



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**MOPROSOFT UN MODELO BÁSICO PARA EL ÉXITO EN EL
DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN COMPUTACIÓN**

PRESENTA:

SANDRA ALVAREZ ARRIAGA



DIRECTOR DE TESIS:

ING. ORLANDO ZALDÍVAR ZAMORATEGUI

CIUDAD UNIVERSITARIA

MÉXICO, D.F. 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada quiero agradecer a DIOS principalmente por demostrarme que existe y estar conmigo en todo momento, por brindarme la fuerza necesaria para seguir adelante y por guiar mi corazón e iluminar mi mente para lograr lo que me propongo.

A mis padres que aunque ya no estén juntos, quiero agradecer el apoyo que recibí durante más de 20 años por su cuidado, sus consejos, su apoyo y educación brindada y que a pesar de los momentos difíciles que pasamos, les estoy agradecida con ustedes por darme las bases necesarias las cuales me sirvieron para ser la persona que soy ahora.

A mí Mama Chelito que extraño demasiado y que aunque ya no está aquí entre nosotros para festejar momentos únicos y especiales en la vida, sigo recordándola como si fuera ayer, en donde quiera que estés que DIOS te recompense por el apoyo incondicional que nos brindaste cuando más lo necesitamos, tú sabes a que me refiero, gracias por compartir problemas, preocupaciones, alegrías y sobre todo enseñarme a vivir y por ser mi guía espiritual. Te adoro y siempre te llevo en mi corazón.

A mis hermanos que si bien nuestra vida no ha sido fácil, quiero que sepan que DIOS tiene un plan para cada uno de nosotros y sólo quiero recordarles que cuando las cosas te cuestan más trabajo, dejan un mejor sabor de boca y a seguir adelante. Los quiero mucho.

A mi novio Helio, que DIOS puso en mi camino, gracias mi amor por apoyarme estos 4 años, por estar a mi lado, por escucharme, brindarme la confianza y darme ánimo cuando más lo necesito. Te amo.

En general quiero agradecer a las personas que han vivido conmigo la realización de la tesis, con sus altas y bajas y que no necesito nombrar, porque tanto ellas como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado su confianza, apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad...

A la UNAM y a la Facultad de Ingeniería por darme la oportunidad de pertenecer a ella y brindarme una educación y hacerme un profesional.

Al Ingeniero Zaldívar por su tiempo, paciencia y apoyo brindado para poder llegar a la meta. Mil gracias.

A todos los profesores que a lo largo de mi carrera contribuyeron en mi formación profesional.

Sandra Alvarez Arriaga

2011

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. Fundamentos de MOPROSOFT.....	10
1.1 Qué es MOPROSOFT.....	11
1.2 Metodología de desarrollo de software.....	15
1.3 Modelo en cascada.....	15
1.4 Modelo en espiral.....	18
1.5 Modelo de Boehm.....	20
1.6 Modelo de McCall.....	22
1.7 Estructura de MOPROSOFT.....	26
1.8 Ventajas de utilizar MOPROSOFT.....	36
1.9 Análisis de MOPROSOFT con otras normas.....	40
1.10 Comparación con otros modelos.....	48
2. Programa para el desarrollo de la industria del software.....	51
2.1 Definición de modelos de procesos y de evaluación apropiados para la industria del software mexicano.....	52
2.2 Modelos y estándares de procesos.....	54
2.3 MOPROSOFT modelo de procesos de software.....	58

3. EVALPROSOFT	91
3.1 Qué es EVALPROSOFT.....	92
3.2 Niveles de madurez de capacidades de los procesos.....	97
4. Certificaciones	115
4.1 Nivel alcanzado en empresas.....	116
4.2 Certificaciones con MOPROSOFT.....	117
5. Caso práctico	120
5.1 Presentación.....	121
5.2 Resultado.....	122
6. Resultados, impacto y conclusiones	142
Bibliografía	149
Referencias de Internet	151

Introducción

Con este trabajo de tesis se pretende demostrar si el modelo de procesos para la industria del desarrollo del software, el cual fomenta la estandarización de su operación a través de la incorporación de las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software, ha dado buenos resultados al aplicarse en organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento del software.

Con el avance de la tecnología digital el software es más complejo, más poderoso y con más probabilidad de fracasar, por eso el desarrollo de software debe seguir reglas que permitan generar un producto que cumpla sus requerimientos.

Se obtendrá un análisis y una comparación de ciertos modelos relacionados con la calidad, capacidad y madurez de procesos enfocados al desarrollo de software.

El trabajo estará enfocado al análisis de los resultados obtenidos en las empresas dedicadas al desarrollo de cualquier tipo de software.

Existen varios modelos de mejora de procesos internacionales para el desarrollo de software tales como CMM, CMMI, ISO/ IEC 15504, ISO 9001:2000.

Es importante implementar modelos de procesos que han sido probados, y que están basados en estándares de calidad de software.

El software es la parte lógica de la computadora que está compuesta por todos los programas, rutinas y sistemas que permiten a la computadora ejecutar sus funciones.

Algunas veces es difícil establecer categorías genéricas para las aplicaciones del software que sean significativas. Conforme aumenta la complejidad del software, es más difícil establecer compartimentos nítidamente separados.

“En la actualidad existen siete grandes categorías del software de computadoras que presentan retos continuos para los ingenieros de software.”¹

- Software de sistemas. El software de sistemas es una colección de programas escritos para servir a otros programas. Algunos programas de sistemas (por ejemplo, compiladores del sistema operativo, compiladores, editores y utilerías para la administración de archivos) procesan estructuras de información complejas, pero determinadas (si el orden y el ritmo de las entradas, el procesamiento

¹ Pressman S. Roger; *Ingeniería de software*; McGraw-Hill. México, 6ta. edición. 2005, págs. 8-9.

y las salidas son predecibles). Otras aplicaciones de sistemas (por ejemplo, componentes del sistema operativo, controladores, software de red, procesadores para comunicaciones) procesan datos indeterminados (si el orden y el ritmo de las entradas, el procesamiento y las salidas no se pueden predecir).

En cualquier caso, el área del software de sistemas se caracteriza por una fuerte interacción con el hardware de la computadora; una gran utilización por múltiples usuarios; una operación concurrente que requiere una planificación, una compartición de recursos y una sofisticada gestión de procesos; unas estructuras de datos complejas y múltiples interfaces externas.

- Software de aplicación. Consiste en programas independientes que resuelven una necesidad de negocios específica. Las aplicaciones en esta área procesan datos empresariales o técnicos de forma que facilitan las operaciones de negocios o la toma de decisiones técnicas o de gestión. Además del procesamiento de datos convencional, el software de aplicación se utiliza para controlar las funciones de negocios en tiempo real (por ejemplo, el procesamiento de transiciones en los puntos de venta y el control de procesos de manufactura en tiempo real).
- Software de ingeniería y científico. El software de ingeniería y científico que se caracteriza por algoritmos de «devoradores de números», abarca desde la astronomía hasta la vulcanología, desde el análisis de la tensión automotriz hasta la dinámica orbital de los transbordadores espaciales y desde la biología molecular hasta la manufactura automatizada. Sin embargo, las nuevas aplicaciones del área de ingeniería/ciencia se han alejado de los algoritmos convencionales numéricos. El diseño asistido por computadora, la simulación de sistemas y otras aplicaciones interactivas, han comenzado a tomar características del software de tiempo real e incluso del software de sistemas.

- Software empotrado. El software empotrado reside dentro de la memoria de sólo lectura del sistema y con él se implementan y controlan características y funciones para el usuario final y el sistema mismo. El software empotrado puede ejecutar funciones muy limitadas y curiosas (como el control de las teclas de un horno de microondas) o suministrar una función significativa y con capacidad de control (por ejemplo, las funciones digitales en un automóvil, tales como control de la gasolina, indicadores en el tablero, los sistemas de frenado, etcétera).
- Software de línea de productos. Es diseñado para proporcionar una capacidad específica y la utilización de muchos clientes diferentes, se puede enfocar en un mercado limitado (como en los productos para el control de inventarios) o dirigirse hacia los mercados masivos (por ejemplo, aplicaciones de procesadores de palabras, hoja de cálculo, gráficas por computadora, multimedia, entretenimiento, manejo de base de datos, administración de personal y finanzas en los negocios).
- Software basado en web. Las páginas web engloban un espectro amplio de aplicaciones en su forma más simple, las webapps son apenas un poco más que un conjunto de archivos de hipertexto y ligados que presenta información mediante texto y algunas gráficas. Sin embargo a medida que el comercio electrónico y las aplicaciones adquieren mayor importancia, las webapps evolucionan hacia ambientes computacionales sofisticados que no sólo proporcionan características, funciones de cómputo y contenidos independientes al usuario final, sino que están integradas con bases de datos corporativas y aplicaciones de negocios.
- Software de inteligencia artificial. Este software utiliza algoritmos no numéricos para resolver problemas complejos que es imposible abordar por medio de un análisis directo. Las aplicaciones dentro de esta área incluyen la robótica, los sistemas expertos, el reconocimiento de patrones, imagen y voz, las redes neuronales artificiales, la comprobación de teoremas y los juegos en computadora.

Cualquier tipo de software resulta esencial y de gran importancia en una organización, pues se usa y aplica para llevar un control dependiendo de las necesidades solicitadas.

Desarrollar un sistema requiere de la coordinación de varias actividades, por lo que las empresas que no cuenten con una implementación de un plan o una estrategia para el desarrollo de sus proyectos impedirán que se cumpla con el objetivo del producto de software.

La problemática que encontramos dentro de las organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software es la siguiente:

- No se tienen procesos bien definidos, los cuales produzcan buenos proyectos, y se vean reflejados en el producto final
- Las prácticas de la ingeniería del software son muy débiles
- El software generado no cuenta con procesos documentados, los cuales aseguren una calidad del producto para cumplir con los requerimientos y necesidades del cliente

Existen varios modelos que manejan distintos atributos de calidad, generalmente al evaluar éstos de acuerdo a una jerarquía se puede determinar la calidad de un producto de software.

La aplicación del modelo MOPROSOFT nos permite cumplir y asegurar ciertos factores que afectan la calidad del software por mencionar algunos:

- Corrección. A un programa le corresponde operar correctamente o suministrará poco valor a sus usuarios. La corrección es el grado en el que el software lleva a cabo una función requerida.
- Fiabilidad. Grado en que se espera que los resultados del programa realicen sus funciones con la precisión solicitada.
- Eficiencia. El conjunto de recursos informáticos y de código necesarios para que un programa realice su función.

- Integridad. En esta época de intrusos informáticos y de virus, la integridad del software ha llegado a tener mucha importancia. Este atributo mide la habilidad de un sistema para soportar ataques (tanto accidentales como intencionados) contra su seguridad.
- Facilidad de uso. Es un intento de cuantificar lo amigable que puede ser el programa con el usuario.
- Facilidad de mantenimiento. El esfuerzo necesario para localizar y arreglar un error en un programa.
- Facilidad de prueba. El esfuerzo necesario para aprobar un programa para asegurarse de que realiza su función pretendida.
- Portabilidad. Facilidad para correrlo en diferentes plataformas. Es el esfuerzo necesario para trasladar el programa de un entorno de sistema hardware y/o software a otro.
- Reusabilidad. Hasta dónde se puede volver a utilizar un programa (o partes) en otras aplicaciones con relación al empaquetamiento y alcance de las funciones que ejecuta el programa.

Podemos considerar a la calidad en uso, como la capacidad del producto de software para permitir que los usuarios logren realizar tareas específicas con productividad, efectividad, seguridad y satisfacción.

El modelo a analizar MOPROSOFT, asegura cumplir todos estos factores que son de gran importancia para determinar la calidad de un producto de software, ya que se obtiene el control y cumplimiento de cada proceso para la obtención de un producto; al término de la implementación del modelo, se realizará una evaluación de la organización, a través del uso de EVALPROSOFT, la cual nos otorga un perfil de la organización del nivel en que se encuentra la capacidad de los procesos y un nivel de madurez de capacidades, éste corresponde al máximo nivel de capacidad alcanzado por todos los procesos.

Todo esto facilita por un lado:

- Las exportaciones y la atracción de inversiones
- Educación y formación de personal competente
- Contar con un marco legal promotor de la industria
- Desarrollar el mercado interno

- Fortalecer a la industria local
- Alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos
- Promover la construcción de infraestructura física y de telecomunicaciones

Tomando en cuenta la problemática que existe para generar un sistema, debido a que cada vez los sistemas son más robustos, y no existen documentaciones de los procesos para terminar el producto, se analizaron otros modelos relacionados con la industria del software, los cuales no sólo se enfocan a esa parte en específico. Surgió la necesidad de crear un nuevo modelo que fuera exclusivo para organizaciones que desarrollan y dan mantenimiento al software para facilitar su entendimiento y adopción.

Este modelo llamado MOPROSOFT fue desarrollado por la Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería de Software (a través de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y a solicitud de la Secretaría de Economía para obtener una norma mexicana que resulte apropiada a las características de tamaño de la gran mayoría de empresas mexicanas de desarrollo y mantenimiento de software.

MOPROSOFT tiene como objetivo proporcionar un patrón de referencia contemplando las mejores prácticas basadas en modelos y estándares reconocidos internacionalmente. Puede aplicarse tanto en organizaciones que no sigan ningún proceso para la creación del software o ajustar el modelo a una organización que ya tenga sus modelos establecidos, pero adecuándolos a los lineamientos de MOPROSOFT.

El modelo de procesos se basa en las siguientes normas cubriendo un porcentaje de cada una, las cuales se abordarán más a detalle en el capítulo 1.

1. ISO 9001:2000 (92%)
2. ISO/IEC 12207 (95%)
3. CMM nivel 2 y 3 (88%)
4. CMMI nivel 2 (77%)
5. ISO /IEC15504-2 (100%)

En el 2005 se publica como la Norma Mexicana NMX-059 NYCE-2005 TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN SOFTWARE MODELOS DE PROCESOS Y MÉTODO DE EVALUACIÓN PARA EL DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE.

Al ponerlo en práctica un grupo de personas puede construir o modificar el producto de software existente, se deben de especificar los roles y las actividades a realizar de cada uno, para lograr una administración del proyecto y tener buenos resultados reflejados en la alta calidad del producto final.

Lo que aportamos con este trabajo de tesis es comprobar que MOPROSOFT efectivamente cumple con sus objetivos y como tal, ayuda a mejorar el nivel de madurez en un corto tiempo y aumentar así la calidad en sus productos de software.

Entre las características importantes del modelo propuesto encontramos que está enfocado a procesos, es muy práctico, no es costoso, es fácil de usar en empresas de pequeña y mediana escala, es específico o para el área dedicada al mantenimiento y desarrollo de software.

En el capítulo 1, Fundamentos de MOPROSOFT, se hace una introducción al modelo, se menciona su estructura, ventajas y un análisis comparativo de MOPROSOFT y otras normas, la gran ventaja es que está directamente enfocado al área de desarrollo y mantenimiento del software, obteniendo el nivel de calidad solicitado por el cliente y cumpliendo con los objetivos requeridos.

Con nuestra investigación realizaremos un análisis comparativo de MOPROSOFT con otros modelos como ISO 9001:2000, SW-CMM, ISO /IEC TR 15504 y las ventajas de la implementación de este modelo al aplicarlo dentro de las organizaciones dedicadas en específico al área de desarrollo y mantenimiento de software, realizando pruebas necesarias en la organización elegida y comprobar así la eficiencia al adoptar éste modelo ayudando a tener una alta competitividad dentro del mercado.

En el capítulo 2, Programa para el desarrollo de la industria del software, se aborda el modelo en estudio MOPROSOFT y los tres modelos ISO 9001:2000, SW-CMM, ISO /IEC TR 15504, definición y estructura de cada uno.

Se explica la estructura del patrón propuesto por MOPROSOFT, el cual sirve de guía para la documentación de los procesos de la organización, detallando las tres etapas que lo conforman para la adecuada documentación de cada proceso presentando dos ejemplos.

Muchas empresas a nivel nacional e internacional están adoptando este modelo por sus características y las ventajas que ofrece, es fácil de aplicar, no es costoso, eleva el nivel de los procesos en un corto plazo, mejora el producto de software, ofreciendo una buena calidad al usuario final y permitiendo competir con más empresas.

En el capítulo 3, EVALPROSOFT, se determina el nivel de la empresa en cuanto a sus capacidades para cada proceso verificado, sus atributos alcanzados por la organización evaluada y con base en ello se determina el nivel de madurez de capacidad para hacer los productos adecuados y se obtiene así el máximo nivel de capacidad alcanzado por todos los procesos de MOPROSOFT.

También se incluyen las etapas que conforman el proceso de evaluación, los documentos solicitados y su respectivo contenido, el cual será el soporte para la determinación de la madurez o el estado de la empresa al evaluar el producto obtenido buscando mejoras e innovaciones del mismo.

En el capítulo 4, Certificaciones, se menciona la cantidad de organizaciones que son reconocidas y se muestran los niveles alcanzados por las empresas dedicadas únicamente al desarrollo y mantenimiento de software desde el 2006 al 2010 mostrando una comparación del nivel alcanzado con las tres normas antes mencionadas y se demuestra que cada año va en aumento el número de empresas que buscan aplicarlo y hasta hoy Jalisco, Querétaro, Nuevo León, Sinaloa y el Distrito Federal ya cuentan con el mayor número de empresas certificadas.

En el capítulo 5, Caso práctico, tenemos los resultados de dos organizaciones antes y después de la implementación de MOPROSOFT y se demuestra el cumplimiento de los atributos evaluados por EVALPROSOFT, las cuales en seis meses obtuvieron un gran avance para colocarse en el siguiente nivel, mostrando datos y gráficas con resultados finales significativos.

Se muestran gráficas de las principales debilidades de los procesos de cada organización evaluada y el avance en cuanto al cumplimiento de los productos, determinando que al implementar MOPROSOFT en poco tiempo se pueden cumplir los atributos para posicionar a la organización en un nivel reconocido por la madurez total de sus procesos y el cumplimiento de los requerimientos del producto de software solicitado por el cliente.

Capítulo 1

Fundamentos de
MOPROSOFT

1.1 Qué es MOPROSOFT

Con el avance en la tecnología digital, el software se ha vuelto a su vez más complejo, más poderoso y, por tanto, con más probabilidad de fracaso. Por esto, el proceso de desarrollo de software debe seguir ciertas reglas que nos permitan generar un producto que cumpla con todos sus requerimientos de manera confiable y al mínimo costo.

La ingeniería de software se define como la disciplina tecnológica preocupada de la producción sistemática y mantenimiento de los productos de software que son desarrollados y modificados en tiempo y dentro del presupuesto definido. La ingeniería de software difiere de la programación tradicional en que se utilizan técnicas de ingeniería para especificar, diseñar, instrumentar, validar y mantener los productos dentro del tiempo y el presupuesto establecido para el proyecto; además esta ingeniería se preocupa por aspectos administrativos que quedan fuera del dominio normal de programación.²

La ingeniería de software, definida por la IEEE como “la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable hacia el desarrollo, operación y mantenimiento del software”³, presenta a los desarrolladores de software las técnicas necesarias para reducir la posibilidad de fracaso en el producto software.

La ingeniería de software es una tecnología multicapa, la cual contiene elementos que pueden agruparse en varias capas.

En la capa básica se encuentran los componentes que permiten dar un enfoque de calidad al desarrollo completo, sobre éstos se encuentran los procesos, es decir, las guías que establecen los pasos probados para la generación de los productos que permiten la construcción del software.

El fundamento de la ingeniería de software es la capa del proceso. El proceso de la ingeniería de software es la unión que mantiene juntas las capas de tecnología y que permiten un desarrollo racional y oportuno de la ingeniería de software.

El proceso define un marco de trabajo para un conjunto de áreas clave del proceso que se deben establecer para la entrega de la tecnología de la ingeniería de software.

² Fairley, Richard. *Ingeniería de software*; McGraw-Hill. México, 1987, pág. 37.

³ IEEE. Estándar IEEE 610.12

Los métodos abarcan una gran gama de tareas que incluyen análisis de requisitos, diseño, construcción de programas, pruebas y mantenimiento.

Las herramientas de la ingeniería de software proporcionan un enfoque automático o semiautomático para el proceso y para los métodos.

El enfoque en capas, se ilustra en la figura 1.

- Herramientas. Proporcionan un soporte automático a los procesos y a los métodos.
- Métodos. Indican cómo construir técnicamente el software.
- Procesos. Son el fundamento de la ingeniería de software, junta los métodos y las herramientas.
- Un enfoque de calidad. Son la base o conocimientos de la ingeniería de software.

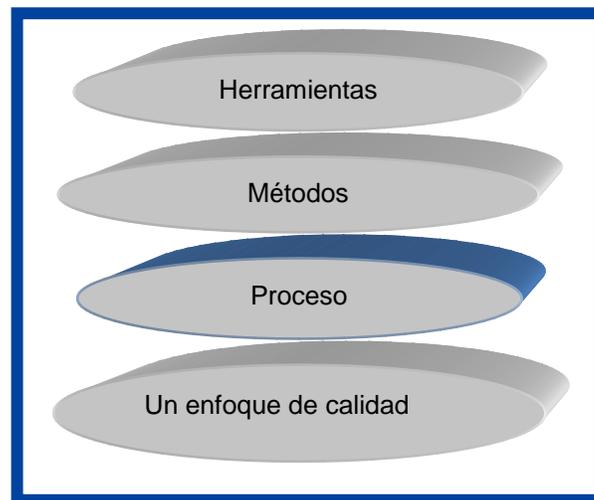


Figura 1. Capas en ingeniería de software.

Estos procesos pueden aplicarse siguiendo métodos específicos, los cuales dependen del tipo de software a desarrollarse. Para poder llevar a cabo todo esto, se utilizan herramientas que incluyen lenguajes de programación, software para controlar configuración, para controlar el proyecto, etc.

La teoría que apoya los componentes de cada una de estas capas es muy amplia; por lo que en este trabajo de tesis nos concentraremos únicamente en la capa de procesos.

