendimiento de los subprocesos.

Nivel 5: Optimización

- **Metas genéricas:** Institucionalizar Proceso en Optimización.
- **Prácticas genéricas:**
 1. Asegurar la mejora continua del proceso.
 2. Corregir las causas de los problemas.

(PARRO 2007)

1.7 RUP-CMMI.

El uso de RUP-CMMI viene dado porque CMMI es un modelo estático que define áreas de procesos (PA) en las que se deben llevar a cabo prácticas específicas o genéricas, indicando el "Qué", no el "Cómo", "Quién", ni "Cuándo" realizar las prácticas, mientras que RUP, define quién debe hacer las cosas, qué debe hacerse, cómo y cuándo. (RUEDA 2007)

El Rational Unified Process™ (RUP) es un proceso de ingeniería de software que mejora la productividad del equipo de trabajo y entrega las mejores prácticas del software a todos los miembros del mismo. RUP™ está fuertemente integrado con las diferentes herramientas Rational™, permitiéndole a los equipos de desarrollo alcanzar todos los beneficios de las características de los productos Rational™, el Unified Modeling Language (UML) y otras mejores prácticas de la industria.

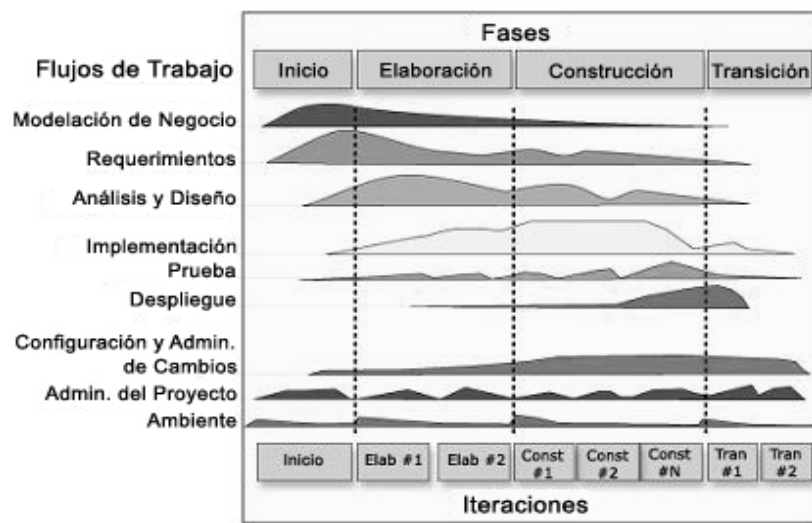


Figura 5 Fases e Iteraciones de RUP.

Mejores Prácticas.

1. Desarrollo iterativo.
2. Manejo de requerimientos.
3. Usar componentes de arquitectura.
4. Usar arquitectura de componentes.
5. Visualmente modelado.
6. Verificación continua de calidad.
7. Administración de cambios.

La creación sólida de software de calidad requiere el conocimiento específico de las tareas que deben llevarse a cabo en cada entorno. Ahí radica la importancia de aplicar un proceso de desarrollo flexible y adaptado a cada objetivo de desarrollo.

El proceso RUP™ combina un conjunto básico de mejores prácticas aprobadas por el sector, con una serie de complementos opcionales del proceso a fin de dar cabida y soporte a proyectos de cualquier envergadura o alcance.

Cualquier tipo de proyecto (incluidos los pequeños, los basados en Web, aquéllos fundamentales para un proyecto y los proyectos integrados) permiten obtener resultados acordes con las previsiones, gracias a la aplicación del proceso RUP.

(GUERRERO, LUIS A. 2006)

1.7.1 Beneficios RUP-CMMI.

La suite de Rational ofrece varios productos que posibilitan desarrollar los distintos procesos que propone CMMI, entre las que se destacan:

- **Rational Requisite Pro:** Mantiene a todo el equipo de desarrollo actualizado a través del proceso de desarrollo de aplicaciones, haciendo que los requerimientos se puedan escribir, comunicar y cambiar fácilmente, jugando un papel fundamental en el área de proceso Gestión de Requisitos y Desarrollo de Requisitos.

Ventajas:

- ✓ Brinda un repositorio central de requisitos accesible a todos los grupos de ingeniería.
 - ✓ Posibilita la identificación, documentación y aprobación de los requisitos.
 - ✓ Permite la gestión de cambios en los requisitos.
 - ✓ Trazabilidades y análisis de impacto.
 - ✓ Base para la planificación del proyecto.
-
- **Rational ClearQuest** - Permite a los equipos de proyecto rastrear y administrar todas las actividades de cambio que ocurren durante el desarrollo del ciclo de vida, jugando un papel fundamental en el área de proceso Monitorización y control de Proyecto.

Ventajas:

- ✓ Permite capturar, controlar y gestionar las actividades.
 - ✓ Permite el control y la gestión del proyecto.
 - ✓ Brinda métricas de análisis del estado del proyecto.
-
- **Rational SoDA** – Automatiza la producción de documentación para todo el proceso de desarrollo de software, reduciendo el tiempo y el costo de documentar el software, jugando un papel fundamental en el área de proceso Planificación de Proyecto.

- **Rational ClearCase** – Herramienta de administración de configuración de software, que permite a los líderes rastrear la evolución de cada proyecto de desarrollo de software, jugando un papel fundamental en el área de proceso Gestión de la Configuración.

Ventajas:

- ✓ Guarda de forma segura los artefactos de software a lo largo del ciclo de vida.
- ✓ Control de versión avanzado de todos los artefactos (código, modelos, pruebas...).
- ✓ Gestión del trabajo en equipo y desarrollo en paralelo.
- ✓ Proporciona la capacidad de automatizar compilaciones globales del sistema.
- ✓ Gestión de espacios de trabajo.

(RUEDA 2007)

1.8 Conclusiones.

El desarrollo de software trae aparejado el uso de técnicas, métodos, herramientas y modelos que facilitan a las organizaciones encargadas de las tecnologías de la información generar productos que cumplan las expectativas del cliente e incluso las rebasen, obteniendo de esta manera productos con calidad. El estudio de los diferentes modelos de procesos permitió seleccionar cuál es el que más ventajas puede aportar al proceso productivo de la Facultad 3. Asimismo, se evidenció la importancia de usar el modelo seleccionado usando la metodología RUP.

Capítulo

2

PROCEDIMIENTO DE CMMI v1.2 PARA EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FACULTAD 3.

2.1 Introducción.

El presente capítulo contiene el estudio del proceso productivo de la Facultad 3 reflejando la visión y misión de los polos productivos que lo conforman. También se realiza un procedimiento que guíe y mejore los procesos necesarios para el desarrollo del software especificando los pasos a seguir para lograr productos con calidad.

2.2 Organización de la producción de software en la Facultad 3.

Se realiza un estudio del proceso productivo con el objetivo de analizar las peculiaridades que presentan los distintos proyectos de la Facultad 3, y de esta manera poder utilizar el modelo de acuerdo a las necesidades de la misma.

La facultad está organizada en 5 áreas de trabajo fundamentales como se muestra en la figura 6.

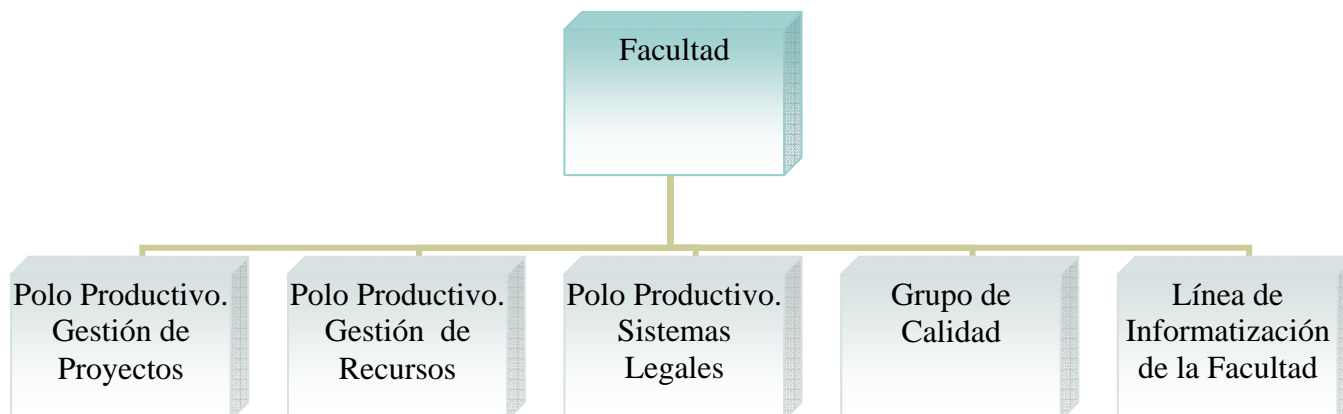


Figura 6 Organigrama de líneas de proyectos por polos productivos.

- Polo productivo de Gestión de Proyectos.
 1. Informatización del Convenio Cuba-Venezuela.
 2. Informatización de la Gestión de la Infraestructura Productiva.
 3. Plataforma para la gestión integral de un proyecto productivo.

- Polo productivo de Gestión de Recursos.
 1. Proyecto Sistema para la Gestión de Inventarios.
 2. Proyecto Informatización de la Oficina Nacional de Estadística.
 3. Proyecto Sistema para la Gestión de Recursos humanos.
 4. Proyecto Sistema para la Gestión Logística.
 5. Proyecto Sistema para la Gestión de Transporte.
 6. Proyecto Plataforma para el Comercio electrónico.

- Polo productivo de Sistemas Legales.
 1. Informatización de Registros Mercantiles Inmobiliarios.
 2. Notarías y registros principales.
 3. Consultoría Jurídica Internacional.
 4. Informatización de la gestión de la dirección de producción asesoría legal IP-UCI.

- Grupo de Calidad.

- Línea de Informatización de la Facultad.

Los polos productivos constituyen la unidad básica de integración de la producción, la docencia y la investigación, como se muestra en la figura 7. Por este motivo, la aplicación del modelo de procesos se va a enfocar a nivel de Polo Productivo, específicamente a la producción de software.



Figura 7 Integración de los Polos Productivos.

2.2.1 Misión de los Polos Productivos.

✓ Polo productivo Gestión de Recursos.

Misión

Se dedica al desarrollo sostenido de proyectos de informatización para las empresas, particularmente sistemas de gestión empresarial y de manejo de información. Además se especializa en el desarrollo de sistemas para el control de recursos humanos, transporte y agencias de viajes, gestión de información estadística, inventarios, comercio electrónico, usando las plataformas J2EE, .NET, basado en un modelo estable y de factoría de software.

Visión

Polo que concentra el desarrollo de aplicaciones empresariales de alta calidad. Se convierte en centro de referencia de la producción de este tipo de software y de consultorías especializadas.

Crea y domina frameworks para el desarrollo rápido de aplicaciones con calidad que potencien la reutilización de código. Tales como las plataformas de Software AG y GeneXus.

Líneas de Desarrollo

- Desarrollo de software para la gestión de información estadística.
- Desarrollo de software para la gestión empresarial de recursos.
- Desarrollo de software de apoyo a la comercialización.

Línea de Investigación

- Investigación en bases de datos avanzadas, réplica de datos, migración entre sistemas gestores de datos.

Especialización

- Perfil Desarrollo de Software de Gestión Empresarial.
- Informática para el turismo.

✓ Polo productivo Sistemas Legales.

Misión

Se dedica al desarrollo sostenido de proyectos de informatización para el sector jurídico, especialización en el desarrollo de software para la gestión de la actividad registral y la consultoría jurídica, tomando como bases tecnológicas el desarrollo sobre las plataformas J2EE, .NET.

Visión

Polo que concentra el desarrollo de aplicaciones de gestión jurídica de alta calidad y a la medida. Se convierte en centro de referencia de la producción de este tipo de software y de consultorías especializadas.

Crea y domina frameworks para el desarrollo rápido de aplicaciones con calidad que potencien la reutilización de código. Tales como las plataformas de Software AG y GeneXus.

Se especializa en la creación de productos claves para la gestión de registros y procedimientos legales. Mantener los registros y automatizar los procedimientos. El desarrollo de proyectos de gestión jurídica con plataformas libres.

Líneas de Desarrollo

- Desarrollo de software para la gestión de la actividad registral.
- Desarrollo de software para la gestión de la consultoría jurídica.

Línea de Investigación

- Investigación en bases de datos avanzadas, réplica de datos.

Especialización

- Perfil Desarrollo de Software de Gestión Empresarial.
- Perfil Informática jurídica y desarrollo de sistemas legales.

✓ Polo productivo Gestión de Proyectos.

Misión

Se dedica a desarrollar software para la gestión de proyectos, la informatización de la infraestructura productiva y del proceso de producción de software. El desarrollo sostenido de herramientas para la ayuda a la toma de decisiones.

Visión

Polo que concentra el desarrollo de software para la gestión de proyectos. Polo que dirige la maestría en Gestión de proyectos Informáticos. Domina la tecnología Zope como base tecnológica para la creación de sistemas de gestión de proyectos. Esto trae aparejado el desarrollo de plataformas de productividad para esta tecnología.

Desarrollo de componentes y algoritmos para la ayuda a la toma de decisiones. Estos componentes deben tener interfaces para Java, Python y .NET (Mono), por lo que se escribirán en C/C++.