Los procesos bien implementados llevan al éxito en el desarrollo de software y hablaremos de un modelo conocido como MOPROSOFT, que ha sido diseñado para la pequeña y mediana industria mexicana, permitiendo a las empresas mexicanas obtener una validación oficial del nivel de capacidad de madurez con que cuentan sus procesos.

El proceso para desarrollar software normalmente contiene las actividades de comunicación, planeación, modelado, construcción y arranque. Estas actividades pueden ejecutarse concurrentemente y su importancia dependerá de la fase de avance del proyecto de desarrollo de software.

Existen varios modelos del ciclo de vida de desarrollo de software que indican la secuencia en que el proceso se puede llevar a cabo. Sin importar cuál sea el tipo de ciclo de vida que se use, la calidad del sistema construido estará altamente influenciada por la calidad de los procesos usados para adquirir sus insumos, desarrollarlo y mantenerlo.

Un proceso se define como un conjunto de prácticas relacionadas entre sí, llevadas a cabo a través de roles, que utilizando recursos e insumos producen un satisfactorio de negocio para el cliente.

Cada equipo de trabajo adopta un proceso para desarrollar software, ya sea de manera consciente y estructurada, o inconsciente y resultado de la práctica diaria, para asegurar que estas actividades consigan sus objetivos.

Los modelos de procesos son guías que presentan las mejores prácticas para el desarrollo del producto en cuestión. Su propósito es guiar a las organizaciones en la selección de estrategias de mejora, determinando la madurez del proceso actual para identificar puntos importantes a atacar y mejorar tanto el proceso como la calidad de software.

La capacidad de un proceso se define como la medida estadística utilizada para evaluar cuantitativamente la posibilidad de que un proceso genere los productos o servicios para los cuales fue diseñado.

Por madurez de un proceso se entiende el avance que ha alcanzado el proceso en su capacidad para conseguir aquello para lo cual han sido creados, esto es, el proceso cumple totalmente con su objetivo.

La aplicación de modelos de procesos eventualmente lleva a la mejora de la calidad, debido a que se aumenta la capacidad de los procesos.

Es importante implementar modelos de procesos que han sido probados y que están basados en estándares de calidad de software, por mencionar algunos:

ISO 9001:2000, SW CMM, ISO /IEC TR 15504.

Esto porque:

- La implementación ordenada y sistemática nos permite evaluar cuantitativamente el nivel de madurez de los procesos de una organización, lo que permitirá saber dónde está e ir midiendo su avance en la eficiencia de producción.
- Las empresas que aplican modelos de procesos estándares tienen una mayor oportunidad de conseguir niveles altos de competencia internacional.

Por otro lado, los modelos de mejora de procesos crean conciencia y responsabilidad de los errores en el equipo de desarrollo, ayudan a conseguir la satisfacción de cliente, pues permiten entregar productos de calidad y a tiempo, reduciendo los costos de la producción.

Implementar un modelo de proceso significa enseñar a una organización desarrolladora de software, la manera en que el modelo debe usarse, adecuar el modelo a las necesidades particulares del negocio, probar su efectividad utilizándolo en la práctica diaria y posteriormente, descubrir las adecuaciones requeridas que permitirán una mejora continua en el desarrollo del software.

Un modelo se define como la descripción de un conjunto de reglas y criterios para definir un proceso o procedimiento que se utiliza para la realización de un servicio o producto.

Al hablar de implementación de modelos de procesos nos hacemos la siguiente pregunta:

¿Es posible aplicar modelos de procesos a una empresa desarrolladora de software altamente inmadura? La respuesta es sí. Sin embargo esta implementación debe llevarse a cabo siguiendo un orden y de manera progresiva. No es posible pasar del caos al estado óptimo en un solo paso.

Por otro lado y de manera muy importante es necesario tener en cuenta que los modelos deben ajustarse a la realidad de la cultura de la empresa en cuestión. Por esta razón, muchas veces los modelos internacionales no pueden aplicarse directamente en empresas latinoamericanas, sino que deben ajustarse a factores característicos de éstas, tales como tamaño, educación del equipo de trabajo y disponibilidad de alta tecnología y otros recursos.

Para la evaluación de un producto de software existen distintos modelos que manejan varios atributos que tienen que ver con la calidad de un producto.

A continuación se mencionarán algunos modelos importantes para la evaluación de la calidad del producto de software, de los cuales podemos destacar el modelo espiral, cascada y Boehm por ser los más utilizados y los más completos.

1.2 Metodología de desarrollo de software

Es un marco de trabajo usado para estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo en sistemas de información.

Cada metodología de desarrollo de software tiene más o menos su propio enfoque para el desarrollo de software.

Por mencionar algunos:

- Modelo en cascada
- Espiral

1.3 Modelo en cascada

Los modelos prescriptivos de procesos se propusieron originalmente para ordenar el caos del desarrollo de software, estos modelos han traído consigo cierta cantidad de estructuras útiles para el trabajo en la ingeniería de software. Ver figura 2.

Cualquier organización de ingeniería de software debe describir un conjunto único de actividades dentro del marco de trabajo para los procesos de software que adopte.

También debe llenar cada actividad del marco de trabajo con un conjunto de acciones de ingeniería de software y definir cada acción en cuanto a un conjunto de tareas que identifique el trabajo que deben completarse para alcanzar las metas de desarrollo. Después la organización debe adaptar el modelo y ajustarlo a la naturaleza específica de cada proyecto, a las personas que lo realizarán y el ambiente en el que se ejecutará el trabajo.

“El modelo en cascada o ciclo de vida clásico, sugiere un enfoque sistemático, secuencial hacia el desarrollo del software, que se inicia con la especificación de requerimientos del cliente y que continúa con la planeación, el modelado, la construcción y el despliegue para culminar en el soporte del software terminado enfoque metodológico que ordena las etapas del ciclo de vida del software, de tal forma que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la inmediatamente anterior.”⁴

Estas cinco actividades son útiles durante el desarrollo de programas pequeños, la creación de grandes aplicaciones en la red, y en la ingeniería de sistemas basados en computadoras grandes y complejas.

Existen variantes de este modelo; especialmente destacamos la que hace uso de prototipos y en la que se establece un ciclo antes de llegar a la fase de mantenimiento, verificando que el sistema final esté libre de fallos.

En la vida real, un proyecto rara vez sigue una secuencia lineal, esto crea una mala implementación del modelo, lo cual hace que lo lleve al fracaso.

⁴ Pressman S. Roger; *Ingeniería de software*; McGraw-Hill, 6ta. edición. México, 2005, pág. 50.

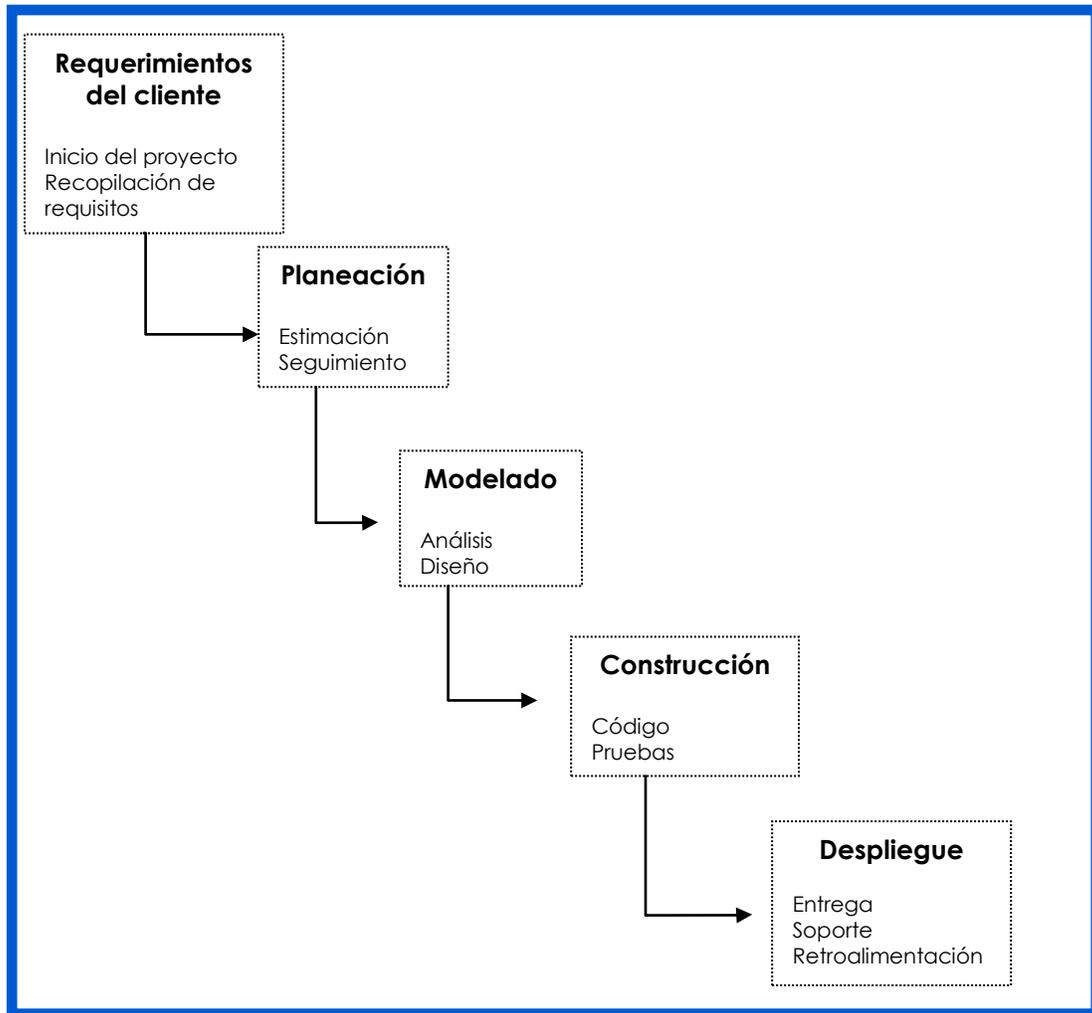


Figura 2. Modelo en cascada.

El proceso de creación del software tarda mucho tiempo, ya que debe pasar por el proceso de prueba y hasta que el software no esté completo no se opera. Esto es la base para que funcione bien.

1.4 Modelo en espiral

Es un modelo de tipo incremental, el cual combina elementos del modelo en cascada aplicado en forma iterativa.

Cuando se aplica el modelo en espiral, el software se desarrolla en una serie de entregas evolutivas. Durante las primeras iteraciones, la entrega tal vez sea un documento del modelo o un prototipo. En las últimas iteraciones se producen versiones cada vez más completas del sistema desarrollado.

“El modelo en espiral es un enfoque realista para el desarrollo de software y de sistemas a gran escala. Como el software evoluciona conforme avanza el proceso, el desarrollador y el cliente entienden y reaccionan de la mejor manera ante los riesgos en cada etapa evolutiva.”⁵

Las actividades de este modelo se conforman en una espiral, en la que cada bucle o iteración representa un conjunto de actividades. Ver figura 3.

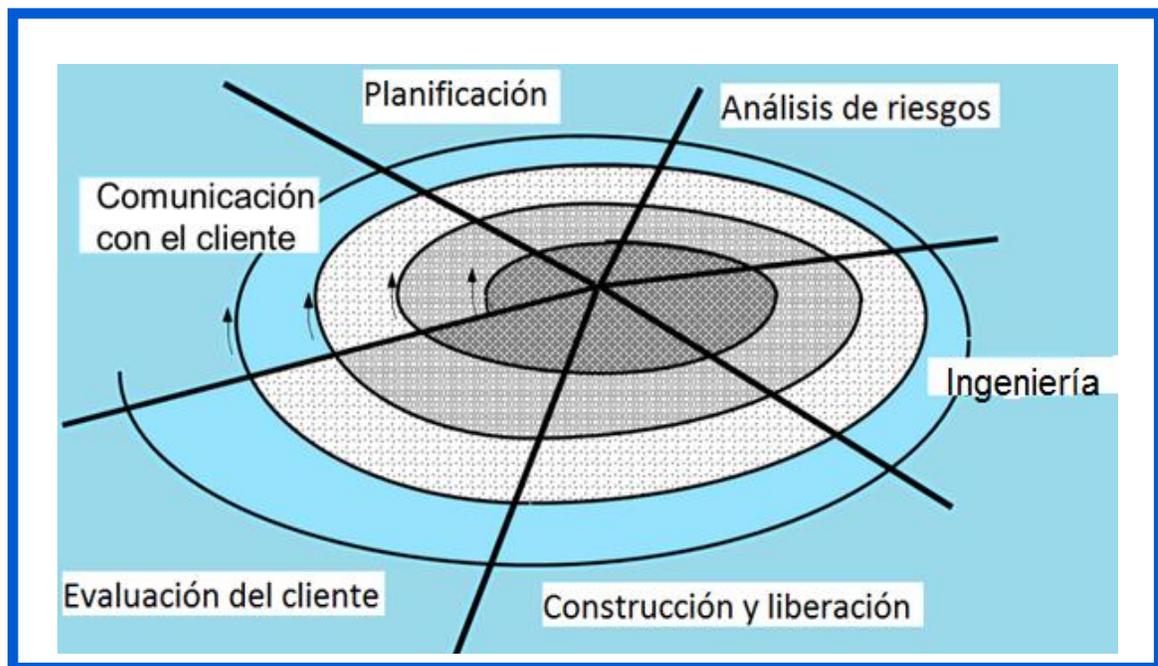


Figura 3. Modelo en espiral.

⁵ Pressman S. Roger; *Ingeniería de Software*; McGraw-Hill, 6ta. edición. México, 2005, pág. 58.

El modelo en espiral se divide en un número de actividades estructurales, también llamadas regiones de tareas.

Generalmente, existen seis regiones de tareas que se describen a continuación.

- Comunicación con el cliente. Las tareas requeridas para establecer comunicación entre el desarrollador y el cliente.
- Planificación. Las tareas requeridas para definir recursos, el tiempo y otras informaciones relacionadas con el proyecto. Son todos los requerimientos.
- Análisis de riesgos. Las tareas requeridas para evaluar riesgos técnicos y otras informaciones relacionadas con el proyecto.
- Ingeniería. Las tareas requeridas para construir una o más representaciones de la aplicación.
- Construcción y liberación. Las tareas requeridas para construir, probar, instalar y proporcionar soporte al usuario.
- Evaluación del cliente. Las tareas requeridas para obtener la reacción del cliente según la evaluación de las representaciones del software, creadas durante la etapa de ingeniería e implementación durante la etapa de instalación.

El modelo en espiral, que propuso Boehm originalmente, es un modelo de proceso de software evolutivo que conjuga la naturaleza iterativa de la construcción de prototipos con aspectos controlados y sistemáticos del modelo en cascada.

La calidad del software es una compleja combinación de factores que varían entre diferentes aplicaciones y los distintos clientes que las solicitan.

A continuación se describen dos modelos que identifican los factores que afectan la calidad del software entre ellos el de Boehm y McCall.

1.5 Modelo de Boehm

El modelo presenta una jerarquía de características donde cada una de ellas contribuye a la calidad global.

Se centra en:

- Sus características operativas
- Su capacidad para soportar los cambios
- Su adaptabilidad a nuevos entornos
- La evaluación del desempeño del hardware

El modelo comienza con la utilidad general del software, afirmando que el software es útil, evitando pérdida de tiempo y dinero. Ver figura 4.

La utilidad puede considerarse en correspondencia a los tipos de usuarios que quedan involucrados. El primer tipo de usuarios queda satisfecho si el sistema hace lo que pretende que haga; el segundo tipo es aquel que utiliza el sistema luego de una actualización y el tercero, es el programador que mantiene el sistema.

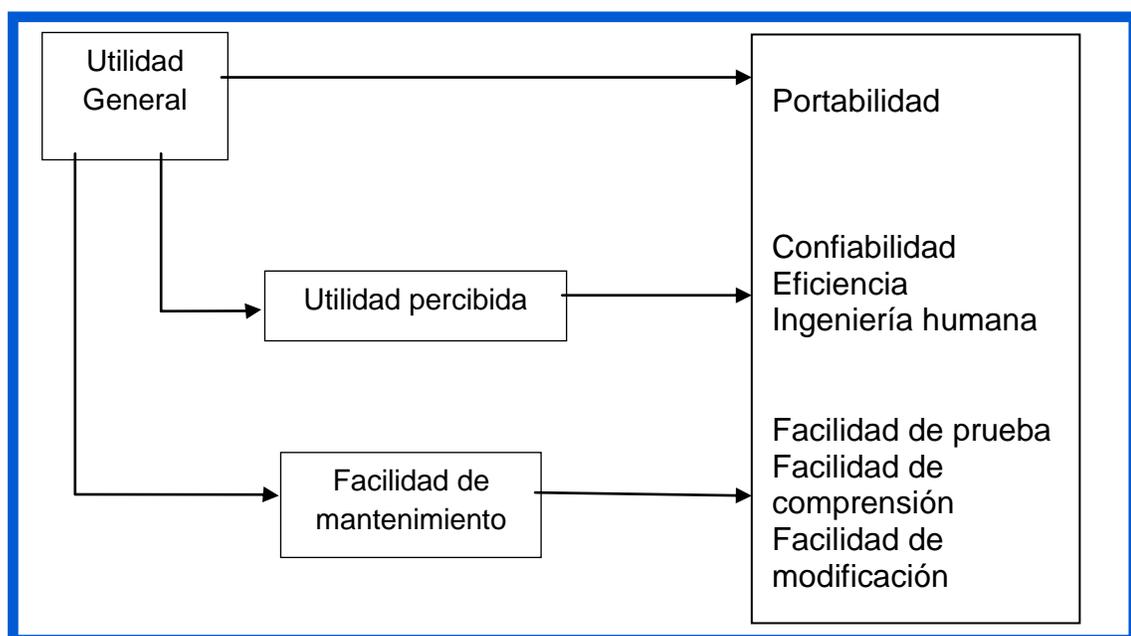


Figura 4. Características del modelo de Boehm.

“Otro aspecto muy importante para medir la calidad de un sistema consiste en establecer un esquema de graduación que cubra los siguientes factores.

- Facilidad de auditoría. Facilidad con que se puede comparar con los estándares establecidos.
- Exactitud. La precisión de los cálculos y el control del programa.
- Completitud. El grado en el que se ha conseguido la total implementación de las funciones requeridas.
- Concisión. Lo compacto que es el programa en términos de líneas de código.
- Consistencia. El uso de un diseño uniforme y de técnicas de documentación a lo largo del desarrollo del proyecto.
- Estandarización de los dato. El uso de estructuras de datos y de tipos de estándar a lo largo del programa.
- Tolerancia a errores. El daño que se produce cuando el programa encuentra un error.
- Eficiencia en la ejecución. El rendimiento en tiempo de ejecución de un programa.
- Modularidad. La independencia funcional de los componentes del programa.
- Facilidad de operación. Facilidad para operar el programa.
- Seguridad. La disponibilidad de mecanismos para controlar o proteger los programas y la información.
- Simplicidad. El grado en que un programa puede ser entendido sin dificultad.

- Facilidad de seguimiento. La posibilidad de seguir paso a paso las instrucciones del programa hacía atrás, hasta llegar a los requerimientos.”⁶

1.6 Modelo de McCall

Los factores se centran en tres aspectos importantes de un producto de software.

- Operación del producto. Sus características operativas.
- Revisión del producto. Su capacidad para soportar los cambios.
- Transición del producto. Su adaptabilidad a nuevos entornos.

Se toma como referencia los factores que afectan la calidad del software indicados en la figura 5.

- Facilidad de uso. Es el esfuerzo requerido para aprender un programa e interpretar la información de entrada y de salida.
- Integridad. Es el grado en que puede controlarse el acceso al software o a los datos por personal no autorizado.
- Corrección. Mide el grado en que un programa cumple con sus especificaciones y consigue los objetivos del usuario.
- Confiabilidad. Mide el grado en que se puede esperar que un programa lleve a cabo su función con la precisión requerida.
- Eficiencia. Mide la cantidad de recursos de computadora y de código requerido por un programa para que lleve a cabo las funciones especificadas. “Grado con el que un producto de programación efectúa sus funciones, mediante un mínimo de recursos computacionales.” ⁷

⁶ Zaldívar Zamorategui Orlando. *Apuntes Ingeniería de programación*; UNAM México, 2008, págs. 173-174.

⁷ Fairley, Richard. *Ingeniería de software*; McGraw-Hill, 6ta. edición. México, 1987, pág. 37.

- Facilidad de mantenimiento. Es el esfuerzo requerido para localizar y arreglar programas.
- Facilidad de prueba. Es el esfuerzo requerido para probar un programa.
- Flexibilidad. Es el esfuerzo requerido para modificar un sistema operativo.
- Reusabilidad. Es el grado en que un programa (o partes de un programa) se puede reutilizar en otro.
- Interoperación. Es el esfuerzo requerido para asociar un programa a otro sistema.
- Portabilidad. Es el esfuerzo requerido para transferir un software de un hardware o un entorno de sistema a otro. Facilidad con la que un producto de programación puede ser transferido de un sistema de cómputo a otro o de un ambiente a otro.

	Facilidad de uso	¿Puedo ejecutarlo?
	Integridad	¿Es seguro?
Operación del producto	Corrección	¿Hace el software lo que yo quiero?
	Confiabilidad	¿Lo hace de forma exacta todo el tiempo?
	Eficiencia	¿Se ejecutará sobre mí HW lo mejor posible?
	Facilidad de mantenimiento	¿Puedo arreglarlo?
Revisión del producto	Facilidad de prueba	¿Puedo probarlo?
	Flexibilidad	¿Puedo modificarlo?
	Reusabilidad	¿Podré reutilizar parte del software?
Transición del producto	Interoperación	¿Podré comunicarlo con otros sistemas?
	Portabilidad	¿Podré utilizarlo en otra computadora?

Figura 5. Modelo de McCall.

Estos tres aspectos manejados por McCall, se definen a partir de la visión general del usuario del software, cada una involucra atributos de calidad conocidos como criterios de calidad, que son elementos que están presentes en un producto de software, éstos a su vez se miden por ciertos factores de algunas características del producto de software los cuales son indicadores de un determinado atributo.

A grandes rasgos sabemos qué atributos debe de cumplir el producto de software para cubrir las expectativas del usuario final, con esto aseguramos una buena calidad y así la innovación de productos basados en los procesos ya controlados.

La problemática general a la que se enfrenta el software es:

- ❖ Aumento constante de tamaño y complejidad de los programas.
- ❖ Carácter dinámico e iterativo a lo largo de su ciclo de vida, es decir que los programas de software a lo largo de su vida cambian o evolucionan de una versión a otra para mejorar las prestaciones con respecto a las anteriores.
- ❖ Dificultad de conseguir productos totalmente depurados, ya que en ningún caso un programa será perfecto.
- ❖ Se dedican elevados recursos monetarios a su mantenimiento, debido a la dificultad que los proyectos de software entrañan y a la normalización a la hora de realizar los proyectos.
- ❖ No suelen estar terminados en los plazos previstos, ni con los costos estipulados, ni cumpliendo los niveles deseables de los requisitos especificados por el usuario.
- ❖ Incrementos constantes de los costos de desarrollo debido entre otros, a niveles de productividad bajos.
- ❖ Los clientes tienen una alta dependencia de sus proveedores por ser en muchos casos aplicaciones a "la medida".
- ❖ Procesos artesanales de producción con escasez de herramientas.
- ❖ Insuficientes procedimientos normalizados para estipular y evaluar la productividad, costos y calidad.

Todo lo anterior puede concretarse en:

- ❖ Ausencia de especificaciones completas, coherentes y precisas previas por parte del cliente, así como posteriores por parte de los proveedores del software.
- ❖ Ausencia de la aplicación sistemática de métodos, procedimientos y normas de ingeniería del software.
- ❖ Escasez o ausencia de entornos integrados de programación.
- ❖ Escasez de uso de técnicas actuales y automatizadas para la gestión de proyectos.
- ❖ Escasez de personal con formación y experiencia en los nuevos métodos, normas y uso de entornos y utilidades de programación.
- ❖ Otros derivados del grado de desarrollo técnico y organizativo de cada compañía.
- ❖ El aumento de la complejidad de las aplicaciones sin la adopción de los procesos adecuados de desarrollo contribuye a obtener un producto de mayor calidad y a menor costo.

Tener implantados sistemas de calidad en la empresa, significa, no sólo el tener que instalar la metodología del sistema de calidad, sino también sistemas de información que controlen y coordinen el sistema, sistemas automáticos, sistemas documentales, etc. Por todo ello, la implantación de sistemas de calidad en cualquier organización debe implicar que también el software que empleen los posea, pues de ésta forma se evitarían defectos provenientes de los sistemas de información.

En el año 2004 se liberó en la Ciudad de México el modelo de mejora de procesos de desarrollo de software conocido como MOPROSOFT, el cual fue diseñado para la pequeña y mediana empresa mexicana (PyME) y a las áreas internas de desarrollo de software.

MOPROSOFT es una norma orgullosamente mexicana que fue creada por la Universidad Nacional Autónoma de México, a petición de la Secretaría de Economía en 2002, con el inicio del programa para el desarrollo de la industria del software (PROSOFT), cuyo objetivo es fortalecer a la industria de software en México, mediante la estrategia de promover el uso y aprovechamiento de la tecnología y de la información.

Durante el desarrollo de MOPROSOFT se contó con la participación de 48 organizaciones, entre las que se encuentran instituciones de gobierno, privadas, universidades y asociaciones, lo que nos da la certeza de contar con una norma diseñada por mexicanos y para atender la problemática mexicana.

El modelo pretende que las PyMEs mejoren la capacidad de crear productos de software, para ofrecer servicios de buena calidad e incrementar la competitividad hasta alcanzar niveles internacionales.

1.7 Estructura de MOPROSOFT

MOPROSOFT está estructurado de una manera muy sencilla, hay tres categorías que representan los niveles de una organización.

Alta dirección, Gerencia y Operación, cada categoría cuenta con procesos definidos, mismos que indican las actividades para lograr una implementación del modelo, los roles necesarios, productos que se deben generar, así como la forma de resguardar ésta información y, entendiendo que cada organización tiene sus propias particularidades, se cuenta con una sección de ajustes a cada proceso; en términos simples, podemos decir que MOPROSOFT proporciona paso a paso la implementación de un modelo de calidad en la organización para obtener así el producto de software deseado que cumpla con los requerimientos solicitados.

MOPROSOFT identifica los procesos y los clasifica en tres categorías. Ver figura 6.

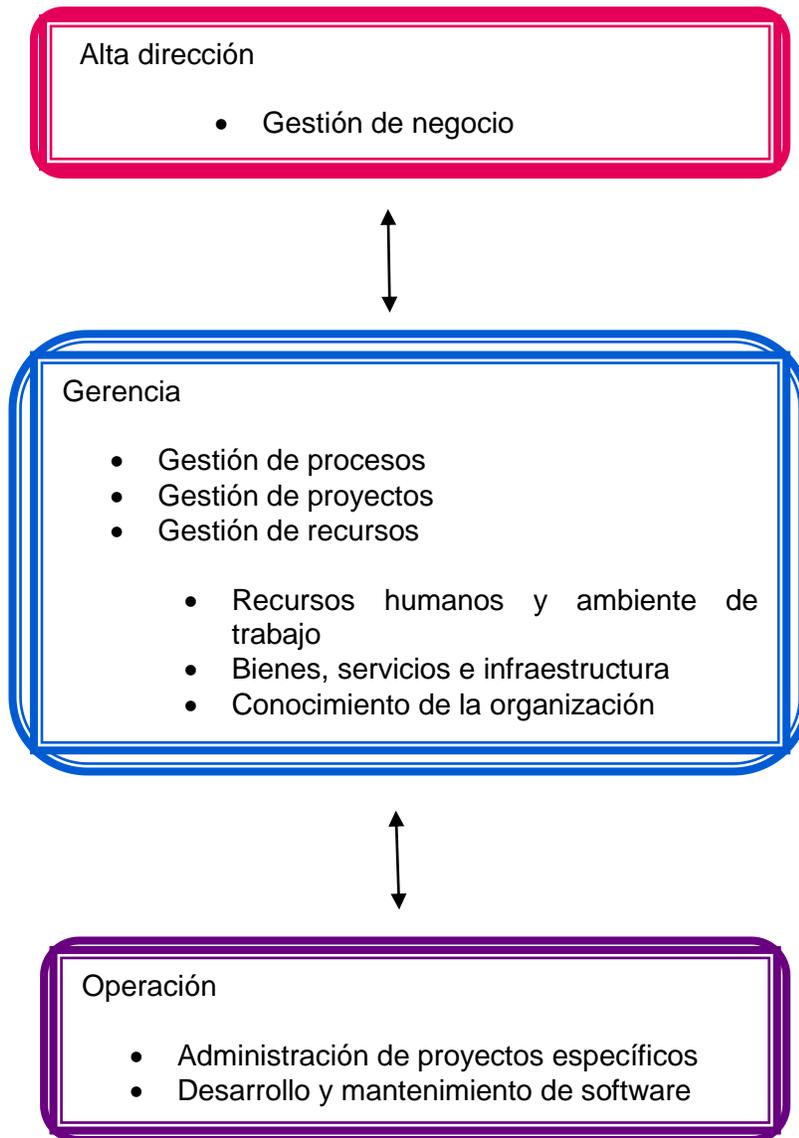


Figura 6. Categorías MOPROSOFT.

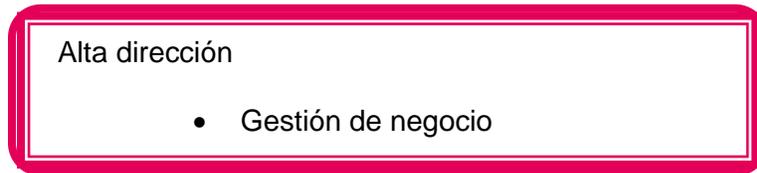
Categorías

1. Alta dirección

La categoría de la Alta dirección se ubica en los puestos directivos; en ella se define el rumbo de la empresa, la estrategia a seguir y la forma como se evaluará el cumplimiento de los objetivos.

La implantación de un plan estratégico nos ayuda a cubrir completamente el proceso de esta categoría.

La información generada en este proceso nos ayuda a contestar la pregunta: ¿Hacia dónde va la organización?

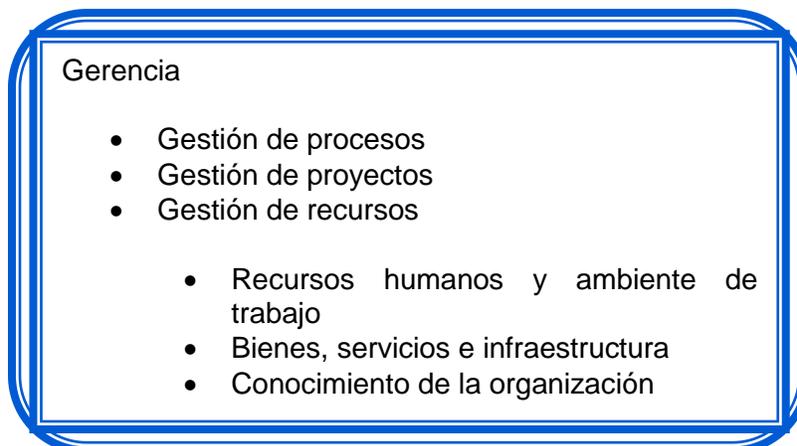


2. Gerencia

La categoría de Gerencia, se ubica en los puestos gerenciales de la organización y es la encargada de la administración de recursos, proyectos y procesos.

Es la categoría que brinda más información a la organización, porque nos indica por cada recurso humano o material, dónde se encuentra y nos contesta preguntas como:

¿Quién podría apoyarnos para un proyecto en la tecnología?, ¿dónde encuentro un formato de propuesta de venta del proyecto?, ¿quién es el responsable del proceso?, ¿qué cursos de capacitación se brindarán?



La categoría de Gerencia se divide en tres procesos:

- Gestión de procesos
- Gestión de proyectos
- Gestión de recursos

Además de tres subprocesos. Ver figura. 7

- Recursos humanos y ambiente de trabajo
- Bienes, servicios e infraestructura
- Conocimiento de la organización

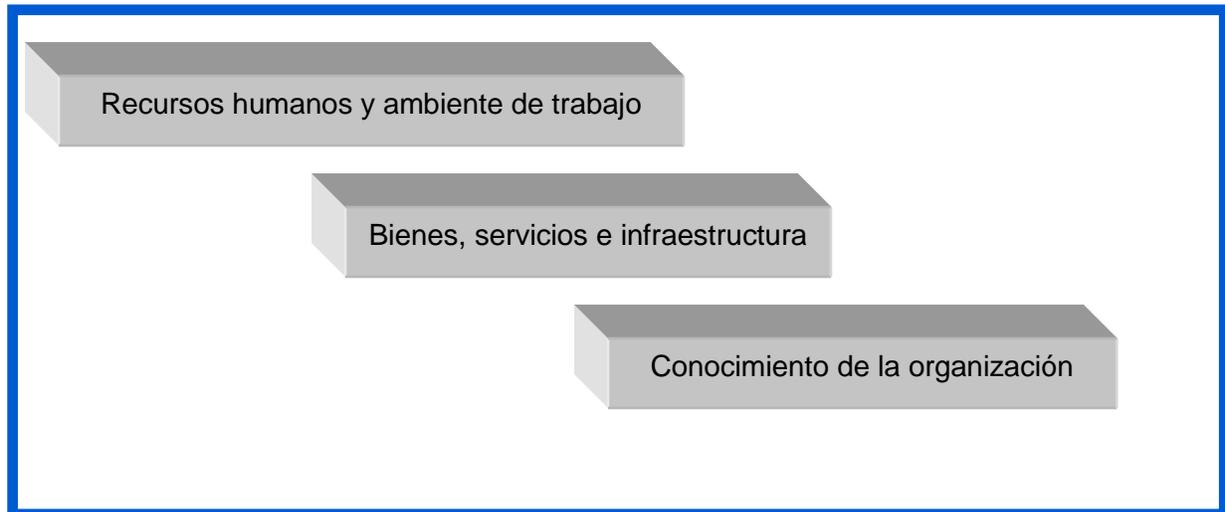


Figura 7. Subprocesos categoría de Gerencia.

El proceso de Gerencia de procesos tiene como propósito implantar los procesos de la organización en función de los todos los procesos identificados en el plan estratégico, así como definir, plantear e implementar las actividades de mejora de los mismos. La Gestión de proyectos es la llamada oficina de proyectos, en ella se administran los proyectos, buscando que contribuyan al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa y finalmente la Gestión de recursos, busca conseguir y brindar los recursos humanos, infraestructura, ambiente de trabajo y proveedores, así como crear y mantener la base de conocimiento de la organización.

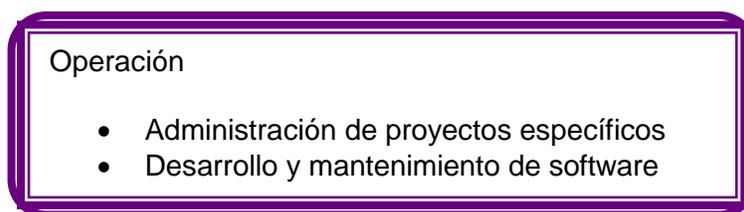
La finalidad de la categoría de Gerencia que engloba a los tres procesos es apoyar el cumplimiento de los objetivos del plan estratégico de la organización.

3. Operación

Por último, se encuentra la categoría de Operación, que es donde se realizan las actividades que permiten a la empresa existir, el desarrollo de los proyectos. Esta categoría soporta las actividades tanto de la administración de proyectos en específico, como el desarrollo de los mismos.

“Realiza las actividades de acuerdo a los elementos proporcionados por la categoría de Gerencia y entrega a ésta la información y productos ya generados.”⁸

Esta categoría cuenta con los siguientes procesos:



- Administración de proyectos específicos. Aquí se establecen y llevan a cabo de forma continua las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados.
- Desarrollo y mantenimiento de software. Es donde se llevan a cabo todas las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de los productos de software ya sea nuevo o modificado cumpliendo con los requisitos solicitados.

⁸ Oktaba Hanna, et al. *Modelo de procesos para la industria del software MOPROSOFT*. Versión 1.5. Secretaría de Economía. México, 2005, pág. 10.

Administración de proyectos específicos

El propósito de la administración de proyectos específicos es establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo esperados.

Se define cada etapa de la administración de un proyecto. Ver figura 8.

1. Planeación. Actividades cuya finalidad es obtener y mantener el plan de proyecto y el plan de desarrollo que regirán al proyecto específico, con base en la descripción del proyecto.
2. Realización. Consiste en llevar a cabo las actividades del plan del proyecto.
3. Evaluación y control. Consiste en asegurar que se cumplan los objetivos del proyecto. Se supervisa y evalúa el progreso para identificar desviaciones y realizar acciones correctivas cuando sea necesario.
4. Cierre. Consiste en entregar los productos de acuerdo a un protocolo de entrega y dar por concluido el ciclo.

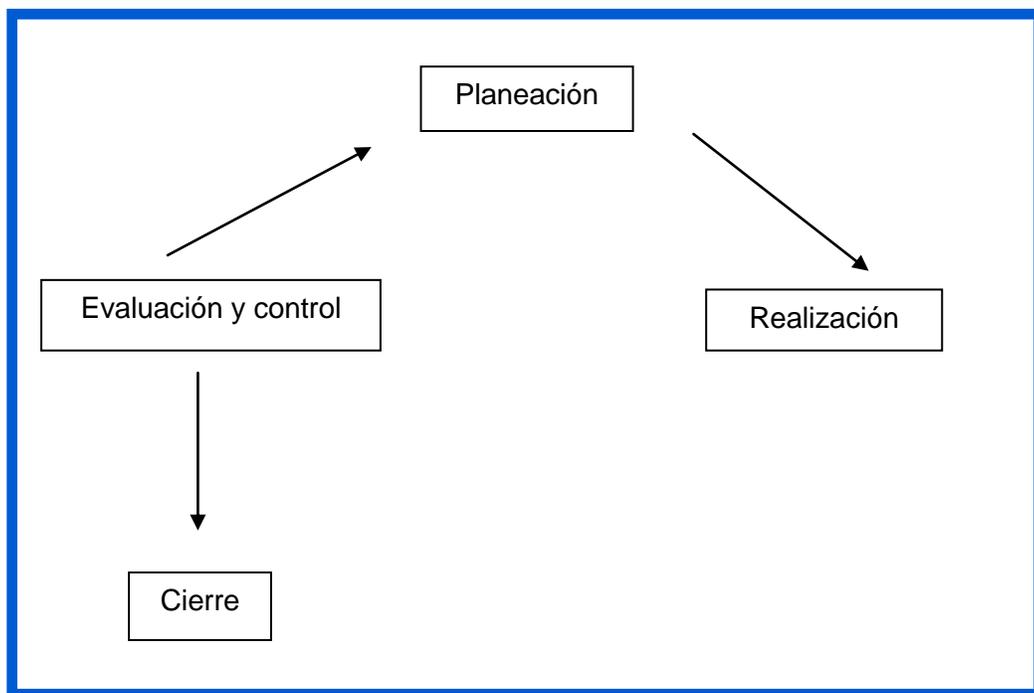


Figura 8. Etapas de la administración de un proyecto.

Desarrollo y mantenimiento de software

Aquí el propósito es la realización sistemática de las actividades de análisis, diseño, construcción, integración y pruebas de productos de software cumpliendo con los requerimientos especificados.

El proceso de desarrollo y mantenimiento de software se compone de uno o más ciclos de desarrollo, ver figura 9.

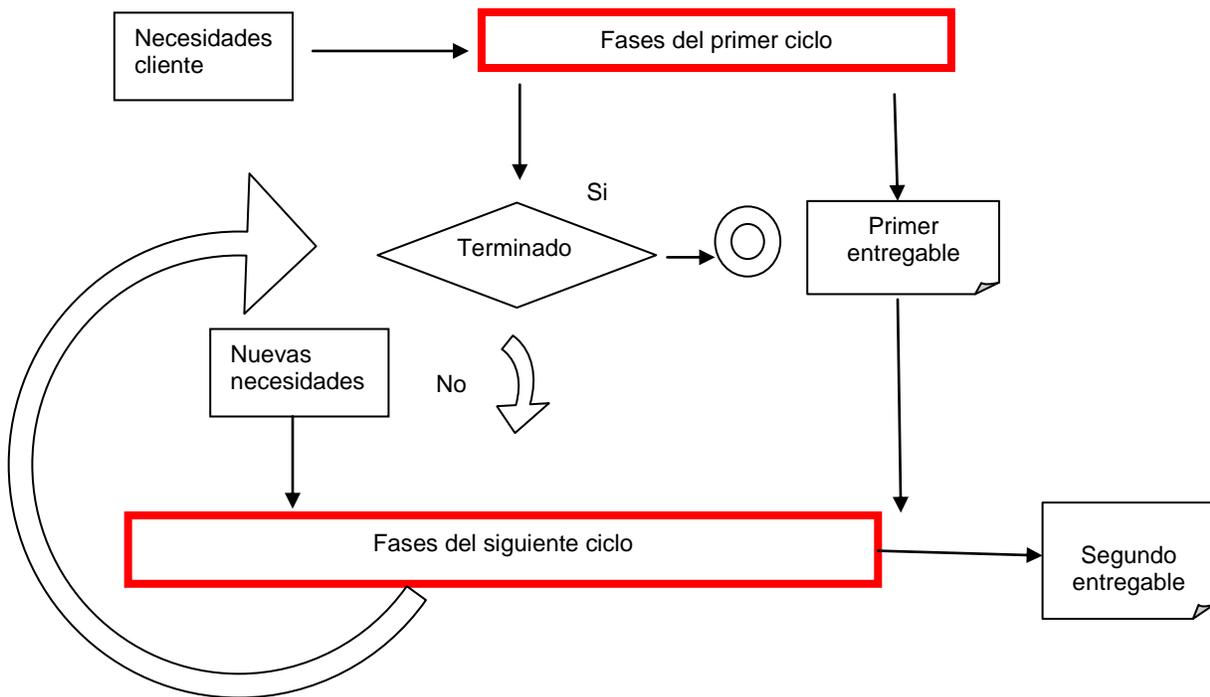


Figura 9. Etapas ciclo de desarrollo.

Fases de un ciclo de desarrollo

Es el conjunto de actividades sucesivas que los analistas, diseñadores y usuarios realizan, cada actividad requiere información de entrada, procesos y resultados, los cuales deben estar bien definidos.

Cada ciclo está formado por las siguientes etapas, ver figura 10.