Líneas de Desarrollo

- Desarrollo de software para la gestión, control y seguimiento de proyectos.

Línea de Investigación

- Investigación en bases de datos orientadas a objetos (Zope).
- Desarrollo de productos sobre tecnología (Zope-Plone/Phyton).
- Desarrollo de herramientas para la ayuda a la toma de decisiones e inteligencia artificial.

Especialización

- Perfil de Desarrollo de Software de Gestión Empresarial.
- Perfil de Inteligencia Artificial y Reconocimiento de patrones con un enfoque lógico combinatorio.
- Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos.

(PIÑERO 2005)

2.3 Procedimiento para la producción de software de la Facultad 3.

La propuesta que se expone a continuación es una aproximación de qué hacer en los proyectos con el objetivo de lograr productos con calidad, ya que se debe tener en cuenta la mejora continua de los procesos y la evolución constante de las tecnologías.

Para aplicar CMMI como modelo de procesos hay que tener en cuenta que en muchas ocasiones los proyectos que se llevan a cabo en la Facultad 3 necesitan obtener productos en el menor tiempo posible, lo que trae consigo que los proyectos prioricen áreas de procesos fundamentales como: planificación de proyecto, gestión de requisitos, gestión de configuración, gestión de riesgos, monitoreo y control, entre otras, sin guiarse por un modelo de procesos específico, por tanto en ocasiones, no se detectan los errores a tiempo en los proyectos y no tienen definido una mejora continua de los procesos.

Por tal motivo, en aras de darle solución a las necesidades de los clientes en el tiempo establecido, así como darle cumplimiento a los objetivos que se persiguen durante el desarrollo de los proyectos existentes en la facultad, se recomienda la aplicación del modelo CMMI v1.2 para alcanzar la madurez de la producción de software de la Facultad 3 e implementar una estrategia para la mejora continua de los procesos que conforman los proyectos mediante un procedimiento que guíe el desarrollo de software en la facultad

Capítulo 2: Procedimiento de CMMI v1.2 para el proceso productivo de la Facultad 3

La aplicación de CMMI v1.2 va a estar apoyada en la metodología RUP por las ventajas que brinda al desarrollo del software el uso de ambas, como se refleja en el capítulo 1, epígrafe 1.7, además de ser la metodología que se usa actualmente con más fuerza en el proceso productivo de la Facultad 3.

Hay que tener en cuenta que CMMI al ser un modelo que define áreas de procesos en las que se deben llevar a cabo prácticas específicas o genéricas indica el "Qué", no el "Cómo", "Quién", ni "Cuándo" se deben realizar dichas prácticas, mientras que con el uso de la metodología RUP se define el quién, cómo y cuándo se deben llevar a cabo dichas actividades. De esta forma se obtiene un procedimiento producto de la fusión de la metodología y el modelo de procesos antes mencionados, que ayude a mejorar el proceso de desarrollo del software.

Para lograr el procedimiento se añaden los artefactos que propone RUP para el ciclo de vida del software, aportándole a cada área de proceso según establece CMMI v1.2, las entradas, salidas y responsables, aunque dicho modelo de procesos incorpora los pasos esenciales a seguir en el desarrollo de cada área, así como las representaciones de acuerdo a las necesidades que establezca la facultad. Conjuntamente se apoya en el método IDEAL para la mejora continua de los procesos y de la herramienta Appraisal Wizard para la evaluación de los mismos.

El alcance del procedimiento va a estar enmarcado fundamentalmente en guiar el proceso productivo de la Facultad 3, estableciendo los pasos necesarios a la hora de llevar a cabo las áreas de procesos. Dicho procedimiento se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto, es decir, no se tiene en cuenta el polo productivo al que pertenezca.

2.3.1 Propuesta de categorías para la Facultad 3.

El modelo de procesos que se propone para la producción de software de la Facultad 3 está conformado por tres categorías como se puede apreciar en la figura 8. Hay que tener en cuenta que a la hora de agrupar las áreas de procesos por las categorías que se plantean, existen algunas que se van a desarrollar en más de una pero de distintas formas a pesar de estar estrechamente relacionadas, debido a la importancia que tienen estas áreas para el desarrollo del software.

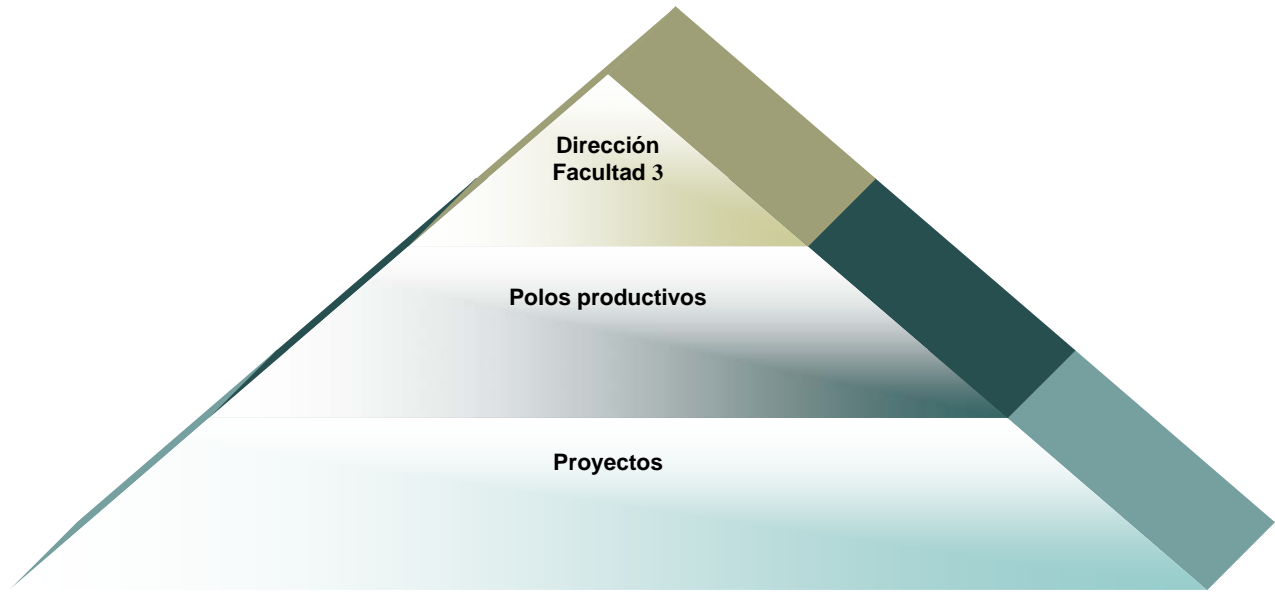


Figura 8 Organigrama básico de organización de proyectos.

Dirección Facultad 3: Se retroalimenta con la información generada por las otras categorías, este proceso lo debe llevar a cabo un grupo directivo seleccionado para este fin. Contiene áreas de procesos como: Planificación de Proyectos, Monitorización y Control de Proyectos, Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y los Productos, Verificación, Validación, Procesos Orientados a la Organización, Entrenamiento Organizacional, Análisis de Decisiones y Resolución, Rendimiento de los Procesos de la Organización, Gestión Cuantitativa de Proyecto y Análisis de Causas y Resolución.

Polos productivos: Proporciona los elementos para el funcionamiento de los proyectos, recibe y evalúa la información generada por estos y comunica los resultados a la Dirección Facultad 3. Contiene áreas de procesos como: Monitorización y Control de Proyectos, Gestión y Acuerdo con Proveedores, Medición y Análisis, Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y los Productos, Gestión de la Configuración, Integración de Producto, Verificación, Validación, Procesos Orientados a la Organización, Definición de Procesos + IPPD, Entrenamiento Organizacional, Gestión Integral de Proyecto + IPPD, Análisis de Decisiones y Resolución, Rendimiento de los Procesos de la Organización, Gestión Cuantitativa de Proyecto, Innovación y Desarrollo, y Análisis de Causas y Resolución.

Proyectos: Realiza sus actividades de acuerdo a los elementos de funcionamiento entregados por los Polos Productivos, entregando la información y los productos generados. Contiene áreas de procesos como: Monitorización y Control de Proyectos, Medición y Análisis, Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y los Productos, Gestión de la Configuración, Desarrollo de Requisitos, Solución Técnica, Integración de Producto, Entrenamiento Organizacional, Gestión Integral de Proyecto + IPPD y Gestión de Riesgo.

2.3.2 Estructura de las áreas de procesos.

Tabla 2 Gestión de Requisitos.

Nombre: Gestión de requisitos.
Objetivo: Gestionar todos los requisitos del proyecto, tanto los funcionales como los no funcionales.
Entradas: Listado de las necesidades del cliente.
Metas Específicas: 1. Gestionar los requisitos.
Salidas: Plan de gestión de requisitos, Listado de requisitos del software (funcionales y no funcionales).
Responsables: Analista del sistema.

- **Listado de las necesidades del cliente:** Define los objetivos o necesidades que persigue el cliente para que sean automatizados con la elaboración del software.
- **Plan de gestión de requisitos:** Define el seguimiento que se le va a dar a todos los requisitos (funcionales y no funcionales), especificando los mecanismos de control para medirlos, hacer cambios, así como identificar inconsistencias entre el plan del proyecto y los requisitos.
- **Listado de requisitos del software (funcionales y no funcionales):** Define los requisitos que debe cumplir el software de acuerdo a las necesidades establecidas por el cliente.

Tabla 3 Planificación de Proyectos.

Nombre: Planificación de Proyectos.
Objetivo: Establecer y mantener los planes que definen las actividades de los proyectos.
Entradas: Listado de requisitos del software.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Establecer estimaciones.2. Desarrollar plan del proyecto.3. Obtener responsabilidad hacia el plan.
Salidas: Plan del proyecto, Listado de recursos, Listado de riesgos.
Responsables: Líder del proyecto.

- **Plan del proyecto:** Define las actividades del proyecto, estableciendo el calendario, responsables por actividades, dependencias entre las actividades, etc.
- **Listado de recursos:** Define los recursos necesarios para darle cumplimiento a las actividades establecidas en el plan del proyecto.
- **Listado de riesgos:** Identifica, enumera y nombra los posibles riesgos que corre el proyecto, describiendo el impacto que pueden tener en el software o en el proyecto.

Tabla 4 Monitorización y Control de Proyectos.

Nombre: Monitorización y Control de Proyectos.
Objetivo: Control del estado del proyecto para que se puedan tomar acciones correctivas para evitar que la ejecución del mismo se desvíe del plan del proyecto.
Entradas: Plan del proyecto, Listado de recursos, Listado de riesgos.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Darle seguimiento al proyecto respecto al plan.2. Gestionar las acciones correctivas a tomar.
Salidas: Plan de acciones.
Responsables: Líder del proyecto.

- **Plan de acciones:** Define las acciones correctivas para evitar que la ejecución del proyecto no se desvíe del plan establecido.

Tabla 5 Gestión y Acuerdos con Proveedores.

Nombre: Gestión y Acuerdos con Proveedores.
Objetivo: Establecer los acuerdos con los proveedores determinando el tipo de adquisición y la selección de los mismos.
Entradas: Listado de recursos.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Establecer acuerdo con el proveedor.2. Satisfacer acuerdos con el proveedor.
Salidas: Documento acuerdo con el proveedor.
Responsables: Líder del proyecto.

- **Documento acuerdo con el proveedor:** Define los acuerdos establecidos con los proveedores especificando el suministro de recursos.

Tabla 6 Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos.

Nombre: Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos.
Objetivo: Evaluar los procesos y productos de trabajo para asegurar que el software cumpla con los criterios esperados de calidad.
Entradas: Plan del proyecto, Listado de recursos, Listado de Riesgos.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Evaluar objetivamente los productos de trabajo y servicios.2. Proveer los objetivos internos de la organización.
Salidas: Plan de Gestión de la Calidad, Listado de Chequeos.
Responsables: Líder del proyecto.

- **Plan de Gestión de la Calidad:** Define la organización y procedimientos que se deben seguir en la evaluación de la calidad.
- **Listado de Chequeos:** Breve descripción de la medición de la calidad.

Tabla 7 Gestión de la Configuración.

Nombre: Gestión de la Configuración.
Objetivo: Identificar y controlar los elementos de configuración, establecer un sistema de gestión de configuración, además de establecer las líneas base correspondientes a los proyectos.
Entradas: Documentos generados en el proyecto.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Establecer línea base.2. Supervisar y controlar cambios.3. Garantizar la integridad.
Salidas: Plan de gestión de la configuración, Ordenes de cambio, Plan de administración de la configuración, Plan de Gestión de Cambios, Procedimientos de cambios, Resumen de solicitudes de cambio, Elementos de configuración del software, Control de versiones.
Responsables: Administrador de la configuración.