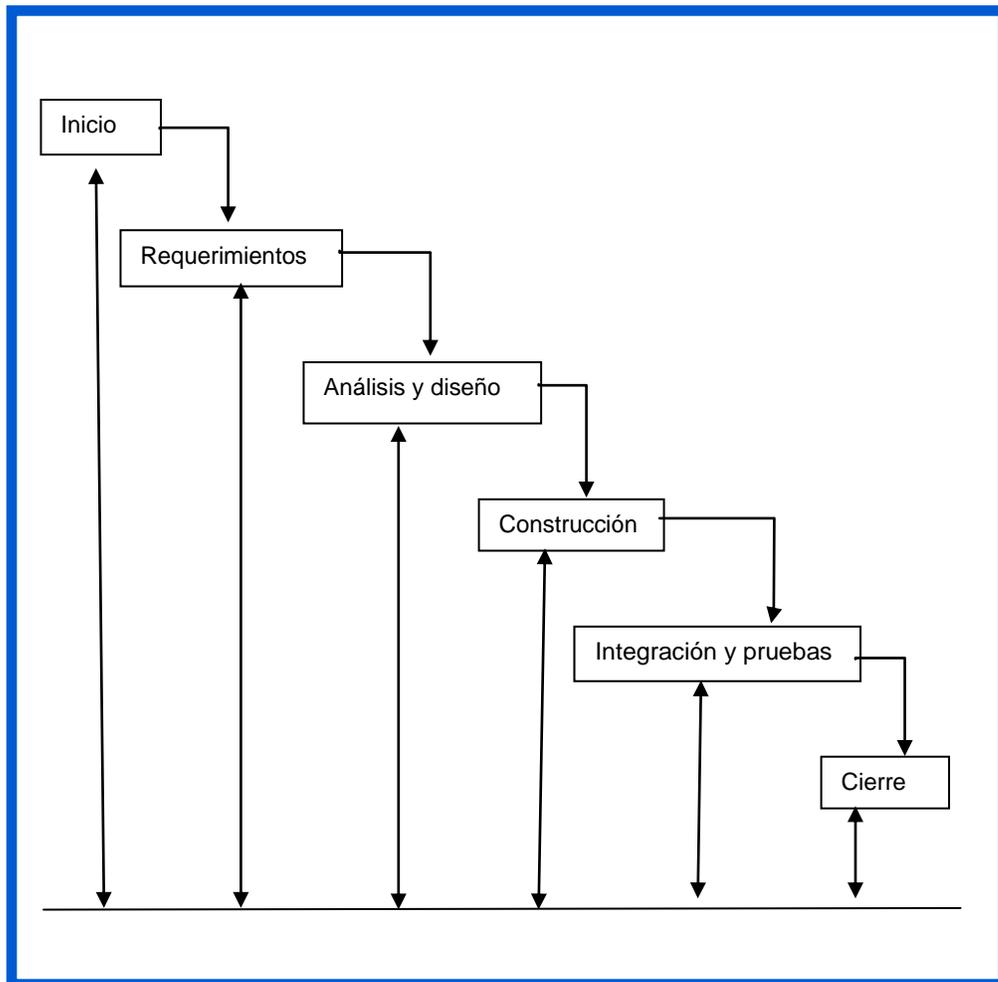


Figura 10. Etapas ciclo de vida.

- “Inicio. Revisión del plan de desarrollo por los miembros del equipo de trabajo para lograr un entendimiento común del proyecto y para obtener el compromiso de su realización.
- Requerimientos. Conjunto de actividades cuya finalidad es obtener la documentación de la especificación de requerimientos y plan de pruebas de sistema, para conseguir un entendimiento común entre el cliente y el proyecto.

- Análisis y diseño. Conjunto de actividades en las cuales se analizan los requerimientos especificados para producir una descripción de la estructura de los componentes de software, la cual servirá de base para la construcción. Como resultado se obtiene la documentación del análisis y diseño y plan de pruebas de integración.
- Construcción. Conjunto de actividades para producir componente(s) de software que correspondan al análisis y diseño, así como la realización de pruebas unitarias. Como resultado se obtienen el (los) componente(s) de software probados.
- Integración y pruebas. Conjunto de actividades para integrar y probar los componentes de software, basados en los planes de pruebas de integración y de sistema, con la finalidad de obtener el software que satisfaga los requerimientos especificados. Se genera la versión final del manual de usuario, manual de operación y manual de mantenimiento. Como resultado se obtiene el producto de software probado y documentado.
- Cierre. Integración final de la configuración de software generada en las fases para su entrega, identificación y documentación de las lecciones aprendidas, generación del reporte de mediciones y sugerencias de mejora."⁹

El mantenimiento del software es una frase que engloba todo y que se usa para denotar las distintas actividades de verificación sucedidas después de la liberación del producto. Las modificaciones se realizan para mejorar, adaptar y corregir errores en los productos de software. Mantener la calidad de un producto de software a través de ciclos sucesivos de modificaciones y actualizaciones es un aspecto de importancia fundamental durante el desarrollo de software.

“La calidad de un producto de software se puede degradar debido a parches y arreglos rápidos, cuando no se es cuidadoso en garantizar que el estilo de documentación y estándares de documentación se mantengan y, además, que los documentos de apoyo se actualicen para ilustrar las modificaciones.”¹⁰

En la tabla A, se muestran los nueve procesos de MOPROSOFT agrupados por categorías, así como su principal objetivo de cada una y su respectiva abreviatura para un mejor uso.

⁹ Oktaba Hanna, et al. *Modelo de procesos para la industria del software MOPROSOFT*. Versión 1.5. Secretaría de Economía. México, 2005, pág. 93.

¹⁰ Fairley, Richard. *Ingeniería de software*. McGraw-Hill. México, 1987, pág. 365.

Tabla A. Procesos de MOPROSOFT.

Categoría	Proceso	Objetivo
Alta dirección (DIR)	Gestión de negocio (GN)	Establecer la razón de ser de la organización, sus objetivos y condiciones para lograrlos, para lo cual es necesario contemplar las necesidades de los clientes, así como evaluar resultados para poder proponer algún cambio y permitir la mejora continua
Gerencia (GER)	Gestión de procesos (GPR)	Establecer los procesos de la organización en función de los procesos requeridos identificados en el plan estratégico Así como también definir, planificar e implementar las actividades de mejora de los mismos
Gerencia (GER)	Gestión de proyectos (GPY)	Asegurar que los proyectos contribuyan al cumplimiento de los objetivos y estrategias de la organización
Gerencia (GER)	Gestión de recursos (GR)	Conseguir y dotar a la organización de recursos humanos, infraestructura y ambiente de trabajo, proveedores, también crear y mantener la base de conocimiento de la organización El objetivo aquí es apoyar con el cumplimiento del plan estratégico de la empresa
Gerencia (GER)	Recursos humanos y ambiente de trabajo (RHAT)	Proporcionar los recursos humanos adecuados para cumplir las responsabilidades asignadas a los roles dentro de la empresa
Gerencia (GER)	Bienes, servicios e infraestructura (BSI)	Proporcionar proveedores de bienes y servicios e infraestructura que satisfagan los requisitos de adquisición de los procesos y proyectos
Gerencia (GER)	Conocimiento de la organización (CO)	Mantener y administrar la base de conocimiento que contiene la información y los productos generados por la organización
Operación (OPE)	Administración de proyectos específicos	Establecer y llevar a cabo sistemáticamente las actividades que permitan cumplir con los objetivos de un proyecto en tiempo y costo
Operación (OPE)	Desarrollo y mantenimiento de software (DMS)	Realización sistemática de actividades de obtención de requisitos de análisis, diseño, construcción integración y pruebas de productos de software nuevos o modificados cumpliendo con los objetivos

1.8 Ventajas de utilizar MOPROSOFT

MOPROSOFT es un modelo fácil de entender y aplicar en una organización, ya que está dividido en tres partes o categorías, orientado en específico a un área determinada en una organización, la parte de Alta dirección, Gerencia y la Operación, permitiéndonos determinar las funciones que cada individuo debe realizar para el mejoramiento de los productos.

Cuenta con un patrón, el cual sirve de plantilla a los usuarios para documentar cada uno de los procesos realizados.

Estas documentaciones servirán al evaluador para determinar el cumplimiento de los nueve procesos mencionados anteriormente.

En seis meses una empresa puede elevar el nivel de todos sus procesos trabajando constantemente hasta controlarlos para determinar su capacidad y madurez logrando así, avanzar al siguiente nivel hasta alcanzar la certificación y ser capaz de buscar un plus e innovar sus productos de software.

Todo esto permite a la compañía ser reconocida para poder competir y buscar un crecimiento.

El punto más importante es que va dirigido a las PyMEs que se dediquen al desarrollo y mantenimiento de software o bien al departamento donde se desarrolle el software.

Entre las principales características de MOPROSOFT encontramos:

- Es específico para el desarrollo y mantenimiento del software
- Fácil de entender; los procesos están organizados en 3 categorías, que corresponden a la estructura de cualquier organización
- Se define como un conjunto de procesos, sólo 6 procesos principales y 3 subprocesos

- Es práctico y fácil de aplicar, sobre todo en organizaciones pequeñas.
- Está orientado a mejorar los procesos de una organización y no simplemente para una certificación
- Tiene un mecanismo de evaluación para saber el estado de la organización durante un cierto periodo
- Aplicable como norma mexicana

“Entre otros beneficios encontramos que:

Al adoptar y aplicar el modelo MOPROSOFT, las empresas incorporarán las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software, lo cual les permitirá elevar la capacidad de las organizaciones para ofrecer servicios con calidad.

Es también aplicable en áreas internas de desarrollo de software de las empresas de diversos giros.

A continuación se mencionan la relación entre las principales características del modelo y las ventajas o beneficios para la implementación de MOPROSOFT.

Característica

1. Las categorías de procesos corresponden a niveles organizacionales de administración

Beneficios y ventajas

- Estructura de administración común en muchas organizaciones
- Facilita la comprensión del modelo
- Simplifica la relación entre el modelo de procesos y la organización.

Característica

2. Procesos integrados y relacionados

Beneficios y ventajas

- Cuenta únicamente con nueve procesos evitando la fragmentación que se presenta en otros modelos
- La relación entre procesos se establece mediante la identificación de los productos de trabajo de entrada y salida y la definición de las responsabilidades de los roles que participan en más de un proceso

Característica

3. Foco en producto y su capitalización

Beneficios y ventajas

- Se identifican y la caracterizan los productos y las actividades de verificación y validación a las que deben estar sometidos
- El proceso de conocimiento de la organización administra una base de conocimiento, que controla y asegura la disponibilidad de los productos de trabajo

Característica

4. Capacidad organizacional de Gestión de procesos

Beneficios y ventajas

- Un solo proceso, Gestión de procesos, establece la capacidad organizacional para la planeación, definición, implantación, evaluación y valoración de procesos

- Regido por las directrices de Gestión de negocio, lo que asegura la alineación con los objetivos

Característica

5. Capacidad organizacional de Gestión de proyectos

Beneficios y ventajas

- Se distingue entre la administración a nivel proyecto (Administración de proyecto específico) y la gestión del portafolio de proyectos de la organización (Gestión de proyectos)
- La Gestión de proyectos facilita la Identificación de iniciativas y proyectos; la provisión, asignación y reasignación de recursos a programas y proyectos; y el mantenimiento del balance del portafolio

Característica

6. Alineación con objetivos de negocio

Beneficios y ventajas

- El proceso de Gestión de negocio enfatiza la importancia de alinear todas las actividades de la organización a los objetivos del negocio a través de la elaboración, difusión, valoración y mejora del plan estratégico
- El plan estratégico sirve de guía a los demás procesos de la organización logrando de este modo una alineación explícita con los objetivos de negocio"¹¹

¹¹ <http://www.iteraproces.com>

1.9 Análisis de MOPROSOFT con otras normas

Como se había comentado en capítulos anteriores, MOPROSOFT se basó en los siguientes modelos:

- ISO 9001:2000 Sistemas de Gestión de Calidad-requisitos. Tabla B.
- SW-CMM. Tabla C.
- ISO/IEC TR 15504. Tabla D.

A continuación, se enlistan las ventajas y desventajas de cada modelo mencionado.

ISO 9001:2000

Es una norma internacional para evaluar la capacidad de la organización para poder cumplir con las especificaciones del cliente, los reglamentarios y los propios de una organización.

Se aplica a cualquier organización que quiera mejorar la calidad general de los productos, sistemas o servicios que provee, por lo que se aplica de modo directo a compañías y organizaciones de software.

Los requisitos del sistema de gestión de la calidad son complementarios a los requisitos del producto y se especifican en la norma ISO 9001:2000, son genéricos y aplicables a organizaciones de cualquier sector económico e industrial con independencia del producto que suministren y además hacen énfasis en el uso y aplicaciones técnicas del producto.

Ha adoptado un ciclo de “planear-hacer-revisar-actuar” que se aplica a los elementos de gestión de calidad de un proyecto de software. Dentro de un contexto de software, “planear” establece los objetivos, las actividades y tareas del proceso necesarios para conseguir un software de alta calidad y una satisfacción del cliente; “hacer” implementa el proceso de software; “revisar” monitorea y mide el proceso para asegurarse de que todos los requisitos hayan sido cumplidos; “actuar” inicia las actividades de mejoramiento del proceso de software, el cual tiene una continuidad de trabajo para mejorar el proceso.¹²

En la tabla B se muestran las ventajas y desventajas del modelo.

¹² Pressman S. Roger; *Ingeniería de Software*; McGraw-Hill, 6ta. edición. México, 2005, pág. 38.

La desventaja más notable es que no es específico para la industria del software, aunque esta norma es muy conocida a nivel nacional, no es fácil de entender.

MOPROSOFT está dirigido a las PyMEs dedicadas al mantenimiento y desarrollo del software, es fácil de entender, se está conociendo y aplicando poco a poco y cada año se eleva el número de compañías que lo están adoptando.

Tabla B. Norma ISO 9001:2000.

ISO 9001:2000	
Ventajas	Desventajas
Cuenta con un mecanismo de certificación bien definido	No es específica para la industria del software
Es conocida y está disponible	No es fácil de entender
	No se aplica fácilmente
	No se define como un conjunto de procesos
	La mejora de procesos se enfoca básicamente a la calidad

SW-CMM

El modelo de madurez de la capacidad para el desarrollo de software (*Capability Maturity Model for Software, SW-CMM*) es un modelo de procesos para el desarrollo y mantenimiento de sistemas de software, diseñado sobre los siguientes criterios:¹³

- La calidad de un producto o sistema es consecuencia directa de los procesos empleados en su desarrollo.
- Las organizaciones que desarrollan software presentan un atributo denominado madurez, cuya medida es proporcional a los niveles de capacidad e institucionalización de los procesos que emplean en su trabajo.

¹³ <http://es.wikipedia.org/wiki/SW-CMM>

- Fue diseñado a finales de los ochenta por Software Engineering Institute (SEI) a instancias del Congreso Norteamericano, como medio para evaluar a las empresas suministradoras de software para el Departamento de Defensa Norteamericano.

SW-CMM define 5 niveles de madurez para las organizaciones, en función de cuáles son los procesos que emplean en el desarrollo y mantenimiento de software y los grados de capacidad e institucionalización de cada uno; y puede emplearse como criterio para la evaluación de la madurez de la organización o bien de guía para la mejora de sus procesos.

Niveles de madurez definidos en SW-CMM

Nivel 1: Inicial

Los resultados de calidad obtenidos en este nivel son consecuencia de las personas y de las herramientas que las emplean. No de los procesos, porque no los hay o no se emplean.

Nivel 2: Repetible

Se considera un nivel 2 de madurez cuando se llevan a cabo prácticas básicas de Gestión de proyectos, de gestión de requisitos, control de versiones y de los trabajos realizados por subcontratistas. Los equipos de los proyectos pueden aprovechar las prácticas realizadas para aplicarlas en nuevos proyectos.

Nivel 3: Definido

Los procesos comunes para desarrollo y mantenimiento del software están documentados de manera suficiente en una biblioteca accesible a los equipos de desarrollo. Las personas han recibido la formación necesaria para comprender los procesos.

Nivel 4: Gestionado

La organización mide la calidad del producto y del proceso de forma cuantitativa con base a métricas establecidas.

La capacidad de los procesos empleados es previsible y el sistema de medición permite detectar si las variaciones de capacidad exceden los rangos aceptables para adoptar medidas correctivas.

Nivel 5: Optimizado

La mejora continua de los procesos afecta a toda la organización, que cuenta con medios para identificar las debilidades y reforzar la prevención de defectos. Se analizan de forma sistemática datos relativos a la eficacia de los procesos de software para analizar el costo y el beneficio de las adaptaciones y las mejoras.

Se analizan los defectos de los proyectos para determinar las causas y su mapeado sobre los procesos.

Es el nivel más alto de SW- CMM por el momento¹⁴.

Tabla C. Norma SW-CMM.

SW-CMM	
Ventajas	Desventajas
Específico para el desarrollo y mantenimiento del software	Es un modelo extranjero
Se define como un conjunto de áreas clave de procesos	No es fácil de aplicar ya que está pensado para organizaciones grandes
Tiene un modelo de evaluación	La mejora no se enfoca directamente a los objetivos de negocio
Desde el año 1998 comenzó a ser popular en México	La evaluación es costosa y no tiene periodo de vigencia
Hay organizaciones evaluadas	Se está abandonando a favor de CMMI

¹⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/SW-CMM>

Es un modelo dirigido a las empresas grandes, dedicadas a la industria del software, es un modelo extranjero que no es fácil de entender, además la evaluación de los procesos es muy costosa, y ya no se aplica mucho. Ver tabla C.

MOPROSOFT es un modelo totalmente mexicano, fácil de aplicar y entender, no es costoso, ya que sus procesos se dividen en tres partes dirigidos al área de Alta dirección, Gerencia y Operación de las PyMEs.

Su mecanismo de evaluación no es costoso, hay un periodo de vigencia, el cual después de un corto tiempo, obliga a la empresa a volver a certificarse obteniendo un nivel mayor asegurando el buen funcionamiento de un producto.

ISO/ IEC TR 15504

Estándar internacional IS ISO/ IEC 15504 – Tecnologías de la Información.

Es un modelo para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software.

En 1991, dado el número creciente de métodos de evaluación de procesos disponibles y el uso de estas técnicas en áreas comerciales sensibles, la Organización de Estandarización internacional ISO aprueba la realización de un estudio al respecto de la necesidad de crear un estándar internacional para la evaluación de procesos.

Principales características:

- Define el modelo de referencia de procesos de software y de capacidades de procesos que constituyen la base para la evaluación de procesos de software.
- Tiene una arquitectura basada en dos dimensiones: de proceso y de capacidad de proceso.
- Define que todo modelo de evaluación de procesos debe definir: la dimensión de procesos, basándose en el modelo de procesos de referencia.
- La dimensión de la capacidad: niveles de capacidad y atributos de los procesos.

Los niveles de capacidad para todo modelo de evaluación de procesos pueden tener desde el 0 y al menos hasta el nivel 1 de los siguientes niveles de capacidad estándar:

- Nivel 0: Incompleto
- Nivel 1: Realizado
- Nivel 2: Gestionado
- Nivel 3: Establecido
- Nivel 4: Predecible
- Nivel 5: En optimización

Para cada nivel existen unos atributos de procesos estándar que ayudan a evaluar los niveles de capacidad.

Tabla D. Norma ISO/ IEC TR 15504.

ISO/ IEC TR 15504	
Ventajas	Desventajas
Es específico para el desarrollo y mantenimiento del software	No es práctico ni fácil de aplicar
Fácil de entender, son 24 procesos, en 16 páginas	Sólo tiene lineamientos para un mecanismo de evaluación
Se define como un conjunto de procesos	Aún no es norma internacional
Está orientado a mejorar los procesos, para cumplir con los objetivos del negocio	

Aunque la norma también está dirigida a la industria del software, una de sus desventajas es que no es fácil de aplicar y no es práctico debido que se conforma de 24 procesos que a diferencia de MOPROSOFT sólo maneja 9 procesos, los cuales están bien distribuidos en la organización para su entendimiento y aplicación. Ver tabla D.

A continuación se hace un análisis minucioso de las tres normas mencionadas con anterioridad en relación con MOPROSOFT, se observan las ventajas denominadas con la letra V, las desventajas con la letra D y ambas comparadas con otros modelos, con letra A.

Ver Tabla E. Características.

Ver Tabla F. Prácticas.

Ver Tabla G. Comparación de los tres modelos.

Tabla E. Características de MOPROSOFT.

Características deseadas/modelos	ISO 9001:2000	SW-CMM	ISO/ IEC TR 15504
Para software	D	V	V
Comprensible	D	D	V
Procesos	D	V	V
Práctico	D	D	D
Mejora de procesos orientado al objetivo de la organización	D	D	V
Evaluación con vigencia	V	A	D
Aplicable como norma	V	D	D

Podemos ver que al comparar los tres modelos con MOPROSOFT, éste cubre siete características, es específico para software, al igual que SW-CMM e ISO/ IEC TR 15504.

Es comprensible y práctico; está totalmente orientado para mejorar el objetivo de la organización, lo cual ISO 9001:2000 y SW-CMM no. Además de que su evaluación tiene vigencia de dos años.

Tabla F. Prácticas.

MOPROSOFT/ OTROS	SW-CMM	ISO/ IEC TR 15504
Roles involucrados y capacitación	D	D
Actividades	V	V
Diagrama de flujo de trabajo	D	D
Verificaciones y validaciones	A	D
Incorporación a la base de conocimiento	D	D
Recursos e infraestructura	D	D
Mediciones	V	D
Situaciones excepcionales	D	D
Lecciones aprendidas	A	D

En cuanto a las prácticas empleadas, MOPROSOFT cumple con los nueve puntos lo que a diferencia de la norma ISO/IEC TR 15504 sólo cubre la parte de actividades a realizar en cada proceso.

Le sigue SW-CMM con dos puntos a favor: actividades y mediciones; y entre las desventajas que encontramos: el punto de verificaciones y validaciones y las lecciones aprendidas.

1.10 Comparación con otros modelos

Tabla G. Comparación de modelos.

Características/ modelos	ISO 9001:2000	SW-CMM	ISO/IEC TR 15504	MOPROSOFT
Para SW	D	V	V	V
Comprensible	D	D	V	V
Procesos	D	V	V	V
Práctico	D	D	D	V
Mejora de procesos orientada al objetivo de la organización	D	D	V	V
Evaluación con vigencia	V	A	D	D
Aplica como norma	V	D	D	D

Se hace un análisis de los tres modelos sobre sus características más representativas. En primer lugar vemos que MOPROSOFT tiene cinco ventajas, seguido de ISO/ IEC TR 15504, al cumplir sólo cuatro, SW-CMM presenta dos ventajas, y en cuanto a la característica que se refiere a evaluación con vigencia se encuentra tanto con ventaja y desventaja.

ISO 9001:2000 tiene cinco puntos con desventajas.

Esto indica que MOPROSOFT cuenta con más ventajas sobre los tres modelos pues presenta pocas desventajas y se dirige a la pequeña y mediana empresa.

Se enlistan a continuación las principales características del modelo.

Características de MOPROSOFT

“Con toda esta comparación tenemos que con MOPROSOFT hay una gran ventaja en cuanto a lo siguiente:

- Son pocos procesos y abarcan a toda la organización en sus áreas de la Alta dirección, el área de Gestión y área de Operación.
- Los procesos están integrados y se relacionan entre sí.
- Hay roles específicos definidos para cada proceso.
- Se define el propósito, objetivos, indicadores y metas cuantitativas.
- Definición de los productos de entrada, salida e internos de cada proceso y sus características.
- Se definen los flujos de trabajo con las tareas, actividades, roles y los productos generados.
- Existe una base de conocimiento de la organización donde encontramos los productos generados, éstos se administran y se consultan.
- Hay una definición de las actividades para obtener las lecciones aprendidas y usarlas en proyectos futuros.
- Se define un mecanismo específico para la reacción a las situaciones excepcionales cuando se llevan a cabo cada una de las actividades.
- Se definen explícitamente las actividades de verificación, validación y pruebas para una buena calidad de los productos.
- Definición de guías de ajuste que se adaptan a las empresas, sin perder de vista los objetivos de dichos procesos.
- Los objetivos y metas cuantitativas nos ayudan a guiar a los proyectos y procesos y son los que se evalúan para saber la efectividad de cada proceso.

- Existen sugerencias de mejora a cada proceso, las cuales se reportan a los responsables del proceso gestión de procesos.
- Los procesos del modelo se ajustan de acuerdo al contexto de cada organización.¹⁵

La calidad es una capacidad para identificar las necesidades y expectativas de los clientes y demás partes interesadas para satisfacerlas, cumpliendo los requerimientos del producto o software desarrollado, esto adquiere cada vez más importancia en la gestión de las empresas de ahí que los gerentes reconozcan que se pueden obtener ventajas competitivas sustanciales mediante el desarrollo de sistemas de gestión de calidad.

Es clara la necesidad en nuestro país de aplicar métodos probados para desarrollo de software (esto es ingeniería de software) y la necesidad de seguir modelos de mejora para conseguir competencia internacional. La competencia internacional es una necesidad en el mundo globalizado actual para permanecer en el mercado.

Por ello, los sistemas de gestión de la calidad basados en las normas aquí mencionadas, han cobrado una gran importancia y muchas organizaciones se han decidido a tomar el camino de documentar e implementar sus procesos.

En este capítulo 1, Fundamentos de MOPROSOFT, se habló de la norma, su estructura y los puntos a favor y en contra de cada modelo en estudio, por todo el análisis se podría concluir que MOPROSOFT es el más adecuado por las ventajas que ofrece al aplicarse en las PyMEs. Es una manera simple de iniciar un camino a la internacionalización.

¹⁵ Apuntes curso Consultores junior MOPROSOFT 2007. IIMAS, UNAM, 2007.

Capítulo 2

Programa para
el desarrollo de
la industria del
software

2.1 Definición de modelos de procesos y de evaluación apropiados para la industria del software mexicano

Cuando hablamos de la calidad de los procesos de desarrollo de software se busca elevar su rendimiento para corregir problemas y extender la competitividad del país aplicando alguna estrategia: una de ellas es elevar los procesos definidos en las empresas dedicadas al desarrollo del software, buscando así disminuir los costos de desarrollo, aumentar la productividad y elevar la calidad en los productos generados, así podemos lograr que México pueda contar con una industria competitiva a nivel internacional, adoptando ciertos modelos y estándares de capacidad de procesos, obteniendo una mayor productividad y al mismo tiempo una mejor calidad de éstos.

Al controlar estos procesos que intervienen en el desarrollo de un producto de software se busca el estado deseado de los objetivos que se pretenden alcanzar para cubrir las necesidades del operador haciéndolo eficiente y convirtiendo el producto de un software de buena calidad.

Para lograr resultados exitosos al desarrollar software, se requiere la ayuda de una disciplina en cuanto a los procesos; para obtenerlo se necesita de:

1. Contar con los procesos adecuados para la industria del software, recopilando las mejores prácticas ya reconocidas a nivel mundial.
2. Tener mecanismos de evaluación correspondientes a los modelos.

Para desarrollar software se están usando modelos de procesos como:

SW CMM, PSP, TSP, ISO/ IEC TR 15504 y MOPROSOFT, este último diseñado y orientado únicamente para áreas que se dediquen al desarrollo y mantenimiento del software en una empresa.

Los modelos SW-CMM, ISO/ IEC TR 15504 cuentan con un modelo de evaluación en cuanto a la capacidad de los procesos.

Encontramos que la ISO 9001:2000 es una norma internacional para la administración de la calidad en cualquier organización, puede ser aplicada a la industria del software, esta norma se acompaña de un mecanismo de certificación.

Esta norma no se enfoca únicamente al desarrollo de software específicamente y por ende su implementación y entendimiento se podría tornar tedioso.

La norma se encuentra orientada a evaluar la capacidad de la organización para cumplir los requisitos del cliente.

ISO/ IEC TR 15504: Es una norma que está orientada plenamente al mantenimiento y desarrollo de software, su estructura se encuentra constituida por procesos, 24 para ser exactos, pero tiene sus contras, ya que no es tan práctico, ni tan fácil de usar, además, no tiene un mecanismo de evaluación, sólo dispone de los requerimientos para uno.

El SW-CMM determina el nivel de madurez de la organización.

También es específico para el desarrollo de software, a su vez éste dispone de un modelo de evaluación para verificar si se están cumpliendo con las pautas de la norma.

Las desventajas que encontramos son las siguientes:

- Una norma extranjera no es tan sencilla de entender
- No fue desarrollada pensando en empresas pequeñas y éstas son las que más operan en México, he aquí la dificultad de aplicar la norma
- La manera de organizar los procesos no se ajustan plenamente a empresas pequeñas
- Su evaluación resulta costosa

2.2 Modelos y estándares de procesos

Al hacer la evaluación de la adopción de los métodos más conocidos, surge como una de las siete iniciativas de PROSOFT, alcanzar niveles internacionales en capacidad de procesos y al ver que no se cumplían todos los requisitos expresados por la industria del software, decidió desarrollar un modelo nacional basado en los modelos evaluados. A continuación se hablará de cada norma, ver figura 11.

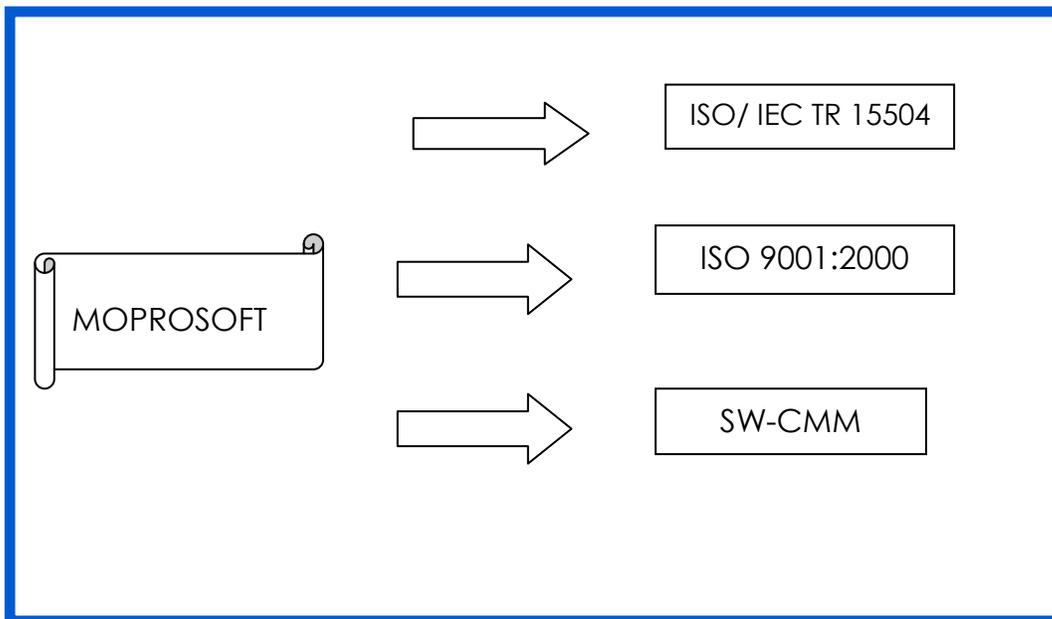


Figura 11. MOPROSOFT basado en modelos de calidad de software.

ISO/IEC TR 15504

Este estándar establece cuáles son los requerimientos para llevar a cabo una evaluación de los procesos de desarrollo de software, para mejorarlos y determinar su capacidad.

Se compone de 5 partes:

- ✓ Conceptos y vocabulario
- ✓ Realización de la evaluación
- ✓ Guía para la realización de la evaluación

- ✓ Guía sobre el uso para la mejora del proceso y la determinación de éste
- ✓ Un ejemplo de evaluación de procesos

Para evaluar cada proceso se tiene un modelo de referencia externo formado por otro conjunto de procesos divididos en 5 categorías:

- ✓ Cliente proveedor
- ✓ Ingeniería
- ✓ Soporte
- ✓ Administración
- ✓ Organización

Se usa otro marco para evaluar la capacidad de cada proceso:

Nivel 0 Inmadura
Nivel 1 Básica
Nivel 2 Gestionada
Nivel 3 Establecida
Nivel 4 Predecible
Nivel 5 Optimizado

Para cada proceso perteneciente a cada nivel de capacidad se realiza una evaluación para ubicarlo en una escala:

N No conseguido
P Parcialmente conseguido
L Ampliamente conseguido
F Completamente conseguido

Entre las desventajas encontramos que, no es práctico ni fácil de aplicar, no cuenta con un mecanismo para evaluar y no es una norma internacional por ahora.

ISO 9001:2000

La Organización Internacional de Normalización (ISO) se integra por más de 50 países, su misión consiste en el desarrollo y promoción de estándares comunes a nivel mundial.

“Es un estándar genérico que se aplica a cualquier organización que desee mejorar la calidad general de los productos, sistemas o servicios que provee. Por lo tanto, se aplica de modo directo a compañías y organizaciones de software.”¹⁶

Esta familia de normas se generó para asistir a todo tipo de organización en cuanto a tipo y tamaño en la implantación y operación de sistemas de gestión de la calidad (SGC). Lo forman un conjunto de elementos relacionados y recursos necesarios para administrar la calidad, su efectividad se refleja cuando es debidamente implantado.

El proceso de implementación consta de seis fases:

- Diagnóstico
- Planeación
- Documentación
- Implementación
- Certificación
- Mejora continua

Es una norma que nos sirve para evaluar la capacidad de la organización y cumplir con las necesidades del cliente. Cuenta con un mecanismo de certificación, aunque no se especifica para la industria del software, no es fácil de entender, aplicar y no está definida como un conjunto de procesos.

SW-CMM

Este modelo SW-CMM, Modelo de Madurez de Capacidades, surgió como auxiliar de las organizaciones desarrolladoras de software para ayudar a mejorar sus procesos y poder determinar la madurez de éstos apoyando a la mejora continua.

¹⁶ Pressman S. Roger; *Ingeniería de Software*; McGraw-Hill, 6ta. edición. México, 2005, pág. 38.

Fue creado por el Software Engineering Institute (SEI) en conjunto con Carnegie Mellon University.

La primera versión se publicó en 1994. SW-CMM describe un camino evolutivo en 5 niveles de mejora de procesos para lograr su madurez.

Cubre prácticas de planeación, ingeniería y administración del desarrollo y mantenimiento de software.

Niveles de madurez niveles para una mejora continua de procesos:

- Inicial. Proceso impredecible, pobremente controlado y reactivo. El éxito depende del esfuerzo de los individuos
- Administrado. Proceso caracterizado por proyectos y a menudo reactivo
- Definido. Proceso caracterizado porque la organización es proactiva, se incluyen procesos de administración de ingeniería de software
- Administrado. Cuantitativamente proceso medido y controlado para medir la calidad y desempeño de los proyectos
- Optimizado. Mejoramiento del proceso. No es simplemente detectar y resolver defectos, sino prevenirlos y evitarlos al implementar actividades proactivas

La ventaja es que ya es específico para el desarrollo y mantenimiento del software.

Tiene un modelo de evaluación, desde 1998 comenzó a ser popular en México, ya hay empresas evaluadas.

Cubre prácticas de planeación, ingeniería y administración del desarrollo y mantenimiento de software.

En cuanto a las desventajas encontramos que es un modelo extranjero, no es fácil de entender y aplicar en organizaciones pequeñas, no se enfoca a objetivos de negocios, la evaluación es costosa y se está abandonando por CMMI.

Cada nivel requiere la implementación de ciertas áreas de proceso que permiten madurar a la organización en general.

Las áreas que se seleccionan son las que interesan madurar a la organización y se evalúan independientemente, contando con 6 niveles de capacidad de proceso.

La mayoría de las empresas certificadas con SW-CMM son grandes y multinacionales.

2.3 MOPROSOFT modelo de procesos de software

El objetivo de éste modelo es utilizar las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software, que al aplicarse en las organizaciones, éstas obtengan y ofrezcan productos de buena calidad.

MOPROSOFT determina el nivel de madurez de la capacidad de cada proceso a través de una evaluación, que permite colocar a la empresa en uno de los siguientes 5 niveles los cuales se detallan en el capítulo 3. EVALPROSOFT.

- Nivel 1. Proceso realizado
- Nivel 2. Proceso administrado
- Nivel 3. Proceso establecido
- Nivel 4. Proceso predecible
- Nivel 5. Optimización del proceso

También existe el nivel 0, que indica que el proceso está incompleto (caos). El nivel de una empresa corresponde al nivel máximo al que están todos sus nueve procesos.

- Gestión de negocio
- Gestión de procesos
- Gestión de proyectos
- Gestión de recursos

- Recursos humanos y ambiente de trabajo
- Bienes, servicios e infraestructura
- Conocimiento de la organización
- Administración de proyectos específicos
- Desarrollo y mantenimiento de software

Para pasar de un nivel al siguiente, la empresa debe cumplir todos los requisitos de los niveles anteriores más los del nuevo nivel.

Entre las características importantes de este modelo encontramos que:

- ❖ Es específico para el área de desarrollo y mantenimiento del software
- ❖ Fácil de entender
- ❖ Definido como un conjunto de procesos
- ❖ Orientado a mejorar procesos
- ❖ Aplicable como norma mexicana
- ❖ Cuenta con un mecanismo de evaluación o certificación

“Para su elaboración se siguieron algunos lineamientos.

- Generar una estructura de procesos de acuerdo a la estructura de la organización.
- Destacar el rol de Alta dirección, para el buen funcionamiento de la empresa.
- Considerar a la Gestión como un proveedor de los recursos, para el buen cumplimiento del objetivo.
- Considerar a la Operación como el encargado de llevar a cabo los proyectos de desarrollo y mantenimiento de software.
- Integrar todos los elementos necesarios para definir a los procesos.

- Integrar elementos para la ingeniería de productos del software incluyendo los procesos de verificación, validación, documentación.
- Destacar la importancia de la Gestión de recursos, en particular los productos generados, la documentación de cada proceso y la información recolectada a partir de lecciones aprendidas."

MOPROSOFT se ha enfocado a procesos que se encuentran divididos de acuerdo a un área en específico, también llamadas categorías: Alta dirección, Gerencia y Operación, esta última se integra de dos procesos: la de administración de proyectos específicos y la del desarrollo y mantenimiento del software.

En cada uno de los procesos y subprocesos se especifican los roles que son los responsables de llevar a cabo cada proceso. Encontramos al cliente, usuario, grupo directivo.

"Entre los principales productos a analizar tenemos:

- Productos de software. Se genera en el proceso de desarrollo y mantenimiento del software, éstos se clasifican de manera general como especificación de requerimientos, análisis y diseño, software, prueba, registro de rastreo y manual.
- Configuración de software. Es un conjunto consistente de productos de software.
- Plan. Se enlistan las actividades y responsabilidades a realizar por calendario.
- Reporte. Informe del resultado de las actividades llevadas a cabo.
- Registro. Evidencia de actividades desempeñadas.
- Lección aprendida. Experiencia positiva o negativa obtenida durante la realización de la actividad."¹⁷

¹⁷ Oktaba Hanna, et al. *Modelo de procesos para la industria del software MOPROSOFT*. Versión 1.5. Secretaría de Economía, México, 2005, pág. 4.

Para cada uno de los nueve procesos, tenemos los siguientes elementos involucrados en el patrón de procesos, el cual nos sirve de base para documentar cada proceso.

Patrón de procesos

Nos ayuda para la documentación del proceso, proporcionándonos un esquema de elementos que nos servirán de apoyo para la estandarización de los procesos.

Está constituido por tres partes:

1. Definición general del proceso
2. Prácticas y
3. Guías de ajuste

“A continuación, se describen los elementos del patrón con mayor detalle.

1. Definición general del proceso

- Proceso. Nombre del proceso, precedido por un acrónimo.
- Categoría. Tipo de proceso.
- Propósito. Objetivos generales medibles y resultados esperados de la implantación efectiva del proceso.
- Descripción de actividades. Descripción general de las actividades y productos que componen el flujo de trabajo del proceso.
- Objetivos. Objetivos específicos cuya finalidad es asegurar el cumplimiento del propósito del proceso. Los objetivos se identifican como O1, O2, etc.

- **Indicadores.** Definición de los indicadores para evaluar la efectividad del cumplimiento de los objetivos del proceso. Los indicadores se identifican como I1, I2, etc. Y entre paréntesis se especifica una o más identificaciones de los objetivos a los que dan respuesta.
- **Metas cuantitativas.** Valor numérico o rango de satisfacción por indicador.
- **Responsabilidad y autoridad.** Responsabilidad es el rol principal responsable por la ejecución del proceso. Autoridad es el rol responsable por validar la ejecución del proceso y el cumplimiento de su propósito.
- **Entradas.** Se refiere a un producto, y se obtiene como resultado de un proceso.

Nombre	Fuente
Nombre del producto	Referencia al origen del producto

- **Salidas.** Se refiere a un producto o recurso.

Nombre	Descripción	Fuente
Nombre del producto	Descripción y características del producto	Referencia al destinatario del producto

- **Referencias bibliográficas.** Fuentes que sustentan el proceso.

2. Prácticas

Aquí se tienen a los roles involucrados con su capacitación, sus actividades, también un diagrama de trabajo, verificaciones y validaciones que van asociados con los productos generados, su incorporación a la base de conocimiento, los recursos de infraestructura, la capacitación necesaria para los roles involucrados, situaciones excepcionales y las lecciones aprendidas durante la implantación de las prácticas.

- Roles involucrados y capacitación. Identificación de roles involucrados y capacitación requerida.

Rol	Abreviatura	Capacitación
Responsable del generador de reporte	Abreviatura del rol	Capacitación requerida por el rol para poder ejecutar el proceso

- Actividades. Se asocian a los objetivos y describen las tareas y los roles responsables para realizar cada actividad.

Rol	Descripción
A1. Nombre de la actividad (O1, O2,...)	
Abreviatura del(os) rol(es)	A1.1 Descripción de tarea 1
	A1.2 Descripción de tarea 2
A2. Nombre de la actividad (O1, O2, ...)	
	A2.1 Descripción de tarea 1
	A2.2 Descripción de tarea 2

- Diagrama de flujo de trabajo. Diagrama de actividades, donde se especifican las actividades del flujo de trabajo y los productos.
- Verificaciones y validaciones. Se identifican los defectos que deben corregirse antes de continuar con las actividades posteriores.

Verificación o validación	Actividad	Producto	Rol	Descripción
Identificación de la verificación o validación Ver1 o Val1	Identificación de la tarea	Nombre del producto	Abreviatura del rol responsable de realizar la verificación o validación	Descripción de la verificación o validación que se hará al producto
Ver2 o Val2				

- Incorporación a la base del conocimiento. Repositorio de todos los productos tales como productos de software, planes, reportes y otros documentos.

Producto	Forma de aprobación
Nombre del producto	Identificación de la verificación, validación o descripción

- Recursos de infraestructura. Conjunto de servicios necesarios para la creación y funcionamiento de una organización.

Actividad	Recurso
Identificación de la actividad o tarea	Requerimientos de herramientas de software y hardware

- Mediciones. Mediciones establecidas para evaluar a los indicadores del proceso. Se identifican como M1, M2.
- Capacitación. Reglas para proporcionar la capacitación necesaria a los roles involucradas.
- Situaciones excepcionales. Se refiere a la circunstancia que impide que se realice una actividad.
- Lecciones aprendidas. Definición de los mecanismos para aprovechar las lecciones aprendidas durante la ejecución de un proceso.”¹⁸

3. Guías de ajuste

Se hace mención de los cambios hechos al proceso los cuales no deben afectar sus objetivos.

Modificación preestablecida a los roles, prácticas, entradas y salidas de un proceso que no afecte al cumplimiento de sus objetivos.

A continuación tenemos el proceso tomado de la norma MOPROSOFT “Conocimiento de la organización” basado en el patrón propuesto por MOPROSOFT.

1. “Definición general del proceso

- Proceso. *CONOCIMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN.*
- Categoría. *Gerencia (GER).*
- Propósito. El propósito de la organización es mantener disponible y administrar la base del conocimiento que contiene la información y los productos generados por la organización.

¹⁸ Oktaba Hanna, et al. *Método de Evaluación de procesos para la industria de software EvalProSoft*. Secretaría de Economía, México, 2004, pág. 22.

- Descripción. En función del plan operativo de conocimiento de la organización y acciones correctivas de Gestión de recursos se realizan las siguientes actividades:

Las cuales se detallan en el diagrama de flujo de trabajo más adelante donde se relacionan las siguientes actividades mencionadas.

- A1 O1 Planificación

Entrada: Plan operativo de conocimiento de la organización

Actividades: Establecimiento del diseño de la base de conocimiento.

A1.1 Identificar, documentar o actualizar las actividades para la definición o modificación del modelo conceptual de la base de conocimiento (BC) de acuerdo al plan operativo de conocimiento de la organización y acciones correctivas.

A1.2 Identificar usuarios de cada proceso y documentar o actualizar sus requerimientos.

A1.3 Identificar los mecanismos de alimentación, consulta, mantenimiento y respaldo para cada tipo de repositorio, en función de los requerimientos de los usuarios.