Capítulo 2: Procedimiento de CMMI v1.2 para el proceso productivo de la Facultad 3

- **Ordenes de cambio:** Contiene la aprobación de las solicitudes de cambio.
- **Plan de gestión de la configuración:** Describe toda la configuración que se realiza, herramientas, control de cambios, línea base del proyecto, procedimiento de gestión de recambios, solicitudes de cambios, se especifica toda la planificación, etc.
- **Plan de administración de la configuración:** Describe la organización y las responsabilidades que tienen los trabajadores del equipo, así como las herramientas, interfaces que se utilizan para el desarrollo del software, las funciones y métodos que se requieren para el control de versiones, entre otros.
- **Elementos de configuración del software:** Contiene todos los documentos que se van generando a medida que evoluciona el proyecto, así como los responsables y la localización de estos.
- **Plan de Gestión de Cambios:** Describe de qué forma se van a gestionar los cambios, que propósito tiene el mismo, documentos afectados, requisitos que cambian, etc.
- **Procedimientos de cambios:** Describe el mecanismo mediante el cual se van a llevar a cabo los cambios.
- **Resumen de solicitudes de cambio:** Breve descripción de todas las solicitudes de cambio.
- **Control de versiones:** Define el control de las versiones que se generan a lo largo del desarrollo del software.

Tabla 8 Desarrollo de Requisitos.

Nombre: Desarrollo de Requisitos.
Objetivo: Realizar descripciones del desarrollo de los requisitos con los que debe cumplir el producto en base a especificaciones.
Entradas: Listado de requisitos del software.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Desarrollar requisitos del cliente (requisitos funcionales).2. Desarrollar requisitos del producto (requisitos no funcionales).3. Analizar y validar los requisitos identificados.
Salidas: Documento visión del sistema, Especificaciones de requisitos de software, Especificaciones de Casos de Uso del Sistema (CUS), Glosario de términos, Prototipo de Interfaz de Usuario.
Responsables: Analista del sistema.

- **Documento visión del sistema:** Define las características y necesidades del sistema.
- **Especificaciones de requisitos de software:** Describe los requisitos que debe cumplir el software.
- **Glosario de términos:** Brinda una breve descripción de los términos específicos usados.
- **Especificaciones de CUS:** Describe los casos de uso del sistema que se van a crear y la realización de los mismos.
- **Prototipo de Interfaz de Usuario:** Describe el prototipo con el que el usuario va a interactuar.

Tabla 9 Solución Técnica.

Nombre: Solución Técnica.
Objetivo: Seleccionar las soluciones de los componentes que conforman el producto, realizar el diseño de la arquitectura e implementar los componentes, incluyendo la reutilización.
Entradas: Documento visión del sistema, Especificaciones de requisitos de software, Especificaciones de CUS, Glosario de términos, Prototipo de Interfaz de Usuario.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar las soluciones de los componentes del producto. 2. Desarrollar el diseño. 3. Implementar el diseño del producto.
Salidas: Modelo de diseño, Realización de casos de uso de diseño, Descripción de la arquitectura (vista modelo de diseño), Descripción de la arquitectura (vista modelo de despliegue), Modelo de implementación, Modelo de Componentes.
Responsables: Arquitecto y Diseñador.

- **Modelo de diseño:** Es un modelo de objetos que describe la realización física de los casos de uso basándose en los requisitos funcionales, los no funcionales y restricciones relacionadas con el entorno de implementación. Muestra la estructura externa del sistema.
- **Realización de casos de uso de diseño:** Describe cómo se realiza un caso de uso específico y cómo se ejecuta en términos de clases de diseño y sus objetos.
- **Descripción de la arquitectura (vista modelo de diseño):** Contiene una vista de la arquitectura del modelo de diseño y artefactos fundamentales como: la descomposición del modelo de diseño en subsistemas, interfaces, clases del diseño, realizaciones de casos de uso, entre otros.
- **Descripción de la arquitectura (vista modelo de despliegue):** Contiene una vista de la arquitectura del modelo de implementación y artefactos esenciales como: la descomposición del modelo de implementación en subsistemas, componentes claves, sus interfaces y dependencias.

Capítulo 2: Procedimiento de CMMI v1.2 para el proceso productivo de la Facultad 3

- **Modelo de implementación:** Describe cómo los elementos del modelo de diseño (clases), se implementan en términos de componentes (archivos de código fuente, ejecutables, etc.) y también describe la organización de los componentes y cómo dependen unos de otros.
- **Modelo de Componentes:** Describe el empaquetamiento físico de los elementos del modelo así como las relaciones de traza que existen entre los mismos (estereotipos estándar de componentes: Executable, file, library, documentos, etc.)

Tabla 10 Integración del Producto.

Nombre: Integración del Producto.
Objetivo: Integrar todos los componentes que forman el producto.
Entradas: Componentes del producto (actividades).
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Preparar la integración del producto.2. Asegurar la compatibilidad del producto.3. Agrupar los componentes y entregas del producto.
Salidas: Producto integrado.
Responsables: Integrador de sistema.

- **Componentes del producto (actividades):** Define las actividades del producto.
- **Producto integrado:** Contiene la integración de todas las actividades del proyecto creándose de esta manera el producto.

Tabla 11 Verificación.

Nombre: Verificación.
Objetivo: Controlar la calidad de los entregables realizando revisiones a los productos.
Entradas: Productos integrados.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Preparar la verificación.2. Realizar las revisiones entre iguales.3. Verificar los productos seleccionados.
Salidas: Productos verificados.
Responsables: Ingeniero de pruebas.

- **Productos verificados:** Define la verificación de los productos mostrando los resultados de las verificaciones y así poder tomar las medidas necesarias para corregir los errores encontrados.

Tabla 12 Validación.

Nombre: Validación.
Objetivo: Controlar la calidad de los componentes y productos, mediante la realización de pruebas.
Entradas: Productos verificados.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Preparar la validación.2. Validar el producto o componentes del producto.
Salidas: Productos validados.
Responsables: Ingeniero de pruebas.

- **Productos validados:** Define la validación de los productos arrojando los resultados de funcionalidades, desempeño, seguridad, entre otras variables útiles desde el punto de vista de la ingeniería de software.

Tabla 13 Procesos Orientados a la Organización.

Nombre: Procesos Orientados a la Organización.
Objetivo: Realizar la planificación de mejora de los procesos basado en la comprensión de las fortalezas, debilidades y de los recursos de los procesos de la organización.
Entradas: Procesos, Listado de los recursos.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Determinar oportunidades de mejora de los procesos.2. Diseñar e implementar las actividades de mejora del proceso.
Salidas: Plan de mejoras.
Responsables: Líder de proyecto.

- **Plan de mejoras:** Define la mejora de los procesos.

Tabla 14 Entrenamiento Organizacional.

Nombre: Entrenamiento Organizacional (capacitación).
Objetivo: Desarrollar las habilidades y conocimientos de las personas que integran los proyectos.
Entradas: Listado de necesidades de conocimiento.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Capacitar el personal del proyecto.
Salidas: Plan de capacitación.
Responsables: Especialista.

- **Listado de necesidades de conocimiento:** Necesidades presentadas por los integrantes de los proyectos.
- **Plan de capacitación:** Contiene la planificación de la capacitación a impartir a los integrantes del proyecto.

Tabla 15 Gestión de Riesgos.

Nombre: Gestión de Riesgos.
Objetivo: Mitigar los riesgos y realizar un plan de contingencia.
Entradas: Listado de riesgos.
Metas Específicas: 1. Preparar la gestión de riesgos. 2. Mitigar riesgos.
Salidas: Plan de contingencia.
Responsables: Líder de Proyecto.

- **Plan de contingencia:** Define el procedimiento o estrategias a usar para prevenir los riesgos, mitigarlos, cómo deben ser analizados y la forma en que deben ser priorizados.

Tabla 16 Análisis de Decisiones y Resolución.

Nombre: Análisis de Decisiones y Resolución.
Objetivo: Analizar posibles decisiones por parte de las distintas partes que integran los proyectos.
Entradas: Listado de decisiones.
Metas Específicas: 1. Evaluar alternativas.
Salidas: Informe de decisiones seleccionadas.
Responsables: Equipo de desarrollo (integrantes del proyecto).

- **Listado de decisiones:** Define las posibles decisiones por parte de las distintas partes que integran el proyecto.
- **Informe de decisiones seleccionadas:** Define las decisiones seleccionadas, después de ser evaluadas, discutidas y revisadas por los integrantes del proyecto.

Tabla 17 Rendimiento de los Procesos de la Organización.

Nombre: Rendimiento de los Procesos de la Organización.
Objetivo: Establecer y mantener una comprensión cuantitativa del funcionamiento de los procesos que conforman los proyectos.
Entradas: Procesos.
Metas Específicas: 1. Establecer líneas base y modelos de ejecución.
Salidas: Plan de ejecución.
Responsables: Líder de Proyecto.

- **Plan de ejecución:** Define el plan a seguir para ejecutar y medir el rendimiento de los procesos con el objetivo de obtener datos de la ejecución de los procesos, las líneas base, así como los modelos para la gestión cuantitativa de los proyectos.

Tabla 18 Gestión Cuantitativa de Proyectos.

Nombre: Gestión Cuantitativa de Proyectos.
Objetivo: Gestionar cuantitativamente los procesos para lograr los objetivos de calidad y ejecución de los procesos.
Entradas: Procesos.
Metas Específicas: 1. Gestionar el proyecto cuantitativamente. 2. Gestionar estadísticamente la ejecución de los subprocessos.
Salidas: Estado de los procesos.
Responsables: Líder de Proyecto.

- **Estado de los procesos:** Contiene los resultados de la gestión y ejecución de los procesos, mostrando el estado de los mismos.

Tabla 19 Análisis de Causas y Resolución.

Nombre: Análisis de Causas y Resolución.
Objetivo: Identificar las causas de los errores presentes en el desarrollo de los proyectos y tomar las acciones necesarias para evitar que ocurran en el futuro y puedan repercutir en la calidad de los software.
Entradas: Listado de problemas.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Determinar las causas de los defectos.2. Tratar las causas de los defectos.
Salidas: Plan de resolución de problemas.
Responsables: Equipo de desarrollo (integrantes del proyecto).

- **Listado de problemas:** Define los problemas encontrados en el desarrollo del proyecto.
- **Plan de resolución de problemas:** Breve descripción de las tareas para solucionar los problemas detectados durante el desarrollo del proyecto. Contiene los procedimientos que el equipo de desarrollo debe seguir para reportar problemas, analizarlos, etc.

Tabla 20 Innovación y Desarrollo.

Nombre: Innovación y Desarrollo.
Objetivo: Seleccionar las tecnologías y métodos que posibiliten mejoría de forma medible en el desempeño de los procesos y la calidad de los mismos.
Entradas: Herramientas de desarrollo, Plan de resolución de problemas.
Metas Específicas: <ol style="list-style-type: none">1. Seleccionar las mejoras de los procesos.2. Desplegar mejoras.
Salidas: Mejoras de los procesos.
Responsables: Líder de Proyecto.

- **Herramientas de desarrollo:** Define todas las herramientas para lograr mejoras en los procesos.
- **Mejoras de los procesos:** Define las mejoras alcanzadas en los procesos.

(DAILY HERNÁNDEZ SEGURA 2006)

2.3.3 Representación recomendada para el proceso productivo de la facultad.

En el momento en que se va a escoger una representación u otra, es necesario concentrarse en los problemas que afectan directamente el negocio y por consiguiente, aquellas áreas que son críticas, teniendo en cuenta los objetivos que persigue la Facultad 3 para llevar a cabo los proyectos, aunque se puede hacer uso de ambas representaciones de acuerdo a las necesidades que se presenten.

✓ Representación escalonada para lograr la madurez de la facultad.

Si lo que se quiere alcanzar de forma general es la madurez de los proyectos en si, contar con un aval en el mercado que certifique la calidad de los productos que se producen en la facultad para lograr competitividad, sería conveniente usar la **representación escalonada** para evaluar los procesos, logrando una secuencia contrastada de mejoras que comenzarían con prácticas de gestión básica de proyectos, que irán progresando por un camino predefinido y probado de sucesivos niveles que servirán de base para el siguiente nivel, teniendo como fin la optimización de todos y cada uno de los procesos que conforman los sistemas software producidos en la facultad. Permite realizar un análisis comparativo entre los diferentes proyectos de la facultad al tener como punto de referencia los mismos niveles de madurez ya que la representación escalonada brinda una aproximación basada en niveles de madurez.



Figura 9 Niveles de madurez de CMMI

Para alcanzar un nivel determinado es necesario cumplir con todas las actividades definidas en el mismo, así como de los niveles anteriores. CMMI está enfocado a desarrollar la madurez de las organizaciones de forma progresiva de nivel a nivel.

Nivel 2: Gestión Básica de Procesos

Para alcanzar el nivel 2 de madurez de CMMI v1.2 es necesario desarrollar las siguientes áreas de procesos:

1. Gestión de Requisitos.
2. Planificación de Proyectos.
3. Monitorización y Control de Proyectos.
4. Gestión y Acuerdos con Proveedores.
5. Medición y Análisis.
6. Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos.
7. Gestión de la Configuración.

En la **Gestión de requisitos** es esencial obtener, comprender y aprobar los requisitos, así como gestionar los cambios, identificando inconsistencias entre los requisitos y el plan de los proyectos. En esta área se deben gestionar todos los requisitos del proyecto, tanto los requisitos funcionales como los no funcionales. Esta es un área de proceso indispensable y vital, puesto que si se logra una buena captura de los requisitos, así como su entendimiento, se lograrán productos con calidad y clientes satisfechos.