A1.4 Integrar el plan de administración de la base de conocimiento.

A1.5 Validar el plan de administración de la base de conocimiento (Val1).

Salida: Plan de administración de la base de conocimiento con base en el reporte de validación y obtener la aprobación de las correcciones.

- A2 Realización (O1)

Entrada: Plan de administración de la base de conocimiento.

Actividades:

A2.1 Diseñar o actualizar el modelo conceptual, incluyendo su meta modelo, de la base de conocimiento, en función de los requerimientos de los procesos.

A2.2 Definir o actualizar los mecanismos de alimentación, consulta, mantenimiento y respaldo para cada tipo de repositorio, en función de los requerimientos de los procesos.

A2.3 Integrar y documentar el diseño de la base de conocimiento de la organización.

A2.4 Validar el diseño de la base de conocimiento (Val2).

A2.5 Corregir los defectos encontrados en el diseño de la base de conocimiento con base en el reporte de validación y obtener la aprobación de las correcciones.

A2.6 Poner en operación y dar mantenimiento a la base de conocimiento para que se incorporen y consulten los productos aprobados provenientes de todos los procesos y proyectos.

Salida: Diseño de la base de conocimiento y reporte de validación.

- A3 Evaluación y control (O1)

Entrada: Base del conocimiento, plan operativo de conocimiento de la organización, plan de procesos.

Actividades:

A3.1 Revisar si el uso de la base de conocimiento se realiza acorde con los mecanismos de alimentación, consulta, mantenimiento y respaldo definidos.

A3.2 Generar un reporte del estado de la base de conocimiento, en función del plan operativo de conocimiento de la organización.

A3.3 Generar el reporte de mediciones y sugerencias de mejora de este proceso en función del plan de mediciones de procesos.

Salida: Reporte de estado de la base de conocimiento, reporte de mediciones y sugerencia de mejora, lecciones aprendidas.

- Objetivos

O1. Proporcionar a la organización la base de conocimiento de forma confiable, oportuna y segura mediante el cumplimiento del plan de administración de la base de conocimiento.

- Indicadores

I1 (O1) Grado de satisfacción de los usuarios con respecto a los mecanismos de alimentación, modificación y mantenimiento de la base de conocimiento.

I2 (O1) Grado de satisfacción de los usuarios con respecto a los mecanismos de consulta de la base de conocimiento.

I3 (O1) Grado de satisfacción de los usuarios con respecto a los mecanismos de control de acceso y respaldo de la base de conocimiento.

- Metas cuantitativas

Valor numérico o rango de satisfacción por indicador.

- Responsabilidad y autoridad

Responsabilidad: Responsable de Conocimiento de la Organización

Autoridad: Responsable de Gestión de recursos

- Procesos relacionados

Todos los procesos

- Entradas

Nombre	Fuente
Productos del apartado Incorporación a la base de conocimiento	Gestión de negocio Gestión de procesos Gestión de proyectos Gestión de recursos Recursos humanos y ambiente de trabajo Bienes, servicios e infraestructura Conocimiento de la organización Administración de proyectos específicos Desarrollo y mantenimiento de software
Plan de procesos Plan de mediciones de procesos	Gestión de procesos
Plan operativo de conocimiento de la organización	Gestión de recursos
Acciones correctivas	Gestión de recursos

- Salidas

Nombre	Descripción	Destino
Base de Conocimiento	<p>Contiene los siguientes repositorios:</p> <p>Negocio: documentación utilizada y generada en el proceso de gestión de negocio</p> <p>Procesos: documentación utilizada y generada en el proceso de gestión de procesos</p> <p>Proyectos: documentación utilizada y generada en el proceso de gestión de proyectos y administración de proyectos específicos</p> <p>Desarrollo y Mantenimiento: productos de software generados en el proceso de desarrollo y mantenimiento de software</p> <p>Recursos: documentación utilizada y generada en el proceso de gestión de recursos</p> <p>Recursos humanos: documentación utilizada y generada en el subproceso de recursos humanos y ambiente de trabajo</p> <p>Bienes adquiridos y proveedores: documentación utilizada y generada en el subproceso de bienes, servicios e infraestructura</p> <p>Documentación BC: documentación utilizada y generada acerca de su estructura, contenido y operación</p> <p>Opcionalmente puede además contener:</p> <p>Conocimiento tecnológico (terminología, conceptos, metodologías)</p> <p>Bibliotecas de reuso</p>	Todos los procesos
Reporte de Mediciones y sugerencias de mejora	<p>Registro que contiene:</p> <p>Mediciones de los indicadores del proceso de conocimiento de la organización (ver mediciones)</p> <p>sugerencias de mejora al proceso de conocimiento de la organización (métodos, herramientas, formatos, estándares, entre otros)</p>	Gestión de procesos
Lecciones Aprendidas	Registro de mejores prácticas, problemas recurrentes y experiencias exitosas, durante la implantación de este proceso	Conocimiento de la organización

- Productos internos

Nombre	Descripción
Plan de administración de la base de conocimiento (BC)	Descripción de actividades que lleven a definición o modificación de los siguientes elementos de la BC: <ul style="list-style-type: none"> · Modelo conceptual de la BC, usuarios de cada proceso y sus requerimientos · Mecanismos de operación, verificación, validación en función de los requerimientos de los usuarios
Diseño de la base de conocimiento	Contiene el diseño del modelo conceptual, incluyendo su meta, y la definición de los mecanismos de operación: alimentación, consulta, control de acceso, mantenimiento y respaldo para cada tipo de repositorio
Reporte(s) de validación	Registro de participantes, fecha, lugar, duración y defectos encontrados

- Referencias bibliográficas

1. ISO 9001:2000 Sistemas de gestión de la calidad requisitos.
2. The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute. 1994. Addison Wesley.
3. ISO/ IEC TR 15504-2: 1998(E) Information Technology Software process assessment. Part 2: A reference model for process and process capability, v. 3.3.

2. Prácticas

- Roles involucrados y capacitación

Rol	Abreviatura	Capacitación
Responsable de gestión de recursos	RGR	Conocimiento en el esfuerzo necesario para la administración de la BC
Responsable del conocimiento de la organización	RCO	Conocimiento de definición y administración de repositorios documentales o automatizados
Grupo de responsables de Procesos	GRP	Conocimiento de necesidades del proceso con respecto a la base de conocimiento

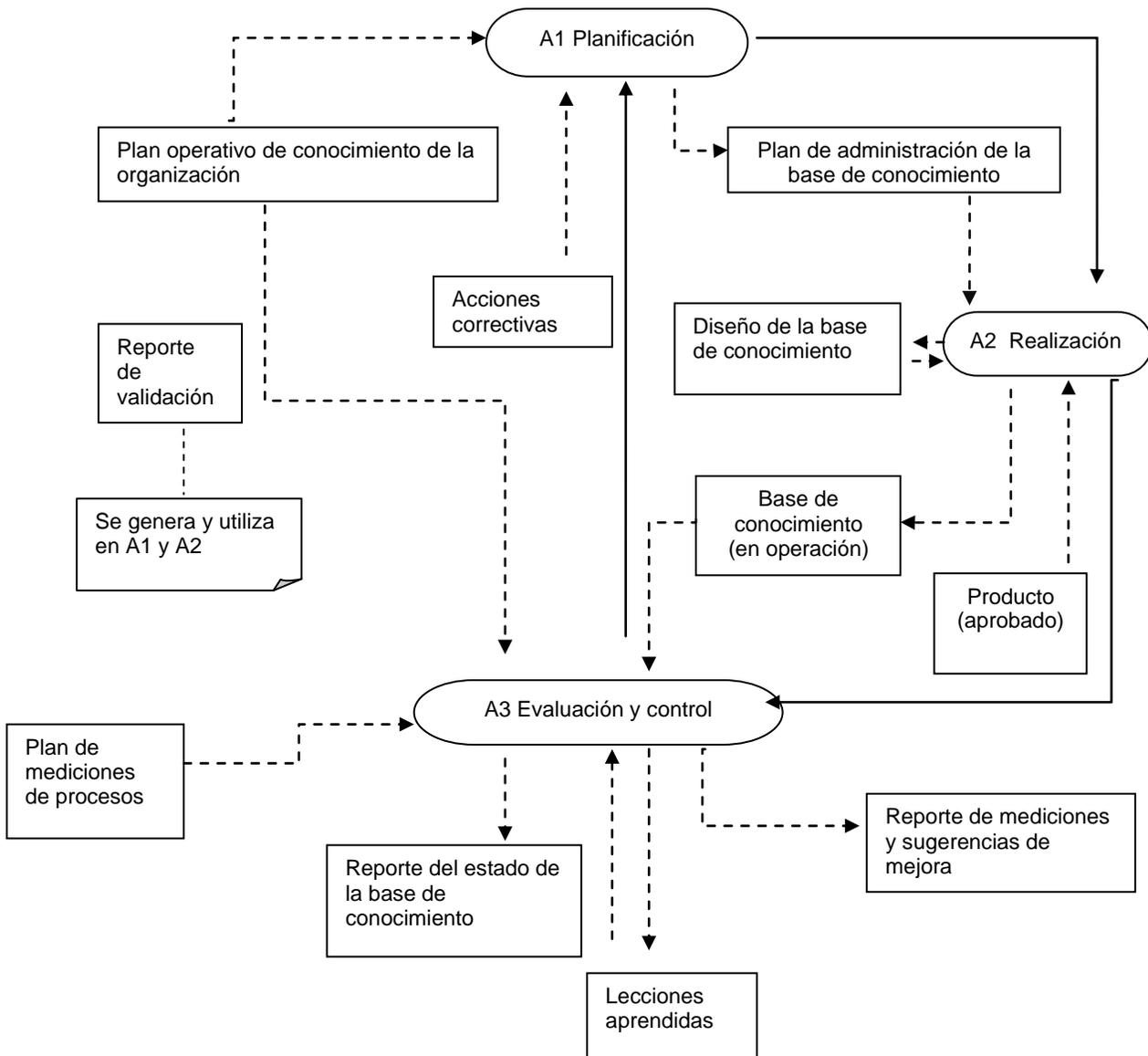
- Actividades
-

Rol	Descripción
A1. Planificación (O1)	
RCO	A1.1 Identificar, documentar o actualizar las actividades para la definición o modificación del modelo conceptual de la BC de acuerdo al plan operativo de conocimiento de la organización y acciones correctivas
RCO GRP	A1.2 Identificar usuarios de cada proceso y documentar o actualizar sus requerimientos
RCO GRP	A1.3 Identificar los mecanismos de alimentación, consulta, mantenimiento y respaldo para cada tipo de repositorio, en función de los requerimientos de los usuarios
RCO	A1.4 Integrar el plan de administración de la BC

RGR GRP	A1.5 Validar el plan de administración de la BC (Val1)
RCO	A1.6 Corregir los defectos encontrados en el plan de administración de la base de conocimiento con base en el reporte de validación y obtener la aprobación de las correcciones
A2. Realización (O1)	
RCO	A2.1 Diseñar o actualizar el modelo conceptual, incluyendo su meta modelo, de la base de conocimiento, en función de los requerimientos de los procesos
RCO	A2.2 Definir o actualizar los mecanismos de alimentación, consulta, mantenimiento y respaldo para cada tipo de repositorio, en función de los requerimientos de los procesos
RCO	A2.3 Integrar y documentar el diseño de la base de conocimiento de la organización
GRP	A2.4 Validar el diseño de la base de conocimiento (Val2)
RCO	A2.5 Corregir los defectos encontrados en el diseño de la base de conocimiento con base en el Reporte de validación y obtener la aprobación de las correcciones
RCO	A2.6 Poner en operación y dar mantenimiento a la base de conocimiento para que se incorporen y consulten los productos aprobados provenientes de todos los procesos y proyectos
A3. Evaluación y Control (O1)	
RCO	A3.1 Revisar si el uso de la base de conocimiento se realiza acorde con los mecanismos de alimentación, consulta, mantenimiento y respaldo definidos
RCO	A3.2 Generar un reporte del estado de la base de conocimiento, en función del plan operativo de conocimiento de la organización
RCO	A3.3 Generar el reporte de mediciones y sugerencias de mejora de este proceso en función del plan de mediciones de procesos

RCO	A3.4 Identificar las lecciones aprendidas de procesos e integrarlas a la base de conocimiento. Ejemplo, se pueden considerar mejores prácticas, experiencias exitosas de manejo de riesgos, problemas
-----	---

- Diagrama de flujo de trabajo



- Verificaciones y validaciones

Verificación o validación	Actividad	Producto	Rol	Descripción
Val 1	A1.5	Plan de Administración de la base de conocimiento	RGR, GRP	<p>Validar que todos los elementos del plan de procesos sean viables y que correspondan a las necesidades de los procesos</p> <p>Los defectos encontrados se documentan en un reporte de validación</p>
Val2	A2.4	Diseño de la base de conocimiento	GRP	<p>Validar que todos los elementos del diseño de la base del conocimiento corresponden a las necesidades de los procesos.</p> <p>Los defectos encontrados se documentan en un reporte de validación</p>

- Incorporación a la base del conocimiento

Producto	Forma de aprobación
Plan de administración de la base de conocimiento	Val1
Diseño de base de conocimiento	Val2
Reporte del estado de la base de conocimiento Reporte de mediciones y sugerencias de mejora	Ninguna
Lecciones aprendidas	Ninguna
Reportes de validación	Ninguna

- Recursos de infraestructura

Actividad	Recurso
A1 A3	Herramienta para documentación
A2 A3	Herramientas automatizadas o no automatizadas de diseño, puesta en operación y mantenimiento de la BC

- Mediciones

Con base en plan de mediciones de procesos se genera un reporte periódico del avance de los indicadores del proceso referente a las metas cuantitativas definidas, se sugieren las siguientes mediciones:

M1 (I1) Realizar encuestas a los usuarios para conocer la satisfacción referente a los mecanismos de alimentación, modificación y mantenimiento de la base de conocimiento.

M2 (I2) Realizar encuestas a los usuarios para conocer la satisfacción a los mecanismos de consulta de la base de conocimiento.

M3 (I3) Realizar encuestas a los usuarios para conocer la satisfacción referente a los mecanismos de control de acceso y respaldo de la base de conocimiento.

- Capacitación

El responsable del conocimiento de la organización (RCO) deberá ofrecer las facilidades para que el personal que está involucrado en el subproceso de Conocimiento de la Organización (CO) participe en las actividades del plan de capacitación actual de la base del conocimiento.

- Situaciones excepcionales

Los roles involucrados en este subproceso deberán notificar de manera oportuna, las situaciones que les impidan el desarrollo de las actividades asignadas.

El RCO deberá dar respuesta a estas situaciones y en caso de no poder resolverlas o no sean de su competencia deberá escalarlas al RGR.

- Lecciones aprendidas

Antes de iniciar las actividades asignadas, los roles deberán consultar las lecciones aprendidas en la base de conocimiento para aprovechar la experiencia de la organización y disminuir la posibilidad de incurrir en problemas recurrentes.

3. Guías de ajuste

- Base de conocimiento

De acuerdo al tamaño de la organización (en términos de personal y de cantidad de proyectos que se desarrollan) la BC puede iniciarse de manera simplificada manteniéndola en forma documental total o parcialmente. Sin embargo se puede trabajar en un diseño conceptual que permita su adecuado manejo y su eventual automatización con apoyo de herramientas de manejo de bases de datos.

- Diseño de la base de conocimiento

La estructura de los repositorios puede ser ajustada a las necesidades o a la estructura de base la de conocimiento ya establecida en la organización. ¹⁹

Ya que se definió a detalle cada parte que conforma la estructura del patrón propuesto por MOPROSOFT, ahora se muestran dos ejemplos.

¹⁹ Oktaba Hanna, et al. *Modelo de procesos para la industria del software MOPROSOFT*. Secretaria de Economía, México, 2005, pág. 73.

1. **Nombre:** Reportes para funcionales.

- Propósito:

Diseñar un sistema que genere números de reportes para la atención de multifuncionales con fallas en sitio.

Ordenar la información por grupos pertenecientes a cada coordinador de cada estado de la república, mostrar datos de serie del equipo, modelo, domicilio, falla, números de reporte tanto para el cliente como para servicio técnico.

- Descripción:

Obtener el número de reporte al ingresar la serie y corroborar datos y falla del equipo para su pronta atención.

- Objetivos:

O1 Contar con la herramienta de software necesaria para correr la aplicación.

- Indicadores:

I1 (O1) Se obtuvo el número de reporte adecuadamente mostrando la información solicitada completa.

Metas cuantitativas:

- Responsabilidad y autoridad:

Persona responsable de generar el reporte del área de servicio.

- Procesos relacionados:

✓ Solicitar número de serie del equipo y validarla

- ✓ Solicitar datos de domicilio y falla, corroborarla
- ✓ Corroborar localidad para direccionar a la carga del coordinador correcto
- ✓ Enviar información al coordinador para que este proporcione el reporte al ingeniero de servicio de cada área para dar la atención oportuna en tiempo

- Entradas

Nombre	Fuente
# Serie del equipo	Cliente
Equipo inoperante	Cliente

- Salidas

Nombre	Fuente
# Reporte para el cliente	Persona que levanta reporte
# Reporte para ingeniero de servicio	Persona que levanta el reporte
Equipo reparado	Ingeniero

- Productos internos

Nombre	Descripción
Esfuerzo físico	Desgaste que sufre el cuerpo humano al momento de elevar el automóvil, quitar la llanta ponchada y poner la llanta no ponchada

- Referencias bibliográficas

Listas de modelos, listas de series, información de coordinadores por localidad y grupos correspondientes, cursos de ingenieros, cobertura por ingeniero.

2. Prácticas

- Roles involucrados y capacitación

Rol	Abreviatura	Capacitación
Responsable del generador de reporte	RGR	Conocimiento del sistema
Responsable del coordinador	RCOOR	Conocimientos del sistema
Responsable de la reparación	ING	Conocimientos de electrónica, sistemas, y cursos de los equipos multifuncionales

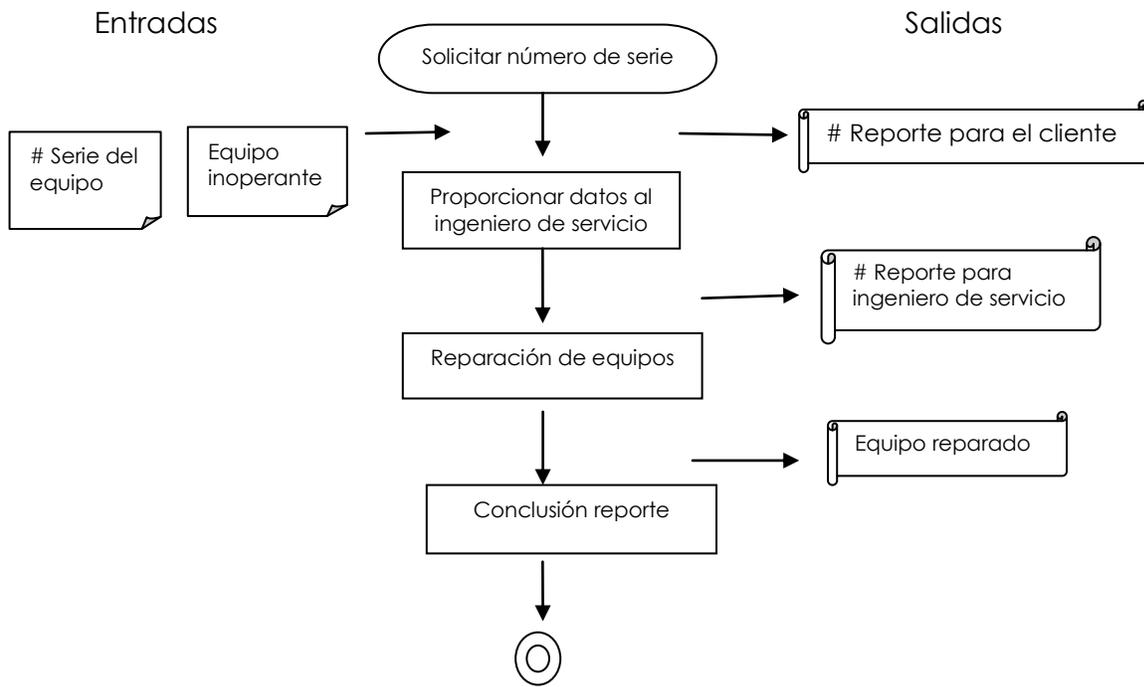
- Actividades

Rol	Descripción
A.1 Solicitar número de serie	
RGR	A.1.1 Ingresar en sistema la serie, y validar vigencia de contrato o garantía
RGR	A.1.2 Solicitar datos de domicilio
RGR	A.1.3 Corroborar datos como domicilio, grupo, y coordinador
RGR	A.1.4 Generar número de reporte para el cliente y servicio técnico
RGR	A.1.5 Proporcionar ambos números de reporte al

	coordinador para su seguimiento
A.2 Proporcionar datos al ingeniero de servicio	
RCOOR	A.2.1 Verificar datos para direccionar
RCOOR	A.2.2 Pasar datos al ingeniero y el número de reporte
RCOOR	A.2.3 Despachar servicio
A.3 Reparación de equipos	
ING	A.3.1 Tomar datos
ING	A.3.2 Tomar reporte
ING	A.3.3 Hacer diagnóstico y reparar el equipo
ING	A.3.4 Obtener firma de conformidad del cliente
ING	A.3.5 Proporcionar estatus del servicio
A.4 Conclusión reporte	
RCOOR	A.4.1 Ingresar datos de tiempos de visita y estatus
RCOOR	A.4.2 Cerrar reporte

Las actividades se muestran en el diagrama de flujo de trabajo siguiente.

- Diagrama de flujo



- Verificaciones y validaciones

Verificación o validación	Actividad	Producto	Rol	Descripción
Val 1	A. 1.5	Reporte del cliente	RGR	Verificar la generación correcta del reporte
Val 2	A. 2.2	Reporte del ingeniero de servicio	RGR	Verificar el número de reporte
Val 3	A. 3.5	Equipo funcionando	ING	Verificar el funcionamiento del equipo

- Incorporación a la base de conocimiento

✓ No aplica

- Recursos de infraestructura

Actividad	Recurso
A.1.1, A.1.3, A.1.4, A.2.1, A.2.3	Computadora
A. 3.3	Herramienta para reparar equipo

- Mediciones

✓ Generar correctamente el reporte
 ✓ Funcionamiento del equipo al 100%

- Capacitación

✓ Haber pasado por un curso intensivo del manejo del sistema y generación de reportes
 ✓ Que las personas que reparen los equipos tengan un perfil ingenieril
 ✓ Que los ingenieros hayan aprobado los cursos para el diagnóstico y reparación de multifuncionales

- Situaciones excepcionales

✓ Los equipos no están dados de alta, no tienen garantía o contrato vigente, adeudo
 ✓ Los grupos donde corresponde cada equipo por coordinador no están correctos
 ✓ No aparece la nómina del ingeniero en sistema
 ✓ Condiciones externas para la atención del reporte, tráfico, tiempo de traslado, etc
 ✓ Falla en el automóvil

- Lecciones aprendidas
 - ✓ Platica tus experiencias
 - ✓ El cliente no proporciona serie correcta
 - ✓ El equipo cuenta con póliza de servicio
 - ✓ No se corroboran datos, hay errores en el número de calle o teléfono
 - ✓ Canalizar adecuadamente el reporte

3. Guías de ajuste

- Referencias bibliográficas
 - ✓ No se cuenta en el momento con alguna documentación formal que sustente el proceso
- Base de conocimiento
 - ✓ Esta base debe contener información del uso del sistema, conocimiento de equipos por modelo
 - ✓ Cursos de los ingenieros
 - ✓ Fallas en equipos multifuncionales

A continuación, se enuncia otro ejemplo más común para su mejor entendimiento.

1. Nombre: Cambiar llanta pinchada de un automóvil estándar.

- Propósito

Cambiar una llanta pinchada por una en buen estado.

- Descripción

El cambio de llanta ponchada se ocupa de sustituir una llanta que sufrió un daño que la inhabilita operacionalmente para seguir funcionando. Contar con una llanta en buen estado, quitar la llanta ponchada, colocarla llanta en buen estado y guardar la chanta ponchada.

- Objetivo

O1 Contar con la llanta en buen estado.

- Indicadores

I1 (O1) La llanta fue colocada correctamente para su operación normal.

Metas cuantitativas

- Responsabilidad y autoridad
 - ✓ Responsable de cambio de llanta
- Procesos relacionados
 - ✓ Conseguir llanta no ponchada
 - ✓ Conseguir herramienta
 - ✓ Guardar herramienta
 - ✓ Transportar llanta ponchada a vulcanizadora
 - ✓ Vulcanizar la llanta
- Entradas

Nombre	Fuente
Llanta en buen estado	Cajueta

- Salidas

Nombre	Fuente
Llanta ponchada	Cajuela

- Productos internos

Nombre	Descripción
Esfuerzo físico	Desgaste que sufre el cuerpo humano al momento de elevar el automóvil, quitar la llanta ponchada y poner una llanta en buen estado

- Referencias bibliográficas

✓ No aplica

2. Prácticas

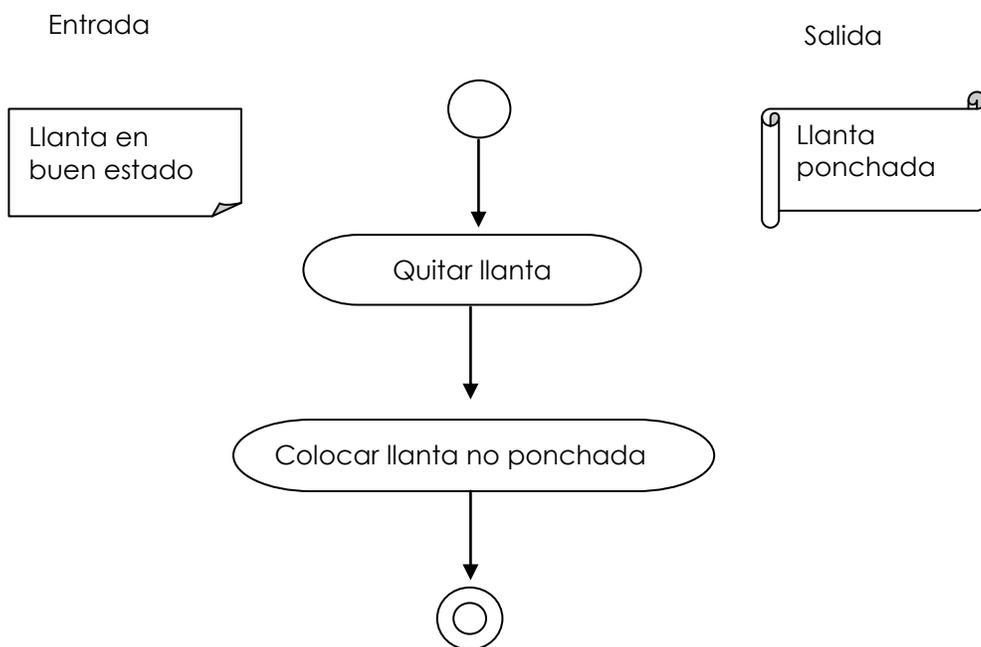
- Roles involucrados y capacitación

Rol	Abreviatura	Capacitación
Responsable de cambio de llanta	RCL	Conocimiento del esfuerzo requerido para cambiar una llanta

- Actividades

Rol	Descripción
A.1 Quitar llanta ponchada	
RCL	A.1.1 Aflojar birlos
RCL	A.1.2 Colocar el gato en la posición correcta
RCL	A.1.3 Elevar el automóvil
RCL	A.1.4 Desatornillar completamente los birlos
RCL	A.1.5 Sacar llanta ponchada de..
A.2 Colocar llanta no ponchada	
RCL	A.2.1 Poner llanta en...
RCL	A.2.2 Colocar birlos con la mano hasta donde sea posible
RCL	A.2.3 Bajar automóvil
RCL	A.2.4 Retirar gato
RCL	A.2.5 Atornillar birlos con la llave

- Diagrama de flujo



Aquí se enlistan cada una de las actividades realizadas para llevar a cabo el proceso para la obtención del objetivo deseado.

- Verificaciones y validaciones

Verificación o validación	Actividad	Producto	Rol	Descripción
Val 1	A.1.5	Llanta ponchada	RCL	Verificar visualmente que la llanta está ponchada

- Incorporación a la base de conocimiento
- ✓ No aplica

- Recursos de infraestructura

Actividad	Recurso
A.1.1, A.1.4, A.2.5	Llave
A.1.2, A.1.3, A.2.3, A.2.4	Gato

- Mediciones
 - ✓ Que la llanta no se salga
 - ✓ Que la llanta gire sin oscilar
- Capacitación

Haber pasado por un curso intensivo de cambiar dos veces una llanta.

- Situaciones excepcionales
 - ✓ Los birlos se barren, inflar la llanta con el aerosol maravilla y llevar el automóvil a la vulcanizadora
 - ✓ Los birlos no se pueden desatornillar porque están muy apretados, poner afloja todo al birlo y esperar o utilizar compresora
 - ✓ Los birlos no se pueden desatornillar porque no corresponde la llave, conseguir la llave correspondiente
- Lecciones aprendidas
 - ✓ Se platica lo sucedido

3. Guías de ajuste

- Referencias bibliográficas
- ✓ No se cuenta en el momento con alguna documentación formal que sustente el proceso
- Base de Conocimiento (BC)

Al parecer no aplica esta sección al proceso debido a las características que tiene, ya que se hace de manera empírica.

Con el paso del tiempo los procesos deben evolucionar con base en las sugerencias, para así alcanzar el objetivo establecido en el plan estratégico de la organización, con metas más ambiciosas, de esta manera se va alcanzando la madurez a través de la mejora continua de procesos y al mismo tiempo se puede pensar en innovaciones de productos.

En el capítulo 2, Programa para el desarrollo de la industria del software, se definen y analizan los modelos como ISO 9001:2000, ISO/IEC TR 15504 usados para desarrollar software, se describieron los elementos principales de la norma que forman la estructura de cada proceso contenidos en el patrón de procesos, así como la importancia de su documentación y uso del modelo en dos ámbitos diferentes, necesarios para la implantación en una organización.

La documentación es el soporte del sistema de gestión de la calidad, pues en ella se plasman no sólo las formas de operar de la organización, sino toda la información que permite el desarrollo de todos los procesos y proporcionan la información necesaria para la adecuada toma de decisiones.

También se hace mención de las principales características del modelo MOPROSOFT y los lineamientos que se siguieron para su elaboración.

Se muestran dos ejemplos usando el patrón propuesto para su documentación, definiendo cada punto que lo confirman para el uso adecuado, pues es de suma importancia para mostrar los productos involucrados en cada proceso, los planes seguidos por la organización, reportes registros y lecciones aprendidas evidencias que demuestran el correcto orden para la generación del producto de software.

Capítulo 3

EVALPROSOFT

3.1 Qué es EVALPROSOFT

El propósito de la herramienta de evaluación consiste en definir un método para obtener un nivel de la capacidad de sus procesos y un nivel de madurez de capacidades de la organización, tomando como referencia MOPROSOFT.

La evaluación de cada proceso con lleva a un examen disciplinado, el cual se apoya en una escala, criterios de evaluación, conjunto de estándares mejores prácticas y un mecanismo claro para exponer los resultados obtenidos.

En la tabla H se muestran las abreviaturas usadas por MOPROSOFT para diferenciar a cada proceso.

Tabla H. Claves de MOPROSOFT.

Clave	Proceso
GN	Gestión de negocios
GPR	Gestión de procesos
GPY	Gestión de proyectos
GR	Gestión de recursos
RHAT	Recursos humanos y ambiente de trabajo
BSI	Bienes, servicios e infraestructura
CO	Conocimiento de la organización
APE	Administración de proyectos específicos
DMS	Desarrollo y mantenimiento de software

La nomenclatura utilizada para describir cada proceso se describe a continuación:

Pr. An.PTm.

Donde:

Pr: se refiere a la clave con la que se identifica cada proceso.

An: es la actividad número n del proceso.

PTm: es el producto de trabajo número m.

Siendo n, t y m números progresivos.

Se describe el proceso recursos humanos y ambiente de trabajo, actividad 2 y producto de trabajo 1, usando la nomenclatura o clave queda de la siguiente forma. Ver tabla I.

Tabla I. Claves de MOPROSOFT.

Clave	Proceso
RHAT.A2.PT1	Registro de recursos humanos

Una vez que tenemos identificados todos los procesos y codificados se le da el nombre al producto de trabajo.

Los productos de trabajo son de suma importancia ya que de ellos depende la calificación obtenida en conjunto para determinar la madurez del proceso y la capacidad de la organización determinada con el nivel obtenido.

Un evaluador certificado tiene la capacidad para llevar a cabo la evaluación siguiendo el proceso del método de evaluación EVALPROSOF.

El método de evaluación involucra al organismo rector que proporciona el paquete de evaluación, resguarda la información y da seguimiento al método y a la organización a evaluar, cuya relación se ilustra en la figura 12.

Al término del proceso de evaluación se entrega un reporte estadístico conteniendo las evidencias documentadas que respaldan el cumplimiento de un atributo perteneciente al producto los resultados finales.

La certificación tiene vigencia de sólo 2 años.

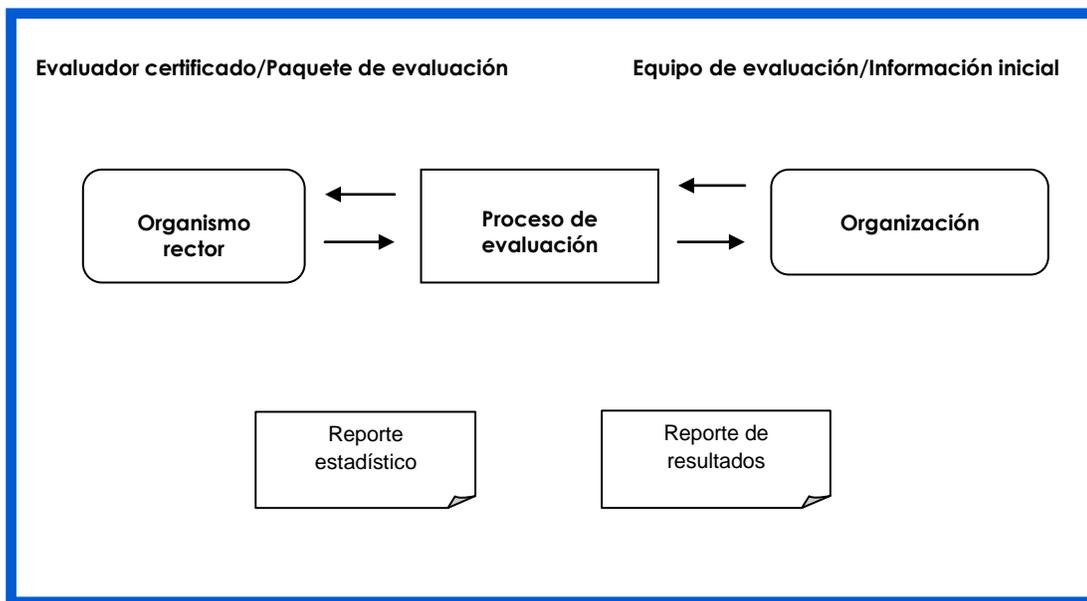


Figura 12. Relación entre los elementos del método de evaluación.

Usos del método de evaluación

Tenemos tres distintos escenarios:

1. Evaluación de una organización, es cuando una organización solicita a un evaluador certificado la realización de la evaluación para obtener un perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados y un nivel de madurez de capacidades.
2. Evaluación de capacidades del proveedor, es cuando un cliente solicita a un evaluador certificado la realización de una evaluación para seleccionar un proveedor de desarrollo y mantenimiento de software.

El cliente elige los procesos a evaluar dependiendo del servicio a contratar.

3. Autoevaluación de capacidades de proceso, es cuando una organización realiza una evaluación por personal interno o externo que no necesariamente sea evaluador. Se obtiene un diagnóstico del estado de sus procesos y detecta oportunidades de mejora. Puede ser la base para elaborar el plan de mejora de la organización.

Descripción general del método de evaluación

“El modelo de capacidades, que se utiliza para calificar el nivel de capacidad de los procesos, está basado en la *Parte 03: Modelo de capacidades de procesos*.”²⁰ Ver figura 13.

Donde se tiene cada uno de los procesos, los cuales son medidos a partir de una escala de acuerdo al cumplimiento de cada atributo, obteniendo así un nivel de capacidad de procesos, posicionándolo en una escala, el cual determina el nivel de la organización.

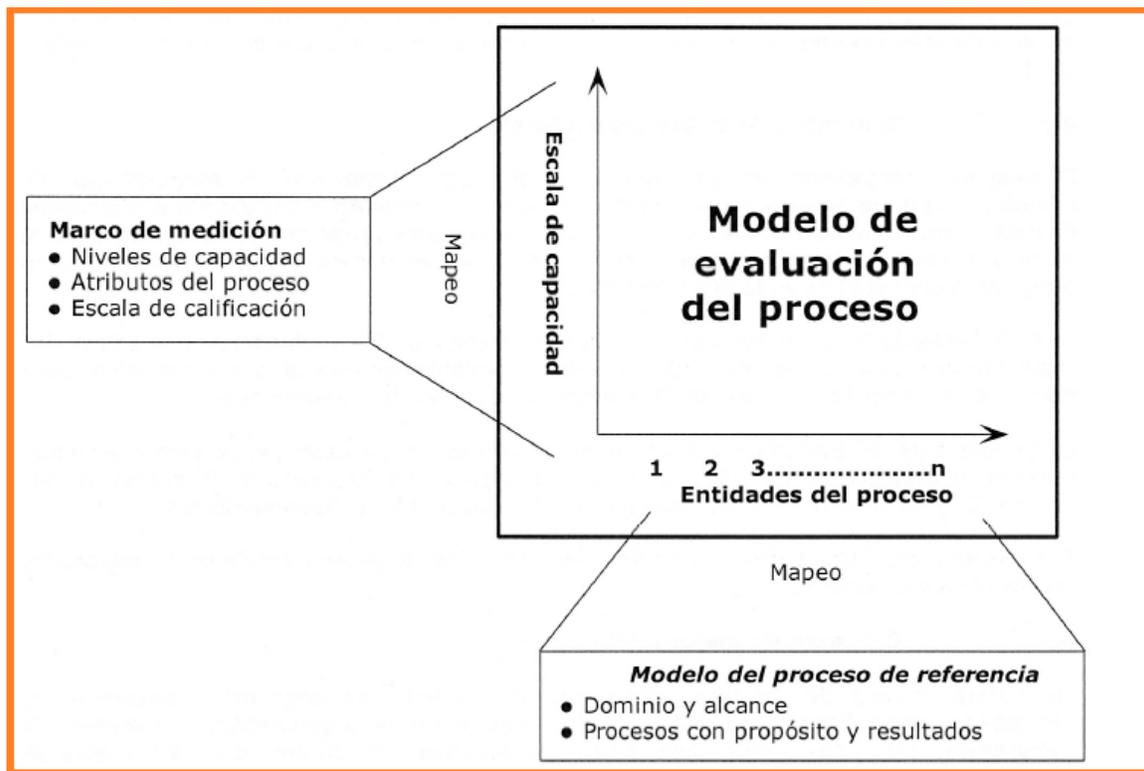


Figura 13. Modelo de capacidades.

El método de evaluación determina el cumplimiento de los atributos de los procesos ya implantados en la organización y otorga la calificación del nivel de capacidad por cada proceso y un nivel de madurez de capacidades.

²⁰ Oktaba Hanna, et al. *Método de Evaluación de procesos para la industria de software EvalProSoft*. Secretaría de Economía, México, 2004, pág 6.

Modelo de capacidades de procesos

La capacidad de proceso se evalúa en una escala de 0 a 5.

El 0 se asocia al nivel más bajo, lo que significa que no alcanza el propósito del proceso.

El 5 se asocia al nivel más alto demostrando el cumplimiento y alcanzando todas las metas.

Esta medición de capacidad se obtiene de un conjunto de atributos que miden un aspecto en particular de procesos determinados por este modelo, los cuales son indicadores de que el proceso ha alcanzado una capacidad.

Los niveles de capacidad y atributos que considera EVALPROSOFT por cada uno de los nueve procesos se muestran en la figura 14.

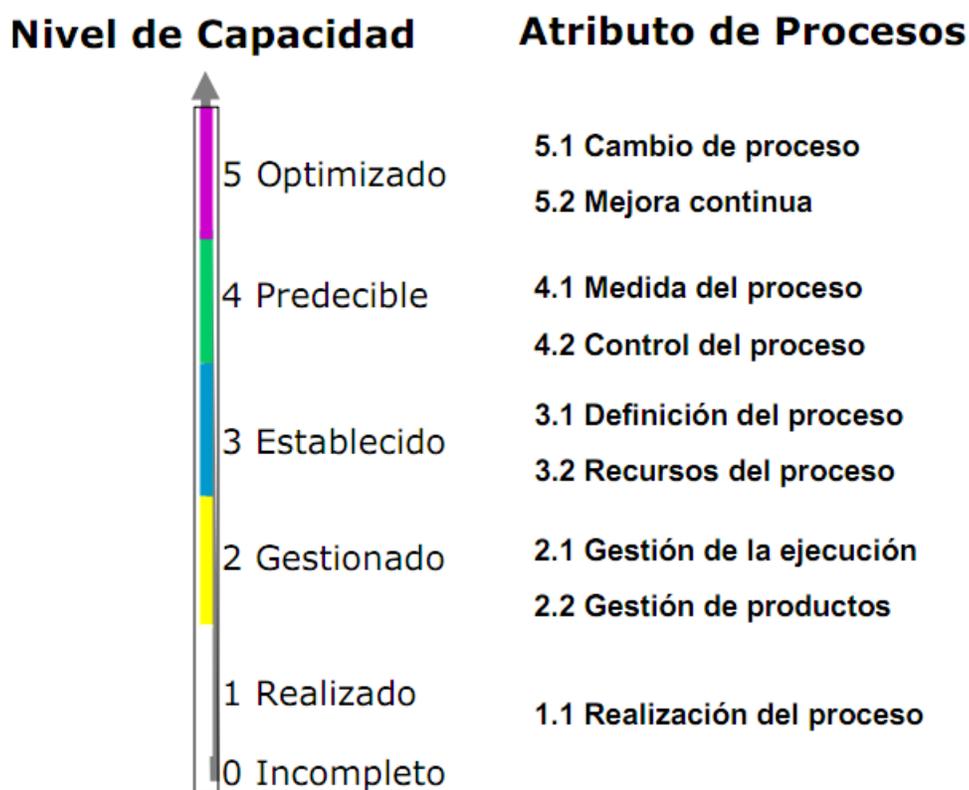


Figura 14. Niveles de capacidad.

3.2 Niveles de madurez de capacidades de los procesos

Niveles de capacidad de procesos

Nivel 0 Proceso incompleto

- ❖ No se cumple con el propósito del proceso.
- ❖ Poca o nula evidencia de algún proceso llevado a cabo para cumplir con dicho objetivo.

Citando el ejemplo anterior sobre la fabricación del sistema en el tema 2.3, donde el propósito es diseñar un sistema para llevar el control de una compañía donde su fin es generar los números de reportes para la atención de multifuncionales con fallas en sitio.

Además de mostrar y ordenar la información por grupos pertenecientes a cada coordinador de cada estado de la República Mexicana, mostrar datos de serie del equipo, modelo, domicilio, falla, números de reporte tanto para el cliente como para servicio técnico.

En el nivel 0 aún no se tienen la capacidad para generar los reportes completos, hay deficiencias debido a que no están dados de alta las series, no están dados de alta todos los grupos de las localidades atendidas, no aparecen las nominas de cada ingeniero de servicio, no hay campos para documentar los medidores de cada equipo.