1. Gestionar los requisitos.

- Entender los requisitos.
- Obtener un compromiso de los requisitos.
- Gestionar los cambios de los requisitos.
- Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos.
- Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requisitos.

En cuanto a la **Planificación de Proyectos** es necesario lograr una buena organización en los proyectos, estableciendo y manteniendo los planes que definen las actividades de los proyectos, de forma tal que se pueda predecir una trayectoria clara de las tareas a ser ejecutadas, así como las dependencias entre ellas, con asignaciones de los responsables por actividades, así como la distribución de los recursos humanos por proyecto, además de establecer mecanismos de chequeo de la evolución y desarrollo de los distintos proyectos.

1. Establecer estimaciones.

- Estimar el alcance del proyecto.
- Establecer estimaciones del producto de trabajo y los atributos de tarea.
- Definir el ciclo de vida del proyecto.
- Determinar estimados de esfuerzo y costo.

2. Desarrollar un plan de proyecto.

- Establecer el presupuesto y el calendario.
- Identificar y analizar los riesgos del proyecto.
- Planear la gestión de la información.
- Planear los recursos del proyecto.
- Plan para el conocimiento y habilidades necesarias.

- Plan que implique a los Stakeholders.
 - Establecer el plan del proyecto.
3. Obtener responsabilidad hacia el plan.
- Revisar planes que afectan al proyecto.
 - Reconciliar niveles de trabajo y recursos.
 - Obtener un plan de responsabilidades.

Para realizar la **Monitorización y Control de Proyectos** es necesario usar herramientas que faciliten tener el control de las actividades que realizan los integrantes de los proyectos, dígase herramientas como: Plone, SharePoint, GForce, entre otros, lo que facilitaría la comprensión del estado del proyecto para que se puedan tomar acciones correctivas para evitar que la ejecución del mismo se desvíe del plan del proyecto.

1. Darle seguimiento al proyecto respecto el plan.
 - Parámetros de Planificación del seguimiento del proyecto.
 - Seguimiento de las responsabilidades.
 - Seguimiento de los riesgos del proyecto.
 - Seguimiento de la gestión de la información.
 - Seguimiento de la implicación de los Stakeholders.
 - Realizar revisiones de progresión.
 - Realizar revisiones de hitos.
2. Gestionar las acciones correctivas a tomar.
 - Analizar las tareas.
 - Tomar acciones correctivas.
 - Gestionar las acciones correctivas.

Capítulo 2: Procedimiento de CMMI v1.2 para el proceso productivo de la Facultad 3

De igual modo, en la **Gestión y Acuerdos con Proveedores** es necesario establecer los acuerdos con los proveedores, que en este caso serían las distintas partes encargadas del suministro de los recursos, así como de las herramientas necesarias para llevar a cabo los proyectos, determinando el tipo de adquisición y la selección de los mismos, así como satisfacer los acuerdos establecidos con el proveedor.

1. Establecer acuerdo con el proveedor.
 - Determinar el tipo de adquisición.
 - Seleccionar los suministradores.
 - Establecer un acuerdo con el proveedor.

2. Satisfacer acuerdos con el proveedor.
 - Revisar los componentes del producto.
 - Ejecutar acuerdo con el proveedor.
 - Aceptar la adquisición de los productos.
 - Transición de los productos.

Para llevar a cabo la **Medición y Análisis** es necesario establecer los objetivos de la medición y procedimientos de almacenamiento, proporcionando los datos obtenidos en la medición, analizándolos y almacenándolos, aportando de esta manera información útil y confiable al proyecto.

1. Alinear mediciones y actividades de análisis.
 - Establecer los objetivos de la medición.
 - Especificar las medidas.
 - Especificar colección de datos y procedimientos de almacenamiento.
 - Especificar procedimientos de mediciones.

2. Proporcionar resultados de la medición.
 - Recoger las mediciones de los datos.
 - Analizar datos de las mediciones.
 - Almacenar los datos y resultados.
 - Comunicar los resultados.

El proceso de **Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos** debe planificarse desde antes de desarrollar el software, nunca después o mediante el desarrollo del mismo. Este proceso tiene el objetivo de evaluar los procesos y productos de trabajo, con el objetivo de asegurar que el software cumpla con los criterios esperados de calidad.

1. Evaluar objetivamente los productos de trabajo y servicios.
 - Evaluar objetivamente los procesos.
 - Evaluar objetivamente los productos de trabajo y servicios.
2. Proveer los objetivos internos de la organización.
 - Comunicar y asegurar la resolución de las no conformidades de los problemas.
 - Establecer registros.

En cuanto a la **Gestión de la Configuración** hay que identificar y controlar los elementos de configuración, establecer un sistema de gestión de configuración, además de establecer las líneas base correspondientes a los proyectos.

1. Establecer línea base.
 - Identificar elementos de configuración.
 - Establecer un sistema de gestión de la configuración.
 - Crear o poner en marcha las líneas base.
2. Supervisar y controlar cambios.
 - Peticiones de supervisión de cambios.
 - Control de los elementos de configuración.
3. Garantizar la integridad.
 - Establecer registros de la gestión de la configuración.
 - Realizar auditorías de la configuración.

Nivel 3: Estandarización de Procesos

Para alcanzar el nivel 3 de madurez de CMMI v1.2 es necesario desarrollar las siguientes áreas de procesos:

1. Desarrollo de Requisitos.
2. Solución Técnica.
3. Integración del Producto.
4. Verificar.
5. Validar.
6. Procesos Orientados a la Organización.
7. Definición de Procesos + IPPD.
8. Entrenamiento Organizacional (Capacitación).
9. Gestión Integral de Proyecto + IPPD.
10. Gestión de Riesgos.
11. Análisis de Decisiones y Resolución.

En el proceso de **Desarrollo de Requisitos** se produce y se analiza centrado en la relación cliente-producto, realizando toda una descripción y desarrollo de los requisitos con los que debe cumplir el producto en base a especificaciones, garantizando sobre todo fechas predecibles, alcance dentro del presupuesto, así como clientes satisfechos.

1. Desarrollar los requisitos del cliente.
 - Extraer las necesidades.
 - Desarrollar los requisitos del producto.
2. Desarrollar los requisitos del producto.
 - Establecer los productos y requisitos de los componentes del producto.
 - Asignar los requisitos de los componentes del producto.
 - Identificar los requisitos de la interfaz.
3. Analizar y validar los requisitos identificados.
 - Establecer conceptos y escenarios operacionales.

- Establecer una definición de la funcionalidad requerida.
- Analizar los requisitos.

Asimismo, en el proceso **Solución Técnica** se deben seleccionar las soluciones de los componentes que conforman el producto, realizar el diseño de la arquitectura e implementar los componentes, incluyendo la reutilización.

1. Seleccionar las soluciones de los componentes del producto.
 - Desarrollar soluciones alternativas detalladas y criterios de selección.
 - Desplegar los conceptos operacionales y situaciones.
 - Seleccionar las soluciones de los componentes del producto.
2. Desarrollar el diseño.
 - Diseñar el producto o componentes del producto.
 - Establecer un completo paquete de datos técnicos.
 - Diseñar interfaces usando criterios de selección.
3. Implementar el diseño del producto.
 - Implementar el diseño.
 - Desarrollar la documentación de apoyo del producto.

En cuanto a la **Integración del Producto** se propone integrar todos los componentes que forman el producto, estableciendo y manteniendo planes que definan las actividades del proyecto, entre las que se pueden citar, estimar el alcance del proyecto, establecer apreciaciones del producto de trabajo y atributos de cada tarea, definición del ciclo de vida del proyecto, estimación de esfuerzo, itinerario y costo.

Hay que tener en cuenta que a la hora de integrar el producto, los proyectos en la facultad de forma general se dividen en módulos funcionales, donde cada uno realiza actividades propias del módulo, teniendo siempre una estrecha relación con los restantes módulos, donde posteriormente se integran, logrando la unión de las distintas partes que conforman el sistema software, obteniéndose un único producto.

1. Preparar la integración del producto.
 - Determinar la secuencia de integración.
 - Establecer el entorno de integración del producto.
 - Establecer los procedimientos y criterios de la integración del producto.

2. Asegurar la compatibilidad de la interfaz.
 - Revisar las descripciones de la interfaz para la integridad.
 - Gestionar las interfaces.

3. Agrupar los componentes y entregas del producto.
 - Confirmar la disponibilidad de los componentes del producto para la integración.
 - Agrupar los componentes del producto.
 - Evaluar la agrupación de los componentes de los productos.
 - Empaquetar y entregar el producto o componente del producto.

En el área de proceso **Verificación** se controla la calidad de los entregables, realizando revisiones a los productos, con el fin de lograr resultados que permitan detectar problemas y así poder tomar las medidas necesarias para corregir los errores.

1. Preparar la verificación.
 - Seleccionar los productos para la verificación.
 - Establecer el entorno de verificación.
 - Establecer criterios y procedimientos de verificación.

2. Realizar las revisiones en pares.
 - Preparar para realizar revisiones en pares.
 - Dirigir las revisiones en pares.

3. Verificar los productos seleccionados.
 - Realizar la verificación.
 - Analizar los resultados de la verificación e identificar la acción correctiva.

Capítulo 2: Procedimiento de CMMI v1.2 para el proceso productivo de la Facultad 3

De igual forma en la **Validación** se lleva a cabo todo el proceso de control de la calidad de los componentes y productos mediante la realización de pruebas, seleccionando los productos, estableciendo el ambiente de pruebas, y estableciendo procedimientos de aprobación y criterio. Estas pruebas arrojarán los resultados de funcionalidades, desempeño, seguridad, entre otras variables útiles desde el punto de vista de la ingeniería de software.

1. Preparar la validación.
 - Seleccionar los productos para la validación.
 - Establecer el entorno de validación.
 - Establecer criterios y procedimientos de validación.

2. Validar el producto o componentes del producto.
 - Ejecutar la validación.

En cuanto a los **Procesos Orientados a la Organización** se realiza toda una planificación de mejora de los procesos basado en la comprensión de las actuales fortalezas y debilidades de los procesos de la organización y de los recursos de los procesos que conforman los distintos proyectos.

1. Determinar las oportunidades de mejora del proceso.
 - Establecer las necesidades del proceso organizacional.
 - Identificar las mejoras de los procesos de la organización.

2. Diseñar e implementar las actividades de mejora del proceso.
 - Establecer los planes de acción del proceso.
 - Implementar los planes de acción del proceso.

Para realizar la **Definición de Procesos + IPPD** se establece y se determinan los recursos utilizables de los procesos. Se establecen los procesos estándares, ciclo de vida, las descripciones del modelo, criterios y pautas.

1. Establecer los recursos del proceso organizacional.
 - Establecer un proceso estándar.
 - Establecer las descripciones del modelo de ciclo de vida.

Capítulo 2: Procedimiento de CMMI v1.2 para el proceso productivo de la Facultad 3

Igualmente a la hora de realizar el proceso de **Entrenamiento Organizacional** se propone desarrollar las habilidades y conocimientos de las personas que integran los distintos proyectos de la facultad, los cuales son los responsables de lograr los resultados desde el punto de vista del desarrollo de software, de forma tal que puedan cumplir con los roles que desempeñen de manera efectiva y eficiente.

Es necesario establecer las estrategias de capacitación, desarrollar un plan de entrenamiento de acuerdo a las necesidades de entrenamientos específicas, identificadas por los proyectos de la facultad, además de establecer la forma en que se medirá la efectividad y el éxito de la capacitación.

También hay que tener en cuenta que a la hora de capacitar al personal que integran los proyectos, estos están formados en su mayoría por estudiantes, que cumplen además del proceso productivo, con todo lo relacionado con la docencia, llevando las dos tareas a la par, donde se le imparten una serie de cursos optativos necesarios que contribuyen a la formación de pregrado de los mismos, lográndose de esta manera un buen desempeño en los proyectos, así como buenos resultados académicos.

También, los proyectos en su totalidad están dirigidos por profesores, en su mayoría graduados de la especialidad, donde estos reciben cursos de postgrado con el objetivo de capacitarlos, de acuerdo a las técnicas y herramientas necesarias para desarrollar los proyectos, contribuyendo de esta forma en la formación de postgrado de los mismos, para que estos puedan dirigir de manera eficiente los proyectos.

1. Capacitar el personal del proyecto.
 - Establecer estrategias de capacitación.
 - Desarrollar un plan de entrenamiento.
 - Establecer la forma en que se medirá la efectividad y el éxito de la capacitación.

También para realizar la **Gestión Integral de Proyecto + IPPD** es necesario establecer y manejar el proyecto, así como la integración de las partes interesadas pertinentes (Stakeholders), siguiendo un proceso integrado y definido, que se ajuste al conjunto de los procesos estándares establecidos en los proyectos, estableciendo una visión compartida para los equipos integrados de ser aplicable.

1. Usar el proceso definido del proyecto.
 - Establecer el proceso definido del proyecto.
 - Usar los recursos del proceso organizacional para planificar las actividades del proyecto.
 - Integrar Planes.
 - Gestionar el proyecto usando los planes integrados.

2. Usar el proceso definido del proyecto.
 - Gestionar dependencias.
 - Resolver los problemas de coordinación.

Asimismo en la **Gestión de Riesgos** se mitigan los riesgos y si ocurriesen, es necesario contar con un plan de contingencia que ayude a solucionar los posibles efectos que puedan traer consigo los riesgos.

1. Preparar la gestión de riesgos.
 - Determinar las fuentes y categorías de riesgo.
 - Evaluar, categorizar y priorizar riesgos.

2. Mitigar riesgos.
 - Desarrollar planes de mitigación de riesgos.
 - Implementar los planes de mitigación de riesgos.

Capítulo 2: Procedimiento de CMMI v1.2 para el proceso productivo de la Facultad 3

En el proceso de **Análisis de Decisiones y Resolución**, se analizan posibles decisiones por parte de las distintas partes que integran los proyectos, con el objetivo de evaluar las alternativas identificadas contra el criterio establecido. Se evalúan las decisiones alternativas estableciendo pautas para el análisis de decisión, criterios de evaluación y métodos usados para tomar las decisiones pertinentes.

1. Evaluar alternativas.
 - Establecer criterios de evaluación.
 - Seleccionar métodos de evaluación.
 - Evaluar alternativas.
 - Seleccionar soluciones.

Nivel 4: Gestionado cuantitativamente

Para alcanzar el nivel 4 de madurez de CMMI v1.2 es necesario desarrollar las siguientes áreas de procesos:

1. Ejecución de los Procesos de la Organización.
2. Gestión Cuantitativa de Proyecto.

En cuanto al **Rendimiento(o ejecución) de los Procesos de la Organización**, se establece y se mantiene una comprensión cuantitativa del funcionamiento de los procesos que conforman los proyectos, proporcionando los datos de la ejecución de los procesos, las líneas base, así como los modelos para la gestión cuantitativa de los proyectos.

1. Establecer líneas base y modelos de ejecución.
 - Seleccionar los procesos.
 - Establecer medidas de ejecución de los procesos.
 - Establecer objetivos de calidad y ejecución de los procesos.

Capítulo 2: Procedimiento de CMMI v1.2 para el proceso productivo de la Facultad 3

Para llevar a cabo la **Gestión Cuantitativa de Proyectos** es necesario gestionar cuantitativamente los procesos para lograr los objetivos de calidad y ejecución de los procesos establecidos en los proyectos.

1. Gestionar el proyecto cuantitativamente.
 - Establecer los objetivos del proyecto.
 - Elegir los subprocesos que serán gestionados estadísticamente.
 - Gestionar la ejecución del proyecto.

2. Gestionar estadísticamente la ejecución de los subprocesos.
 - Elegir medidas y técnicas analíticas.
 - Aplicar métodos estadísticos.
 - Monitorizar la ejecución de los subprocesos elegidos.
 - Archivar los datos de la gestión estadística.

Nivel 5: Optimizado

Para alcanzar el nivel 5 de madurez de CMMI v1.2 es necesario desarrollar las siguientes áreas de procesos:

1. Análisis de Causas y Resolución.
2. Innovación y Desarrollo.

Al realizar el **Análisis de Causas y Resolución**, es imprescindible identificar las causas de los errores presentes en el desarrollo de los proyectos y otros problemas que puedan surgir, así como tomar las acciones necesarias para evitar que ocurran en el futuro y puedan repercutir en la calidad del software.

1. Determinar las causas de los defectos.
 - Seleccionar los datos de los defectos.
 - Analizar las causas.

2. Tratar las causas de los defectos.
 - Implementar las acciones propuestas.

- Evaluar los efectos de los cambios.
- Guardar datos.

En el proceso de **Innovación y Desarrollo** de los proyectos, es necesario seleccionar todas las tecnologías y métodos que permitan mejoría de forma medible en el desempeño de los procesos y la calidad de los mismos, teniendo en cuenta las plataformas en las que se va a implementar, así como las herramientas necesarias para desarrollar de forma óptima los proyectos.

1. Seleccionar las mejoras de los procesos.
 - Reunir y analizar propuestas de las mejoras.
 - Identificar y analizar innovaciones.
 - Realizar pruebas a las mejoras.
 - Seleccionar mejoras para desplegarlas.
2. Desplegar mejoras.
 - Realizar el plan de despliegue.
 - Gestionar el despliegue.
 - Medir los efectos de las mejoras.

(PATRICIA HERRERA GONZÁLEZ 2005-2006)

(AIELLO MAURICIO 2006)

✓ **Representación continua para lograr la capacidad de los procesos.**

En caso de que se quiera lograr la capacidad de los procesos es conveniente usar la **representación continua** seleccionando adecuadamente las mejoras que hay que realizar para conseguir los objetivos del negocio definidos por la facultad. Además, permite localizar las áreas de riesgo y suavizar su impacto.

En esencia, la representación continua se apropia un poco más a las necesidades que se persiguen en el proceso productivo de la facultad, teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos se quieren obtener productos en tiempo récord, por lo que se hace énfasis en las áreas críticas que se necesitan desarrollar para lograr la satisfacción de los clientes en el tiempo establecido, aunque no se puede

dejar a un lado la representación escalonada, ya que es importante contar con un aval para insertarse en la competencia del mercado a nivel mundial.

Además, es conveniente usar dicha representación en aquellos proyectos que han avanzado y no se han podido desplegar por errores detectados en las pruebas que se les han realizado, por lo que se recomienda, encontrar los principales problemas que afectan directamente al negocio y las áreas críticas para el funcionamiento del proyecto, ya que la representación continua ayudaría a la dirección de los proyectos dirigir su capacidad de mejora centrándose en dichas áreas, obteniendo información acerca de la capacidad que presentan los procesos, lo que permitiría decidir donde es necesario invertir según los objetivos del negocio, además de que posibilitaría evolucionar las áreas de procesos críticos (subprocesos) hacia niveles de capacidad 4 y 5, permitiendo un buen desempeño de los mismos, por lo que cabría preguntarse:

¿Qué hacer para que las áreas críticas alcancen una alta madurez usando la representación continua?

Para lograr una alta madurez de los procesos críticos no es necesario aplicar todos los procesos según plantea el modelo CMMI v1.2, haciéndose solamente necesario:

1. Seleccionar los procesos críticos del negocio.
2. Definir la estrategia de gestión cuantitativa (indicadores, técnicas estadísticas).
3. Asegurar que los procesos sean estables y que no existen inconsistencias con el negocio.
4. Tomar las acciones correctivas necesarias para circunstancias especiales o inestabilidades que se puedan presentar.
5. Establecer un modelo de predicción del rendimiento de los procesos y la calidad del producto.
6. Analizar las causas de error de los procesos para su prevención y reducción.
7. Definir e implantar cambios (tecnológicos o de procesos) basados en la información cuantitativa anterior.

(PARRO 2007)

2.3.4 Método para la mejora de procesos.

CMMI utiliza el método IDEAL para la mejora continua de los procesos. Es un mapa que guía de forma organizada detallando los pasos necesarios a seguir a la hora de establecer las metas principales que se persiguen en el desarrollo del software, así como los pasos para alcanzar dichas metas en aras de lograr la mejora de los procesos.



Figura 10 Método IDEAL.

Establecer metas.

Iniciar.

1. Identificar objetivos del negocio.
2. Identificar principales problemas a resolver.
3. Obtener compromiso y patrocinio de la dirección.
4. Entrenarse/Informarse sobre métodos de mejora.
5. Comunicar la iniciativa a la organización.

Diagnosticar.

1. Establecer la madurez de la organización.
 - Identificar fortalezas.
 - Identificar áreas de mejora.
2. Definir recomendaciones de mejora.

Establecer.

1. Desarrollar planes.
 - Plan estratégico de mejora de procesos.
2. Establecer metas de mejora.
3. Desarrollar planes tácticos para abordar las recomendaciones.

Alcanzar las metas.

Actuar.

1. Definir procesos.
2. Definir mediciones.
3. Pilotar nuevos procesos y mediciones.
4. Institucionalizar procesos y mediciones.

Aprender.

1. Identificar lecciones aprendidas.
2. Analizar lecciones aprendidas.
3. Medir esfuerzo dedicado.
4. Reforzar compromiso y patrocinio.
5. Planificar siguiente ciclo de mejora.

(INSTITUTE 2007)

2.3.5 Herramienta recomendada para la evaluación de procesos.

En el desarrollo de software es importante el uso de herramientas que evalúen los procesos. Herramientas como CMM-Quest, IME Toolkit y Appraisal Wizard son empleadas para evaluar los procesos que propone CMMI como se puede apreciar a continuación:

- **CMM-Quest:** Permite efectuar evaluaciones de acuerdo al modelo CMMI-SE/SW en su representación continua. La evaluación se limita a asignar valores a los objetivos, no permite evaluaciones a nivel de prácticas (por debajo del nivel de los objetivos).

Capítulo 2: Procedimiento de CMMI v1.2 para el proceso productivo de la Facultad 3

- **IME Toolkit:** Permite efectuar evaluaciones de acuerdo al modelo CMMI-SE/SW. Las evaluaciones consisten en asignar valores numéricos a las prácticas, en base a los cuales la herramienta genera puntajes para las áreas de proceso. No posee guías de asistencia para la evaluación.
- **Appraisal Wizard:** Soporta evaluaciones para gran parte de los modelos CMM y métodos de evaluación propuestos por el SEI a lo largo de la historia (entre ellos todos los CMMI). Requiere que el usuario ingrese todos los valores que se asignan en las distintas instancias de evaluación (prácticas, objetivos, áreas de proceso) y no cuenta con la capacidad de sugerir valores facilitando las tareas de ingreso de datos. Al brindar un soporte tan amplio y detallado, la herramienta no es para nada sencilla de utilizar.

Tabla 21 Comparación de herramientas de evaluación de procesos.

	CMM- Quest	IME Toolkit	Appraisal Wizard
Interfaz de usuario	Fácil, muy amigable	Medianamente amigable	Difícil, poco amigable
Tipo de usuario	Novato	Experto	Experto
Modelos soportados	CMMI-SE/SW (representación Continua)	Está basada en CMMI-SE/SW, no lo soporta formalmente	Gran parte de los CMM y todos los CMMI (ambas representaciones)
Ayudas online	Sí	No	Sí
Navegación de la estructura del modelo	No	No	No
Generación de valores sugeridos	No	Si	No

(AIELLO MAURICIO 2006)

Después de analizar las principales características de las herramientas antes expuestas se recomienda el Appraisal Wizard para la evaluación de los procesos de CMMI v1.2, ya que evalúa todas las versiones de CMMI incluyendo la versión 1.2 que cubre las cuatro disciplinas: Ingeniería de

Sistemas (SE), Ingeniería de Software (SW), Integración de Productos y Desarrollo de Procesos (IPPD), y Relación con proveedores. Además, abarca las 2 representaciones que establece CMMI, lo que posibilitaría evaluar el nivel de madurez de la facultad y la capacidad de los procesos en el desarrollo de software, aunque hay que tener en cuenta que la interacción con la herramienta es difícil y poco amigable, pues brinda un soporte amplio y detallado.

2.4 Conclusiones.

El procedimiento propuesto puede ser aplicado a cualquier proyecto sin importar al polo productivo al que pertenezcan. Contiene los pasos necesarios según establece el modelo de procesos CMMI v1.2, así como el uso de métodos y herramientas que mejoren y evalúen los procesos. También está apoyada en la metodología RUP ya que esta le aporta aspectos fundamentales como son las entradas, salidas y responsables por cada área de proceso, además de que RUP es una metodología conocida y que se aplica con gran fuerza en los proyectos de la facultad.

Capítulo

3

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1 Introducción.

En este capítulo se hace un análisis de los resultados de la investigación teniendo en cuenta que la aplicación del procedimiento propuesto no es inmediata, ya que su implantación requiere de tiempo. Asimismo se recogen datos estadísticos de las encuestas realizadas a estudiantes vinculados a proyectos. De igual forma aparecen las entrevistas hechas a especialistas de calidad y asesores del Departamento de Ingeniería de Software de la UCI. También se refleja el nivel de madurez y de capacidad de los proyectos de la facultad actualmente. Igualmente se realiza un análisis del uso de RUP-CMMI en el desarrollo y mejoramiento del software para que se alcance el nivel 2 de madurez de la facultad. Además se recogen criterios de personalidades acerca de la propuesta hecha anteriormente, los cuales la valoran en aras de mejorarla.

3.2 Resultados arrojados por las entrevistas y encuestas.

Con el objetivo de obtener información que contribuyera al desarrollo de la investigación se realizaron una serie de entrevistas al compañero Ramses Delgado, especialista de calidad de la UCI, así como a Maypher Román, asesor del Departamento de Ingeniería de Software de la universidad con el propósito de recoger criterios, puntos de vistas y opiniones acerca del tema investigado, así como una serie de encuestas realizadas a estudiantes vinculados a proyectos con las que se pretende obtener el uso de modelos de procesos en los distintos proyectos de la facultad.

Después de haber realizado las entrevistas se puede decir, que a la hora de aplicar un modelo de procesos a una institución vinculada a la producción de software, es necesario definir o tener claros los objetivos organizacionales que se persiguen para encaminar el modelo de procesos en vista de darle cumplimiento a esos objetivos, tales como: calidad del producto, costo, tiempo de desarrollo, productividad y satisfacción del cliente.

Además hay que tener en cuenta la visión y misión de la organización, que exista un compromiso de los altos directivos de la misma, siendo necesario invertir tiempo en el proceso, realizar trabajo en equipo y tener un modelo de referencia.

También es importante decir que la aplicación de un modelo de procesos en específico al proceso productivo de la universidad se hace algo engorroso, debido a que ningún modelo se adapta 100% por la estructura tan compleja que presenta la UCI al estar integradas por muchas áreas de trabajo, por lo que se hace necesario crear híbridos de modelos que se puedan utilizar en la producción de software, no ocurriendo de igual forma, si se aplica un modelo de procesos a una facultad de la institución a pesar de estar integrada por áreas como: producción, investigación y docencia, siendo la estructura menos compleja.

En estos momentos no se ha determinado un modelo de procesos que se pueda aplicar al proceso productivo de la universidad, ya que existe un pequeño grupo de la UCI que están trabajando en las normas ISO 9000 con cierta experiencia en estas normas y varios profesionales certificados en el curso internacional del SEI de CMMI, sin embargo, experiencia en la implementación de CMMI no existe realmente, lo cual no quita que en su momento se pueda institucionalizar como modelo de referencia, ya que resulta un modelo interesante.

La aplicación de un modelo de procesos específico que mejore la calidad de la producción de software tanto a nivel de universidad como de facultad, es importante, ya que no solo se contaría con un aval en el mercado que certifique la calidad de los productos que se producen para lograr la competitividad en el mercado, sino, porque obligaría a producir software de la manera más correcta y con la calidad requerida, y el proceso productivo se volvería más profesional y eficiente.

Como conclusión de las entrevistas se puede señalar que la aplicación del modelo de procesos CMMI v1.2 a la producción de software de la Facultad 3, puede repercutir favorablemente en la calidad de los

productos elaborados en la facultad, ya que es uno de los modelos mejor aceptados en la Industria del Software Internacional que ha tomado en su concepción el proceso evolutivo de otros modelos de calidad, basándose en las debilidades y fortalezas de los mismos.

De igual forma, después de realizar las encuestas se pudo verificar de manera general que los proyectos no se rigen por un modelo de procesos específico como se puede apreciar en la figura 6, ya que éstos no tienen establecido un plan de medición y mejora de los procesos de forma constante por parte de la dirección de los mismos. Igualmente, no existe una planificación detallada de los procesos, así como la organización y definición formal de estos.

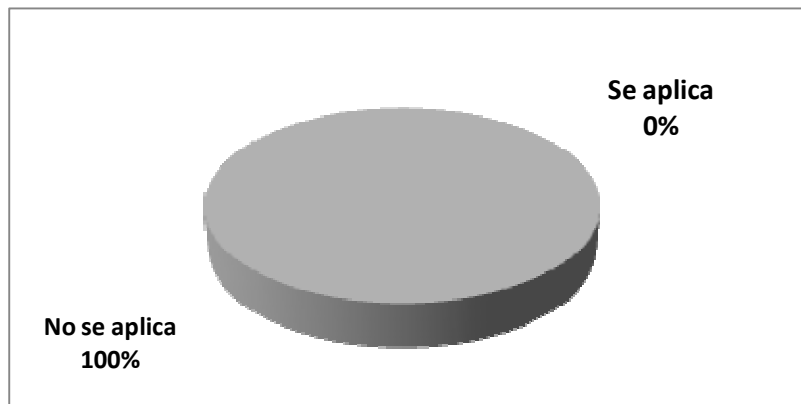


Figura 11 Aplicación de un modelo de procesos específico en los proyectos.

Las encuestas se realizaron a estudiantes vinculados a los proyectos que actualmente están funcionando como: Informatización de la Oficina Nacional de Estadística, Sistema de Gestión de Inventarios de Almacenes (SIGIA), Registros y Notarías (R&N), Delfos, HiperWeb. Se puede decir que la mayoría de los estudiantes encuestados conocían o habían oído hablar del modelo de procesos CMMI como se puede apreciar en la figura 7, de los cuales muchos abogaban por su aplicación en los proyectos de la facultad, ya que es un modelo que si se aplica puede traer consigo beneficios en la mejora de los procesos, pues proporciona una guía para el desarrollo del software.

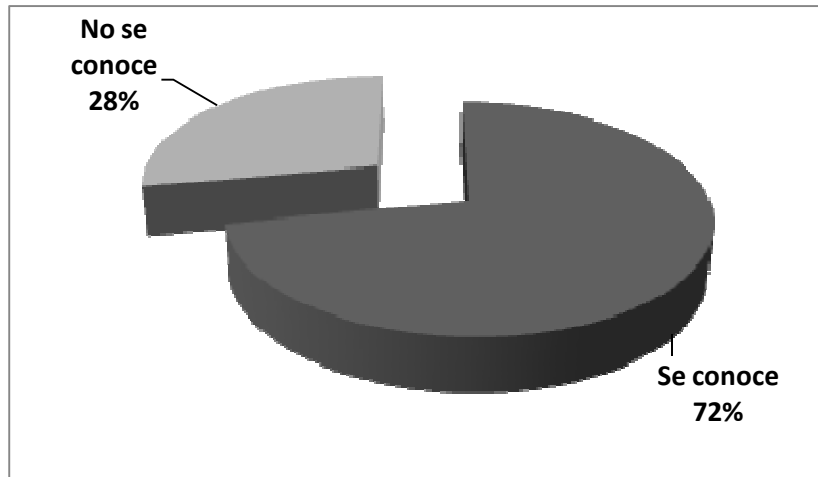


Figura 12 Grado de conocimiento del modelo CMMI v1.2.

Otra parte de los encuestados no estaban de acuerdo como se puede apreciar en la figura 8, pues planteaban que es un modelo complejo de aplicar, así como el costo que traería consigo su implantación, además argumentaban que su aplicación requiere mucho esfuerzo, recursos y conocimiento del tema, aunque es válido aclarar que CMMI es un modelo que brinda una guía detallada, lo que posibilita que su aplicación no sea tan compleja, pues te orienta que es lo que se debe hacer para desarrollar cada área de proceso que integra el modelo y su costo viene dado por el pago a especialistas que impartan cursos según las necesidades de conocimientos que presenten los proyectos respecto al modelo, además de que la obtención de información de CMMI es gratis, pues se puede obtener en Internet sin ninguna dificultad.

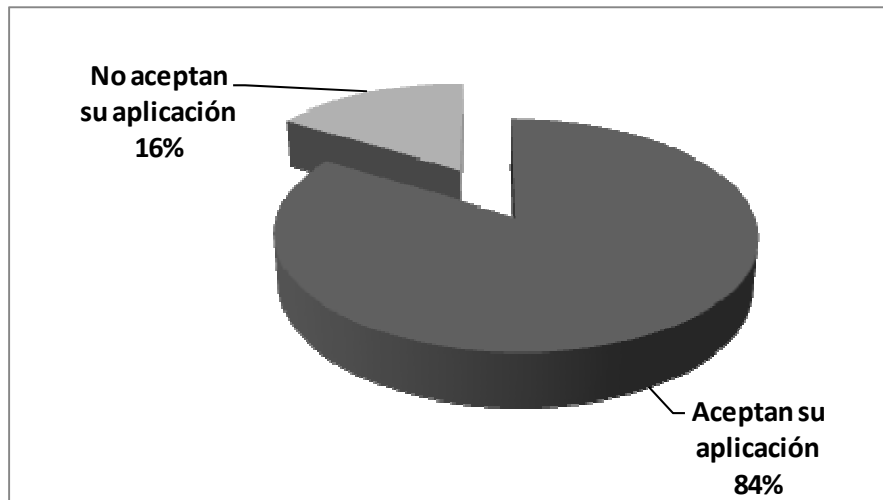


Figura 13 Grado de aceptación del modelo CMMI v1.2

Por lo que todo esfuerzo que requiera la aplicación del modelo CMMI, bien vale la pena pues es un modelo que puede incidir en gran medida en el desarrollo de los proyectos que se llevan a cabo en la facultad.

3.3 Nivel de madurez y capacidad de los proyectos.

Después de haber hecho un estudio del proceso productivo de la Facultad 3, específicamente de los proyectos, se puede decir de manera general, que estos presentan nivel de madurez 1, por el simple hecho de que existen como productores de software, ya que no llevan a cabo su trabajo siguiendo procesos, además no se encuentran homogéneamente implantados, definidos, medidos y mejorados de forma constante, y presentan capacidad 0, debido a que no existe una estrategia para la mejora continua de los procesos, así como la definición y planificación formal de los mismos.

También se puede decir que esto se debe a las peculiaridades de la producción de sistemas software de la facultad, ya que en su totalidad se priorizan las áreas críticas con el objetivo de lograr productos lo antes posible, por lo que en el desarrollo de los productos no se hace uso de las 22 áreas de procesos que plantea la aplicación de CMMI v1.2, además de que los proyectos a la hora de desarrollar software se guían por la metodología RUP, la cual no abarca todas las áreas de procesos del nivel 2 según propone CMMI v1.2.

3.4 Análisis de RUP-CMMI en los proyectos de la facultad.

En vista de que los proyectos que se desarrollan en la facultad se encuentran en el nivel 1 de madurez como se explica en el epígrafe anterior, se realiza el siguiente análisis que tiene como objetivo exhortar a que se lleven a cabo las prácticas definidas en el procedimiento explicado en el capítulo 2, con el propósito de alcanzar el nivel 2 de madurez inmediatamente.

Se puede decir que el uso de RUP-CMMI para el desarrollo de software de la Facultad 3 puede traer beneficios considerables y una meta primordial a alcanzar para el próximo curso sería lograr el nivel 2 de madurez de los proyectos de la facultad según propone CMMI v1.2, ya que la aplicación del procedimiento propuesto en el capítulo anterior requiere mucho más tiempo. Este objetivo puede ser logrado fácilmente con la fusión de CMMI v1.2 como modelo de procesos, que indica lo que se debe hacer para desarrollar las áreas que comprenden el desarrollo de software y la metodología RUP que es usada con gran fuerza en los proyectos de la facultad.

Alcanzar el nivel 2 de CMMI v1.2 en los proyectos de la facultad debe resultar fácil, ya que RUP es una metodología que cubre el 97% de las prácticas que establece CMMI para alcanzar dicho nivel, puesto que no incluye dos áreas de proceso del nivel 2, como es el caso del área de Gestión y Acuerdos con Proveedores y de la meta genérica: Institucionalización de un Proceso Gestionado, que constituyen prácticas esenciales para alcanzar dicho nivel. Debido a esto se puede afirmar que todos los proyectos que han llevado a cabo correctamente las prácticas que propone RUP pueden lograr con facilidad el nivel 2 de madurez si utilizan el procedimiento propuesto en el capítulo anterior.

Hay que tener en cuenta que los proyectos que utilizan RUP pueden fallar por razones que no tienen nada que ver con cualquiera de estas dos áreas de procesos, pero si se tienen en cuenta ambas áreas a la hora desarrollar software puede ayudar a prevenir errores en el mismo.

A continuación se demuestra esto a través de tablas que evidencian el grado de implementación de las prácticas que propone el modelo CMMI, por la metodología RUP.

Aspectos medidos:

- **Ejecutado completamente:** Los elementos que tratan esta práctica están presentes y no hay debilidades sustanciales.
- **Ejecutado en gran parte:** Los elementos que tratan esta práctica están presentes pero hay algunas debilidades.
- **Ejecutado parcialmente:** Primeramente los elementos que tratan esta práctica están ausentes, pero cubren parte de esta práctica como un efecto secundario; hay debilidades con respecto a este método.
- **No ejecutado:** Los requisitos de la práctica no se resuelven.

Tabla 22 Alcance de RUP para el área de proceso Gestión de Requisitos.

		Niveles Ejecutados			
		No	Parcialmente	Gran parte	Completo
	Gestión de Requisitos.				X
SG1	Gestionar los requisitos.				X
SP1.1	Entender los requisitos.				X
SP1.2	Obtener un compromiso de los requisitos.			X	
SP1.3	Gestionar los cambios de los requisitos.				X
SP1.4	Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos.				X
SP1.5	Identificar inconsistencias entre el trabajo del proyecto y los requisitos.				X

Tabla 23 Alcance de RUP para el área de proceso Planificación de Proyectos.

		Niveles Ejecutados			
		No	Parcialmente	Gran parte	Completo
	Planificación de Proyectos.				X
SG1	Establecer estimaciones.				X
SP1.1	Estimar el alcance del proyecto.				X
SP1.2	Establecer estimaciones del producto de trabajo y los atributos de tarea.			X	
SP1.3	Definir el ciclo de vida del proyecto.				X
SP1.4	Determinar estimados de esfuerzo y costo.			X	
SG2	Desarrollar un plan de proyecto.				X
SP2.1	Establecer el presupuesto y el calendario.			X	
SP2.2	Identificar y analizar los riesgos del proyecto.				X
SP2.3	Planear la gestión de la información.			X	
SP2.4	Planear los recursos del proyecto.				X
SP2.5	Plan para el conocimiento y habilidades necesarias.			X	
SP2.6	Plan que implique a los Stakeholders.			X	
SP2.7	Establecer el plan del proyecto.				X
SG3	Obtener responsabilidad hacia el plan.				X
SP3.1	Revisar planes que afectan al proyecto.				X
SP3.2	Reconciliar niveles de trabajo y recursos.			X	
SP3.3	Obtener un plan de responsabilidades.			X	

Tabla 24 Alcance de RUP para el área de proceso Monitorización y Control de Proyectos.

		Niveles Ejecutados			
		No	Parcialmente	Gran parte	Completo
	Monitorización y Control de Proyectos.				X
SG1	Darle seguimiento al proyecto respecto el plan.				X
SP1.1	Parámetros de Planificación del seguimiento del proyecto.				X
SP1.2	Seguimiento de las responsabilidades.				X
SP1.3	Seguimiento de los riesgos del proyecto.				X
SP1.4	Seguimiento de la gestión de la información.				X
SP1.5	Seguimiento de la implicación de los Stakeholders.				X
SP1.6	Realizar revisiones de progresión.			X	
SP1.7	Realizar revisiones de hitos.				X
SG2	Gestionar las acciones correctivas a tomar.				X
SP2.1	Analizar las tareas.				X
SP2.2	Tomar acciones correctivas.				X
SP2.3	Gestionar las acciones correctivas				X

Tabla 25 Alcance de RUP para el área de proceso Gestión y Acuerdos con Proveedores.

		Niveles Ejecutados			
		No	Parcialmente	Gran parte	Completo
	Gestión y acuerdos con Proveedores.	X			
SG1	Establecer acuerdo con el proveedor.	X			
SP1.1	Determinar el tipo de adquisición.		X		
SP1.2	Seleccionar los suministradores.	X			
SP1.3	Establecer un acuerdo con el proveedor.	X			
SG2	Satisfacer acuerdos con el proveedor.	X			
SP2.1	Revisar los componentes del producto.	X			
SP2.2	Ejecutar acuerdo con el proveedor.	X			
SP2.3	Aceptar la adquisición de los productos.	X			
SP2.4	Transición de los productos.	X			

Tabla 26 Alcance de RUP para el área de proceso Medición y Análisis.

		Niveles Ejecutados			
		No	Parcialmente	Gran parte	Completo
	Medición y Análisis.				X
SG1	Alinear mediciones y actividades de análisis.				X
SP1.1	Establecer los objetivos de la medición.				X
SP1.2	Especificar las medidas.				X
SP1.3	Especificar colección de datos y procedimientos de almacenamiento.			X	
SP1.4	Especificar procedimientos de mediciones.			X	
SG2	Proporcionar resultados de la medición.				X
SP2.1	Recoger las mediciones de los datos.			X	
SP2.2	Analizar datos de las mediciones.				X
SP2.3	Almacenar los datos y resultados.				X
SP2.4	Comunicar los resultados.			X	

Tabla 27 Alcance de RUP para el área de proceso Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos.

		Niveles Ejecutados			
		No	Parcialmente	Gran parte	Completo
	Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y Productos.				X
SG1	Evaluar objetivamente los productos de trabajo y servicios.				X
SP1.1	Evaluar objetivamente los procesos.			X	
SP1.2	Evaluar objetivamente los productos de trabajo y servicios.				X
SG2	Proveer los objetivos internos de la organización.				X
SP2.1	Comunicar y asegurar la resolución de las no conformidades de los problemas.				X
SP2.2	Establecer registros.				X

Tabla 28 Alcance de RUP para el área de proceso Gestión de la Configuración.

		Niveles Ejecutados			
		No	Parcialmente	Gran parte	Completo
	Gestión de la Configuración.				X
SG1	Establecer línea base.				X
SP1.1	Identificar elementos de configuración.			X	
SP1.2	Establecer un sistema de gestión de la configuración.				X
SP1.3	Crear o poner en marcha las líneas base.				X
SG2	Supervisar y controlar cambios.				X
SP2.1	Peticiones de supervisión de cambios.				X
SP2.2	Control de los elementos de configuración.				X
SG3	Garantizar la integridad.				X
SP3.1	Establecer registros de la gestión de la configuración.			X	
SP3.2	Realizar auditorías de la configuración.			X	

Tabla 29 Alcance de RUP para el área de proceso Institucionalizar un Proceso Gestionado.

		Niveles Ejecutados			
		No	Parcialmente	Gran parte	Completo
	Metas y Prácticas Genéricas para el nivel 2.	X			
GG2	Institucionalizar un Proceso Gestionado.	X			
GP2.1	Establecer una política organizativa para desarrollar el proceso.			X	
GP2.2	Planificar el proceso.				X
GP2.3	Suministrar recursos para la realización del proceso.				X
GP2.4	Asignar responsabilidades para realizar el proceso.				X
GP2.5	Entrenar a las personas que realizan el proceso.	X			
GP2.6	Gestionar la configuración de los elementos del proceso.				X
GP2.7	Identificar e implicar a los Stakeholders.				X
GP2.8	Seguir y controlar la realización del proceso.				X
GP2.9	Evaluar objetivamente el cumplimiento del proceso.				X
GP2.10	Revisar el estado del proceso con la dirección de la facultad.			X	

(GRUNDMANN 2005)

3.5 Criterios de personalidades acerca de la guía.

3.5.1 Valoración del especialista de calidad Ramses Delgado.

Después de ser valorada la propuesta se puede decir que la misma se ajusta al objetivo principal que se persigue con la investigación, pues brinda una guía detallada de qué hacer en cada área de proceso para contribuir a la mejora continua de los procesos esenciales, a la hora de desarrollar los software que se llevan a cabo en la facultad.

Se recomienda que a la hora de plantear la estructura de las áreas de procesos que propone CMMI v1.2, es necesario incluir el área de Solución Técnica que pertenece a la categoría de procesos: Ingeniería, por la importancia que tiene dicha categoría para el desarrollo de software ya que cubre las actividades de desarrollo y mantenimiento del mismo.

Se destacó la importancia de agrupar las áreas de procesos según las categorías propuestas por la Facultad 3, ya que existen áreas comunes para las categorías que se van a llevar a cabo de diferentes formas, debido a la importancia que reviste el desarrollo de las mismas en el proceso productivo. Un ejemplo de estas áreas comunes, es el caso del Entrenamiento Organizacional que se debe realizar en las tres categorías, ya que para lograr productos con calidad es necesario la capacitación del personal, desde los que pertenecen a la categoría de Dirección Facultad 3, hasta los que integran la de Proyectos, donde la principal diferencia va a estar dada de acuerdo a las necesidades de conocimientos por categorías.

Igualmente se resalta que la versión 1.2 de CMMI añade a las áreas de proceso Gestión Integral de Proyecto y Definición de Procesos, el IPPD, que es utilizado principalmente en organizaciones grandes como la UCI, que tienen una infraestructura productiva compleja, siendo de gran importancia en los software que se producen en la facultad, a pesar de presentar una infraestructura menos compleja, ya que el IPPD permite desarrollar software integrando los productos y los procesos que conforman los software elaborados en los distintos proyectos que se llevan a cabo en la facultad.

Asimismo se exhorta al uso de CMMI ya que resulta una propuesta interesante que puede traer consigo resultados favorables a la producción de software, puesto que es uno de los modelos de mayor prestigio usados en la actualidad por las grandes empresas productoras de software.

De igual forma se señala que CMMI v1.2 al ser un modelo de procesos, indica el qué, no el cómo, ni quién realiza las distintas actividades para desarrollar los software, pero haciendo uso de la metodología RUP como se propone en el capítulo 2, la problemática del cómo y el quién que no aporta CMMI, se hace más explicativo y detallado, lo que trae beneficios inigualables si se emplea CMMI-RUP.

Además se plantea que a pesar de que CMMI requiere gran esfuerzo para su implementación y que propone 22 áreas de procesos a diferencia de otros modelos como es el caso de ISO (17 áreas de procesos) y MoProSoft (9 áreas de procesos), vale la pena usarlo como modelo de procesos en la producción de software de la facultad, ya que brinda una guía detallada para cada área de proceso, lo que permite lograr productos con calidad.

3.5.2 Valoración de la Msc. Eugenia G. Muñiz Lodos.

En general la propuesta se puede considerar buena, ya que la misma está enmarcada en guiar todo el proceso de desarrollo de software estableciendo los procedimientos necesarios para llevar a cabo de forma organizada las áreas de procesos que conforman la creación de los productos que se llevan a cabo en la Facultad 3.

Se considera que la investigación se debía centrar en una categoría en específico con el objetivo de detallar la forma en que se deben desarrollar las áreas, puesto que existen algunas de estas que son comunes para las tres categorías propuestas para el proceso productivo de la Facultad 3, lo que facilitaría la orientación y organización del trabajo en cada una de ellas.

Teniendo en cuenta el alcance de la investigación, se recomienda incluir plantillas que organicen la documentación de los procesos que se llevan a cabo a la hora de desarrollar software por la importancia que tiene a la hora de controlar la calidad, ya que constituye un aspecto esencial que refleja la forma en que se elaboró el producto.

Se señala que en el área de proceso Gestión de Requisitos es importante establecer un orden de prioridad enumerando los requisitos según las necesidades del cliente, teniendo en cuenta que una acción del negocio se puede deslizar en varias. En esta área es necesario que el documento listado de necesidades, el cual conforma la entrada de este proceso, contenga un compromiso por parte del cliente, que avale las funcionalidades del producto expuestas por el mismo en un principio.

3.6 Conclusiones.

Los resultados analizados mostraron que actualmente los proyectos de la Facultad 3 no se guían por un modelo de procesos específico. Asimismo, el uso de CMMI v1.2 como modelo de procesos en la producción de software de la facultad tiene gran aceptación de forma general por los integrantes de los distintos proyectos. También se demostró el nivel de madurez y de capacidad que presentan actualmente los proyectos en la facultad y la necesidad de alcanzar el nivel 2 de madurez de CMMI v1.2, meta que puede ser lograda fácilmente si se complementan la metodología RUP y el modelo CMMI, ya que RUP cumple con el 97% de las prácticas que establece CMMI. Además se recogió la valoración de personalidades respecto al procedimiento propuesto para el desarrollo de software en la facultad.

CONCLUSIONES

Con la realización de esta investigación se puede concluir que:

- La aplicación de un procedimiento a la producción de software de la Facultad 3 puede resultar favorable en la calidad del software.
- Se seleccionó un modelo de procesos conveniente para la producción de software de la facultad, a partir del análisis de los más usados.
- Se realizó un procedimiento para guiar la producción de software de la Facultad 3, lográndose de esta manera el objetivo perseguido en la investigación.
- A partir de la unión de CMMI v1.2 con RUP se obtuvo el procedimiento que permitirá guiar el proceso productivo de la Facultad 3.

RECOMENDACIONES

Con el objetivo de continuar, concluir y mejorar la propuesta planteada en esta investigación, se recomienda:

1. Realizar una prueba piloto en uno de los proyectos donde se aplique el procedimiento propuesto en la investigación para obtener resultados reales.
2. Impartir preparación técnica previa al personal que integran los proyectos relacionados con los modelos de procesos.
3. Hacer uso de las plantillas que están predefinidas y aprobadas por la facultad para realizar la documentación de los procesos.
4. Realizar un estudio profundo de las categorías propuestas en el procedimiento especificando la forma en que se deben desarrollar las diferentes áreas de procesos que abarcan cada una de ellas.
5. A pesar del tiempo que requiere la aplicación del procedimiento en los proyectos de la Facultad 3 se considera factible por los beneficios que se pueden alcanzar en vista a mejorar la calidad de los productos elaborados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BÁEZ, M. T. V. M. Y. M. P. *MoProSoft: modelo de procesos de software hecho en México*, 2006.
- DAILY HERNÁNDEZ SEGURA, D. A. G. *Artefactos de RUP para los Proyectos Productivos*, 2006.
- DELGADO, R. *Entrevista al director de calidad de la UCI, Ing. Ramses Delgado*, 14 marzo de 2007. 2007.
- EMA, E. *La evolución desde la gestión convencional a la gestión moderna del software (CMM y CMMI)*, 2005.
- ENJOLRAS, M. *Beneficios del uso de JAVA en las aplicaciones modernas de Bibliotecas*, 2005.
- FUMERO, J. *El confidencial digital*, 2005. [Disponible en: <http://www.elconfidencialdigital.com/Articulo.aspx?IdObjeto=8685>]
- GRUNDMANN, M. *A CMMI Maturity Level 2 assessment of RUP 2005*.
- GUERRERO, L. A. *Calidad*, 2006.
- GUERRERO, M. *Maestros del Web*, 2004. [Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/estandares/>]
- HERNÁN MORAGA, M. R. B. *Normativas de Calidad: CMMI e ISO/IEC 9126 2004*.
- HUACOTO, N. E. C. *PROPUESTA PARA IMPLANTAR CMMI EN UNA EMPRESA CON MÚLTIPLES UNIDADES DESARROLLADORAS DE SOFTWARE 2002-2007*.
- INSTITUTE, E. S. *Motivación para la mejora de procesos basada en CMMI*, 2007.
- LLERENA, G. M. G. *Experiencias en la certificación del proceso de calidad del software bajo la norma NC ISO 9001:2001*, 2007.
- MANUEL DE LA VILLA, M. R. E. I. R. *Modelos de Evaluación y Mejora de Procesos: Análisis Comparativo*, 2004.
- MARTHA DELGADO DAPENA, Y. F. P. *Informática Evento virtual 2007*, 2007. [Disponible en: http://www.informaticahabana.com/evento_virtual/?q=node/583]
- MASTERMAGAZINE *Master Magazine*, 2006.
- MÉNDEZ, C. *INTRODUCCIÓN AL MODELO CMMI*, 2006.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. *INGENIERÍA DE SOFTWARE—CALIDAD DEL PRODUCTO— PARTE 1: MODELO DE LA CALIDAD 2005a*.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. *NORMA CUBANA 2005b*.
- NORMALIZACIÓN. *NORMAS CUBANAS VIGENTES AL CIERRE DE ABRIL 2007*, 2007.

PALACIO, J. *Sinopsis de los modelos SW-CMM y CMMI* 2006.

PARRO, C. H. *Uso de la representación continua de CMMI® para la Mejora de Negocio*, 2007.

PENICHET, J. M. U. *El Modelo de Capacidad de Madurez Integrado y sus diferentes disciplinas y representaciones*, 2004. p.

PIÑERO, P. *Sitio de Producción e Investigación de la Facultad 3* 2005. [Disponible en: <http://facultad3.uci.cu/ProdF3v2>

RENIER PÉREZ GARCÍA, R. D., AILYN FEBLES, YADENIS PIÑERO, LISSETTE SOTO, YAMILIS FERNÁNDEZ, AILÍA PARRA. *Propuesta de modelo de procesos para la producción de software en la UCI*, 2006.

RODRÍGUEZ, A. M. *Estrategias de calidad para PYMES de desarrollo de software* 2002.

ROMAN, M. *Entrevista a asesor del Dpto. de Ing. de SW de la UCI, Ing. Maypher Román Durán, 5 de abril de 2007*. 2007.

RUEDA, A. L.-M. *Herramientas de IBM Rational para facilitar la certificación CMMI* 2007.

WIKIPEDIA, C. D. *CMMI*, 2007a. [Disponible en: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=CMMI&id=7540004>

WIKIPEDIA, C. D. *.NET*, 2007d. [Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/.NET>

WIKIPEDIA. *Norma de calidad* 2007c. [Disponible en: http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Norma_de_calidad&oldid=8009615

BIBLIOGRAFÍA

- A., E. Q. *Modelos de Calidad de Software y Software Libre*, 2006.
- ADDISON-WESLEY. *Capability Maturity Model, The: Guidelines for Improving the Software Process*, 2004.
- AGUILAR, J. A. *CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION (CMMI)*, 2007.
- AIELLO MAURICIO, F. M., NISENBAUN JUAN, STORCH ESTEBAN. *CMMI vs CMM*, 2006.
- ALEGSA. *DICCIONARIO DE INFOMÁTICA, INTERNET Y TECNOLOGÍAS*, 2006. [Disponible en: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/python.php>]
- ALICANTE, U. D. *Razonamiento Geométrico*, 2003-2004.
- BÁEZ, M. T. V. M. Y. M. P. *MoProSoft: modelo de procesos de software hecho en México*, 2006.
- CAMPALANS, F. R. *¿Qué es el "Benchmarking"?*, 2001.
- DAILY HERNÁNDEZ SEGURA, D. A. G. *Artefactos de RUP para los Proyectos Productivos*, 2006.
- EMA, E. *La evolución desde la gestión convencional a la gestión moderna del software (CMM y CMMI)*, 2005.
- ENJOLRAS, M. *Beneficios del uso de JAVA en las aplicaciones modernas de Bibliotecas*, 2005.
- FUMERO, J. *El confidencial digital*, 2005. [Disponible en: <http://www.elconfidencialdigital.com/Articulo.aspx?IdObjeto=8685>]
- GRACIA, J. *CMM - CMMI Nivel 2*, 2005.
- GRUNDMANN, M. *A CMMI Maturity Level 2 assessment of RUP*, 2005.
- GUERRERO, M. *Maestros del Web*, 2004. [Disponible en: <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/estandares/>]
- HERNÁN MORAGA, M. R. B. *Normativas de Calidad: CMMI e ISO/IEC 9126*, 2004.
- HUACOTO, N. E. C. *PROPUESTA PARA IMPLANTAR CMMI EN UNA EMPRESA CON MÚLTIPLES UNIDADES DESARROLLADORAS DE SOFTWARE*, 2002-2007.
- IBEROAMERICANO, C. D. M. D. P. D. S. E. E. E. *CMMI Versión 1.2...y más allá*, 2006.
- INSTITUTE, E. S. *Motivación para la mejora de procesos basada en CMMI*, 2007.
- LLERENA, G. M. G. *Experiencias en la certificación del proceso de calidad del software bajo la norma NC ISO 9001:2001*, 2007.
- LÓPEZ, C. *Gestiopolis.com*, 2007. [Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales6/mkt/stakeholders-ciudadanos-estado.htm>]
- MANUEL DE LA VILLA, M. R. E. I. R. *Modelos de Evaluación y Mejora de Procesos: Análisis Comparativo*, 2004.

- MARTHA DELGADO DAPENA, Y. F. P. *Informática Evento virtual 2007*, 2007. [Disponible en: http://www.informaticahabana.com/evento_virtual/?q=node/583]
- MASTERMAGAZINE Master Magazine, 2006.
- MÉNDEZ, C. *INTRODUCCIÓN AL MODELO CMMI*, 2006.
- MORA, R. C. *Calidad en el desarrollo de Software. CMMI*, 2003-2007.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. *INGENIERÍA DE SOFTWARE—CALIDAD DEL PRODUCTO—PARTE 1: MODELO DE LA CALIDAD*, 2005.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. *NORMA CUBANA*, 2005.
- NORMALIZACIÓN, O. N. D. *NORMAS CUBANAS ONLINE* 2003. [Disponible en: <http://www.nconline.cubaindustria.cu/>]
- PALACIO, J. *Sinopsis de los modelos SW-CMM y CMMI*, 2006.
- PARRO, C. H. *Uso de la representación continua de CMMI® para la Mejora de Negocio*, 2007.
- PATRICIA HERRERA GONZÁLEZ, M. L. P., EVA LUDEÑA PÉREZ-HIGUERAS, RAMÓN VILLAHERMOSA JIMÉNEZ, CARMELO TORRES PLATA. *Marco de Evaluación CMMI-SW (por etapas)*, 2005-2006.
- PENICHET, J. M. U. *El Modelo de Capacidad de Madurez Integrado y sus diferentes disciplinas y representaciones*, 2004. p.
- PERALTA, M. L. *ASISTENTE PARA LA EVALUACIÓN DE CMMI-SW* p.
- PEREZ, H. *Softtek*, 2006. [Disponible en: http://www.softtek.com/regionandina/html/novedades06_noviembre02.htm]
- PÉREZ, P. L. R. Y. G. P. *ZOPE: MUCHO MÁS QUE UN SERVIDOR WEB*, 2001.
- PIÑERO, P. *Sitio de Producción e Investigación de la Facultad 3*, 2005. [Disponible en: <http://facultad3.uci.cu/ProdF3v2>]
- RENIER PÉREZ GARCÍA, R. D., AILYN FEBLES, YADENIS PIÑERO, LISSETTE SOTO, YAMILIS FERNÁNDEZ, AILÍA PARRA. *Propuesta de modelo de procesos para la producción de software en la UCI*, 2006.
- RODRÍGUEZ, A. M. *Estrategias de calidad para PYMES de desarrollo de software*, 2002.
- RUEDA, A. L.-M. *Herramientas de IBM Rational para facilitar la certificación CMMI*, 2007.
- S.A., V. *Kanav y CMM*, 2007. [Disponible en: http://www.vates.com/kanav_cmm.htm]
- S.R.L, A. C. *GeneXus*, 2003. [Disponible en: <http://www.genexus.com/portal/hgxpp001.aspx?2,32,650,O,S,0,MNU;E;9;5;MNU>]
- UNIVERSITY, C. M. *Software Engineering Institute / Carnegie Mellon*, 2007. [Disponible en: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/results.html>]
- VARENGA. *Infocalidad*, 2005. [Disponible en: <http://www.infocalidad.net/principal/index.asp>]
- WIKIPEDIA, C. D. *CMM*, 2007.

WIKIPEDIA, C. D. *CMMI*, 2007. [Disponible en: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=CMMI&id=7540004>

WIKIPEDIA, C. D. *MoProsoft*, 2007.

WIKIPEDIA, C. D. *.NET*, 2007. [Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/.NET>

WIKIPEDIA, C. D. *Norma de calidad*, 2007. [Disponible en:
http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Norma_de_calidad&oldid=8009615

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AMCIS: Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería del Software. (WIKIPEDIA 2007c)

Benchmarking: Es un proceso formalizado de calidad que es usado por las organizaciones empresariales para medir sus productos, procesos, servicios y prácticas contrastándolos con los de los competidores líderes, es decir, de aquellos con las 'mejores prácticas' en el campo en cuestión. (CAMPALANS 2001)

Calidad: Proceso de mejoramiento continuo, donde todas las áreas de la empresa participan activamente en el desarrollo de los productos y servicios, satisfaciendo las necesidades del cliente, alcanzando mayor productividad". (RODRÍGUEZ 2002)

CMM: Modelo de Capacidad y Madurez. (WIKIPEDIA 2007a)

CMMI: Modelo de Madurez de Capacidad Integrado. (EMA 2005)

CMMI-DEV: CMMI for Development. Modelo de Madurez de Capacidad Integrado para Desarrolladores.

Estandarizar: Ajustar a un tipo, modelo o norma común. (GUERRERO, MANUEL 2004)

Frameworks: Término usado en programación orientada a objetos para definir un conjunto de clases que definen un diseño abstracto para solucionar un conjunto de problemas relacionados. (ALICANTE 2003-2004)

IPD-CMM: Modelo de Capacidad y Madurez para el Desarrollo Integrado de Productos.

IPPD: Integración de Productos y Desarrollo de Procesos.

Institucionalización: Lograr cambiar los hábitos y la rutina diaria del trabajo a partir de un cambio en la cultura organizacional. (MÉNDEZ 2006)

ISO: Conjunto de estándares internacionales para sistemas de calidad. Diseñado para la gestión y aseguramiento de la calidad, especifica los requisitos básicos para el desarrollo, producción, instalación y servicio a nivel de sistema y a nivel de producto. (MANUEL DE LA VILLA 2004)

MoProSoft: Es un modelo de procesos para la industria de software mexicano. (WIKIPEDIA 2007c)

Producto: Cualquier elemento que se genera en un proceso. (RENIER PÉREZ GARCÍA 2006)

PROSOFT: Programa para el Desarrollo de la Industria del Software. (WIKIPEDIA 2007c)

Plataforma de Software AG: Plataformas de integración basadas en el lenguaje XML. (FUMERO 2005)

Plataforma de Software GeneXus: Es una poderosa herramienta de desarrollo multiplataforma y multilenguaje que permite desarrollar e integrar fácilmente aplicaciones de misión crítica. GeneXus es una herramienta de desarrollo basada en el conocimiento u orientada a los requerimientos que permite diseñar aplicaciones basadas en bases de datos usando objetos conocidos, como transacciones, work panels y reportes. (S.R.L 2003)

RUP: Rational Unified Process. Es un proceso de ingeniería de software. (GUERRERO, LUIS A. 2006)

SE-CMM: Modelo de Capacidad y Madurez en la Ingeniería de Sistemas.

SEI: Instituto de Ingeniería de Software.

SPICE: Software Process Improvement and Capability Determination. Es un emergente estándar internacional de evaluación y determinación de la capacidad y mejora continua de procesos de ingeniería del software. (MANUEL DE LA VILLA 2004)

Stakeholders: Individuo o grupo de individuos que tiene intereses directos e indirectos en una empresa que puede ser afectado en el logro de sus objetivos por las acciones, decisiones, políticas o prácticas empresariales, ya que estas tienen obligación moral con la sociedad y estas obligaciones se conoce como responsabilidad social empresarial. (LÓPEZ 2007)

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México. (WIKIPEDIA 2007c)

J2EE: (Java 2 Enterprise Edition) define un estándar para el desarrollo de aplicaciones empresariales multicapa diseñado por Sun Microsystems. J2EE simplifica las aplicaciones empresariales basándolas en componentes modulares y estandarizados, proveyendo un completo conjunto de servicios a estos componentes, y manejando muchos de las funciones de la aplicación de forma automática, sin necesidad de una programación compleja. (MASTERMAGAZINE 2006)

.NET: Plataforma de desarrollo de software con énfasis en la transparencia de redes, con independencia de plataforma y que permita un rápido desarrollo de aplicaciones. (WIKIPEDIA 2007d)

Java: es un lenguaje de programación de propósito general, orientado a objetos, que fue introducido por Sun Microsystems en 1995, y diseñado en principio para el ambiente distribuido de Internet. Pero lo que hace de Java un concepto diferente es que, en un segundo nivel, es también un entorno para la ejecución de programas, englobado en la llamada máquina virtual de Java. (ENJOLRAS 2005)

Python: Lenguaje de programación desarrollado como proyecto de código abierto y es administrado por la empresa Python Software Foundation. (ALEGSA 2006)

Zope: es la nueva generación de servidores globales de aplicaciones. Enmarcado en forma de portal web, programado mediante Python, con absoluta independencia de la plataforma en la que se ejecute y con una muy activa comunidad de usuarios detrás que soportan su carácter Opensource, ZOPE es mucho más que un servidor web. (PÉREZ 2001)