Se omiten algunas actividades en el proceso o tienen deficiencias, por otra parte depende de la experiencia del encargado de generar el proceso en este caso los reportes, pero se tiene un producto.

El sistema es muy lento y se presentan mensajes de error, se duplican los reportes, el tiempo empleado para la generación de estos es máximo a 20 minutos.

Nivel 1 Proceso realizado

El proceso se implementa y alcanza su propósito.

Aquí ya se alcanza el propósito del proceso, ya se generan los números de reportes sin embargo puede o no estar totalmente completo. Se obtiene el producto de dicho proceso el cual, es un indicativo del cumplimiento del objetivo.

Aún que se obtengan los productos finales al 100% son evidencia de que se realiza el proceso, más no es suficiente pues en algunos reportes falta ya sea el grupo, nombre del coordinador o la actualización de la garantía de cada equipo, la nomina de algún ingeniero y deben de contribuir a alcanzar el propósito del proceso.

En este nivel se realizan todas las actividades obteniéndose así los productos finales (reportes). Aún no se tiene el control de todo el proceso, pues los generadores de reportes no siguen un patrón establecido omiten pasos y no llevan una secuencia como se debería.

P.A. 1.1 Atributo de la realización del proceso

El proceso en este nivel ya está definido. Se sigue una secuencia con la finalidad de obtener el reporte para su seguimiento.

Nivel 2 Proceso administrado

El proceso realizado se administra sus productos de trabajo están establecidos controlados y mantenidos.

El proceso realizado en el nivel 1 se implanta de manera administrada o gestionada (haciendo una planeación, monitoreo y ajustes necesarios) haciendo que en este nivel se administren tanto el proceso y los productos de trabajo.

P.A. 2.1 Administración de la realización

Ya se definen y asignan responsabilidades para llevar a cabo el proceso. Se identifican los objetivos para cumplir con lo planeado.

P.A. 2.2 Administración del producto de trabajo

El encargado de realizar los productos ya sigue un estándar definido el cual es supervisado.

El proceso es gestionado, y los productos ya se establecen, controlan y mantienen.

En el nivel 2 ya se administra tanto el proceso como los productos de trabajo.

Sin embargo la obtención del producto depende de la experiencia del encargado de generar el proceso.

Cada encargado sigue los procesos para generar los reportes adecuadamente y completos, se supervisa cada reporte generado para determinar fallas del sistema.

Los reportes se generan y pueden llevarse un tiempo estimado entre 10 y 15 minutos.

Nivel 3 Proceso establecido

El proceso se realiza y gestiona, se implementan por medio de una serie de pasos definidos ya estandarizados.

El proceso administrado es implementado individualmente con el proceso definido, siguiendo estándares ya aprobados, revisados y documentados.

Para todo el personal encargado de la generación de reportes dentro de la compañía, se sigue el mismo proceso y con una secuencia para no omitir datos y llenar campos en el sistema manualmente, así se evita perder tiempo en la generación del reporte al corregir errores por omisión de datos, reduciéndolo hasta en 10 minutos.

Ahora sí, se generan los reportes de manera consistente. Ya se puede planear y controlar con precisión.

P.A. 3.1 Atributo definición del proceso

Ya se establece la implementación del proceso estandarizado para soportar un despliegue del proceso ya definido.

Como resultado:

- ❖ Se define un proceso estándar, con guías de adaptación para incorporarlas al proceso definido que ayudaran a la realización del producto requerido.
- ❖ Se identifican roles, es decir la función de la persona encargada de la obtención del producto final para la realización del proceso.
- ❖ Se identifica la estructura y el lugar de trabajo necesarios para la obtención del proceso solicitado y requerido por el cliente final.

El proceso estándar de una organización incluye:

- ❖ Políticas, procedimientos y estándares para la realización del proceso.
- ❖ Modelos de ciclos de vida para su uso en la organización.
- ❖ Guías para la adaptación del proceso.
- ❖ Repositorio de datos y experiencias relacionadas con el proceso estándar.

P.A. 3.2 Atributo aplicación del proceso

Es una medida de cuánto se implementa /despliega efectivamente el proceso estándar como proceso para alcanzar sus salidas del proceso.

Como resultado del alcance de este atributo tenemos:

- ❖ Se implementan procesos definidos apropiados del proceso estándar.
- ❖ Se asignan roles y actividades para realizar el proceso definido.
- ❖ El personal que realiza el proceso definido es competente.
- ❖ Se dispone de recursos e información necesaria para llevar a cabo el proceso definido.
- ❖ Se mantiene la infraestructura y entorno de trabajo.

- ❖ Se recolectan y analizan datos para comprender el comportamiento del proceso definido.

Ya se genera el producto, ya está controlado por lo que el producto obtenido ya es uniforme o bien cumplen con todas las características solicitadas.

Nivel 4 Proceso predecible

El proceso establecido opera bajo límites de alcance

En este nivel ya el proceso opera dentro de ciertos límites para cubrir con el objetivo y alcanzar los resultados.

Los encargados de generar los reportes deben de contar con la experiencia necesaria para evitar errores y falta de información, obteniendo los reportes cada 5 minutos, se alcanzan los objetivos solicitados reduciendo el tiempo, costo y calidad del producto solicitado.

El sistema el cual nos sirve de herramienta para la generación de reportes ya no es lento, no hay falta de información ingresada en la base de datos para cumplir con el objetivo del producto, los recursos son adecuados para correr la aplicación.

Se cuenta con la suficiente memoria para almacenar datos y consultarla en cualquier momento.

P.A. 4.1. Atributo medición del proceso

Los resultados obtenidos son medidos para asegurar que la realización del proceso alcanza los objetivos relevantes de realización del mismo, en soporte a los objetivos de negocios definidos.

Como resultados de este atributo:

- ❖ Se establecen necesidades de información del proceso en soporte a los objetivos de la organización.
- ❖ Se establecen objetivos cuantitativos para la realización de los procesos en soporte a los objetivos del negocio relevantes.

- ❖ Se identifican y definen las medidas y frecuencias de medidas con los objetivos de medida de procesos y los objetivos cuantitativos de realización de los procesos.
- ❖ Se recolectan, analizan y se informa para conocer el grado en el que se cumplen los objetivos cuantitativos de realización de los procesos.

P.A. 4.2. Atributo control del proceso

Este atributo es una medida de cuánto se gestiona cuantitativamente el proceso para producir un proceso estable, capaz y predecible en los límites definidos para él.

Como resultado:

- ❖ Se determinan técnicas de análisis y de control.
- ❖ Se establecen límites de control para la realización normal de los procesos.
- ❖ Se analizan los datos medidos.
- ❖ Se toman acciones correctoras para tratar las causas de variación especiales.

Nivel 5 Proceso optimizado

El proceso predecible se mejora continuamente.

Existe una mejora continua en el proceso para lograr las metas del negocio actuales y futuras.

En cuanto a la generación de reportes ya está establecido el proceso, ya se puede pensar en otro tipo de reportes para poder documentar las visitas o para llevar al control de algún equipo que requiera de piezas para su reparación, etc.

El sistema no presenta fallas, es eficiente y rápido, los recursos tienen un buen funcionamiento, ya que son los adecuados para correr la aplicación, el tiempo estimado en generar el reporte es de 3 a 5 minutos. No se tiene falla alguna.

Cuando se tienen las calificaciones para cada atributo para un proceso en específico, ya se tiene el perfil del proceso, el cual define el nivel de capacidad de éste.

P.A. 5.1. Atributo innovación del proceso

Se refiere a un enfoque proactivo en cuanto a la mejora continua para cumplir los objetivos de las organizaciones y proyectos.

El haber definidos los objetivos de mejora proporciona una base para el nivel 5 de capacidad.

Al alcanzar este atributo:

- ❖ Se definen objetivos de mejora de procesos.
- ❖ Se analizan los datos y se identifican cuáles son las causas en la variación de la realización de los procesos.
- ❖ Se identifican oportunidades de mejora que se derivan de nuevas tecnologías y nuevos conceptos de procesos.
- ❖ Se establece una estrategia para alcanzar los objetivos de mejora de los procesos.

P.A. 5.2. Atributo de optimización del proceso

Se refiere a la identificación de cambios al proceso que son introducidos para minimizar la no deseada interrupción de la operación del proceso.

Como resultado de este atributo:

- ❖ Se evalúa el impacto de los cambios propuestos frente a objetivos de los procesos identificados y procesos estándar.
- ❖ Se gestiona la implementación de todos los cambios para evitar cualquier interrupción.

- ❖ Se evalúa la efectividad del cambio del proceso con base en la relación actual frente a los requisitos definidos para los procesos y los objetivos de los procesos y así determinar a qué se deben los resultados.

La evaluación final engloba un conjunto de perfiles de capacidad de los 9 procesos que corresponden a cada proceso evaluado.

Calificación de los procesos

La combinación de las calificaciones de los atributos, determina la capacidad de cada proceso para generar los productos y en conjunto determinan la madurez de la organización al ser evaluada.

La evaluación se realiza por cada uno de los nueve procesos. A nivel organizacional el nivel de madurez se define como el máximo nivel de capacidad alcanzado por todos los procesos.

Así mismo se apoyan de plantillas para calificar cada proceso, en las cuales se califican cada uno de los atributos de ese proceso en específico.

Las calificaciones de cada proceso se determinan de acuerdo a los siguientes cuatro lineamientos.

- N – No alcanzado. Va del 0% AL 15%. Hay poca documentación, no hay o hay muy poca evidencia del alcance en el atributo definido del proceso evaluado.
- ❖ P – Parcialmente alcanzado. Del 16% a un 50% de alcance. Se dice que si hay una evidencia y un alcance del atributo definido.
- ❖ L – Ampliamente alcanzado. Del 51% al 85% de alcance. Existe un enfoque sistemático y un alcance significativo del atributo definido.
- ❖ F – Totalmente alcanzado. Desde un 86% al 100% ya se tiene una evidencia de un enfoque completo y sistemático, y ya se alcanza por completo el atributo definido, no existen debilidades significativas en la realización del proceso.

Las calificaciones se registran en cualquier formato. Siempre y cuando se muestre la calificación de cada atributo calificado. Ver tabla J.

Se obtienen calificaciones para cada proceso de acuerdo al cumplimiento de sus atributos.

Si:

N = 0

P = 1

L = 2

F = 3

Tabla J. Calificaciones de atributos.

Atributo	1.1	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1
Calificación	F	L	F	L	L	F	P	P

De acuerdo a la escala, la calificación para el nivel del ejemplo de la tabla anterior nos da como resultado:

El proceso es: Ampliamente alcanzado, esto se obtuvo aplicando una regla de tres tomando que 27 en el total de F que es el máximo para cada proceso tendremos así un 74%.

Atributo	1.1	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2
Calificación	F	L	F	L	L	F	P	P	F
Máximo 27	3	2	3	2	2	3	1	1	3
Total 20	74 %	Ampliamente alcanzado							

No podemos avanzar a un nivel 1 si aún no tenemos el 100% de los productos cumplidos por cada proceso, hasta que cada proceso tenga el valor de 3.

En otro ejemplo se muestran las calificaciones de los nueve procesos donde la organización ya se cumplió con un nivel 1 al ver que cada proceso tiene la máxima calificación obtenida F y también abarca en su totalidad el nivel administrado, excepto por dos procesos los cuales no se han cubierto del todo, por tanto no se puede contar con un nivel 2 administrado hasta que se cumplan al 100 %.

Se debe poner mayor atención en los procesos correspondientes a la Gestión de procesos y administración de proyectos específicos. Ver figura 15.

Nivel Atributos Proceso	Realizado	Administrado		Definido		Predecible		Optimizando	
	PA 1.1	PA 2.1	PA 2.2	PA 3.1	PA 3.2	PA 4.1	PA 4.2	PA 5.1	PA 5.2
Gestión de Negocio	F	F	F						
Gestión de Procesos	F								
Gestión de Proyectos	F	F	F						
Gestión de Recursos	F	F	F						
Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo	F	F	F						
Bienes, Servicios e Infraestructura	F	F	F						
Conocimiento de la Organización	F	F	F						
Administración de Proyectos Específicos	F								
Desarrollo y Mantenimiento de Software	F	F	L						

Figura 15. Calificación por proceso.

A continuación se describe el proceso llevado a cabo en la evaluación por EVALPROSOFT, para determinar el nivel de la organización al evaluar sus procesos y determinar su capacidad para generar el producto de software.

Proceso de evaluación

Consta de 5 etapas, las cuales se detallan a continuación en la figura 16.

La evaluación debe de contar con los procesos documentados, para cubrir los objetivos de ésta.



Figura 16. Proceso de evaluación.

Etapa 1. Planificación

Verificar entradas y salidas, calendarios registros de responsabilidades.

En esta etapa se definen las actividades que se llevaran a cabo para la evaluación, se hace una selección para definir las actividades de los participantes en la evaluación, así como también los criterios para verificar que se han cumplido los requisitos. Ver figura 17.



Figura 17. Etapa de planificación.

Etapa 2. Recolección de datos

Se obtendrán los datos registrados para verificar resultados.

Se hace una recolección de los datos que se requieren para la evaluación de cada proceso de una manera sistemática.

Se establece una estrategia y técnica para la selección, recolección, análisis de datos y justificación de las calificaciones. Con esto se obtiene una evidencia objetiva para cada proceso evaluado. Ver figura 18.

La mayoría de los métodos aplicados incluyen:

- ❖ Establecimiento del contexto de la organización.
- ❖ Se realiza un estudio inicial de la organización.
- ❖ Realización de entrevistas iniciales.
- ❖ Entrevistas de refuerzo.
- ❖ Estudio de la documentación del refuerzo.



Figura 18. Etapa de recolección de datos.

Etapa 3. Validación de datos

Como su nombre lo dice, se debe validar toda la información recabada, revisar que los datos sean consistentes y representativos.

Se juntan todos los datos obtenidos para consolidarlos y hacer su respectiva validación de los mismos. Ver figura 19.



Figura 19. Etapa de validación de datos.

Etapa 4. Calificación de los atributos de los procesos

Se le asigna una calificación para cada atributo de los procesos analizados, basándose en los datos ya validados, donde cada calificación se expresa de acuerdo a N, P, A, o C. Ver figura 20.

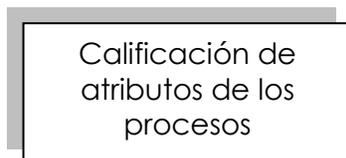


Figura 20. Calificación de atributos de los procesos.

Etapa 5. Informe

Se generan reportes, los cuales se proporcionan al promotor de la evaluación. Ver figura 21.

Se realiza un informe de evaluación de la situación actual de la organización, preparada por el evaluador, el cual tiene la obligación de presentarlo ante los participantes y al área directiva de la organización.



Figura 21. Calificación de atributos de los procesos.

Después de evaluar la organización, se entregan los siguientes documentos contenidos en la tabla K.

Tabla K. Etapas del proceso de evaluación.

Etapa	Nombre del documento	Contenido
1	Propósito de auditoría	Qué persigue y qué debe calificarse para el proceso
1	Alcance de auditoría	Identificar la profundidad de la revisión
1	Programa de auditoría	<p>Actividades específicas que se revisarán</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Documentos Aplicables. Documentos de la organización se anticipa que contengan la información a revisar ✓ Equipo auditor. Nombres y firmas de los responsables de la ejecución de la auditoría ✓ Participantes. Grupo de la organización responsables de actividades a realizar ✓ Firma autorizada de aprobación ✓ Lista de verificación del auditor ✓ Calendario detallado de las actividades
2	Métodos de recolección de datos	<p>Cuestionarios Plantillas de entrevistas Especificación de la revisión documental Definición de encuestas Técnicas de muestreo Matriz de doble entrada, requisitos y evidencias</p>
3	Informe de auditoría	<p>Narrativa detallada de hallazgos y ubicación del hallazgo Buenas práctica</p>
4	Resumen general de auditoría	Narrativa resumida de hallazgos y logros significativos y métodos utilizados
5	Cierre de auditorías	<p>Dictamen formal de auditoría Como anexos: plan de auditoría, listas de verificación llenas, informe de auditoría y plan de acciones correctivas</p>

Resultados de la evaluación

El reporte final de la evaluación, se entrega a la organización y contiene la siguiente información:

- *Nombre de la organización evaluada.*
- *Nombre del promotor y su rol dentro de la organización.*
- *Nombre del evaluador certificado, equipo de evaluación y sus roles dentro de la evaluación.*
- *Versión del método de evaluación.*
- *Procesos evaluados.*
- *Fechas de la evaluación.*
- *Tabla de perfiles de calificaciones de atributos de cada proceso evaluado.*
- *Perfil del nivel de capacidad de los procesos implantados y un nivel de madurez de capacidades. Resumen de hallazgos detectados para cada proceso.*
- *Resumen de hallazgos que aplican a varios procesos.*
- *Hallazgos que no están directamente relacionadas con la parte 01: Requisitos de procesos, pero que afectan a la implantación.*

Adicionalmente, el evaluador certificado elabora y entrega al organismo rector el reporte estadístico de la evaluación que contiene la siguiente información:

- *Tipo de evaluación.*
- *Versión del método de evaluación.*
- *Fechas de la evaluación.*
- *Datos de la organización evaluada.*

- *Unidades administrativas de la organización evaluadas.*
- *Datos del promotor.*
- *Datos del evaluador certificado.*
- *Datos del representante de la organización.*
- *Datos del facilitador.*
- *Equipo de evaluación.*
- *Participantes entrevistados.*
- *Resumen de resultados de la evaluación.*
- *Grado de apego al proceso de evaluación.*
- *Lecciones aprendidas sobre el método de evaluación y la parte 01: Requisitos de procesos.*
- *Documentos a ser enviados al organismo rector.*

Ya se describió el proceso llevado a cabo para determinar el nivel de cada organización, el cual es importante ya que nos mostrará la madurez de los procesos y el estado o avance de una organización para ayudar a mejorar el producto en cuestión, así como también a controlarlo y pensar en innovaciones y mejora continua.

“La relación entre el proceso de software y los métodos aplicados para la evaluación y el mejoramiento se muestra en la figura 22.”²¹

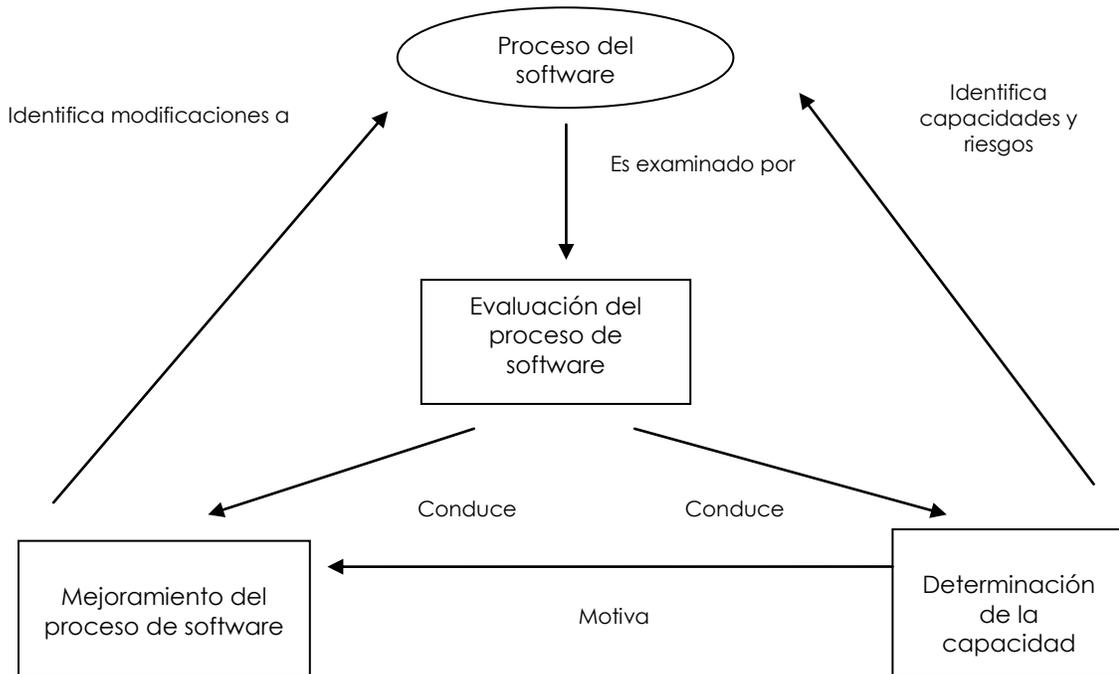


Figura 22. Evaluación de procesos.

Cuando se obtiene una certificación bajo la norma, se demuestra que una empresa ya es capaz de optimizar sus procesos, buscar una mejora continua, destacar sobre sus competidores y proporcionar para los clientes productos de software de calidad.

Sabemos ahora que cuando una empresa tiene una capacidad de nivel 1 indica que tiene un orden y una disciplina para llevar a cabo los procesos y obtiene lo que se compromete, las actividades de las empresas ya se documentan con esta fortaleza se puede competir y con empresas que no llevan un buen control.

²¹ Pressman S. Roger; *Ingeniería de Software*; McGraw-Hill, 6ta. edición. México, 2005, pág. 37.

Una empresa de nivel 2, además de cumplir totalmente con el nivel 1 ya es capaz de cumplir con el tiempo y costo planeados, ya existe una planificación se supervisa y corrigen errores encontrados.

Se tiene una base de conocimiento con información valiosa que permite tener oportunidades de mejora, con todo esto se o puede cumplir con empresas de nivel 1 o nivel 0.

La capacidad 3 de una empresa en este nivel tiene una manera uniforme de trabajo al seguir un estándar, ya que todo está documentado para seguir la línea y obtener un producto uniforme, consistente y confiable a lo largo de sus procesos.

En un nivel 4 la empresa cumple con sus proyectos apoyados en procesos estandarizados, permitiendo predecir las causas que originan problemas en manera masiva, se puede vencer a las empresas con nivel 1, nivel 2 y nivel 3.

Alcanzar el nivel 5 nos indica que hay un proceso de mejora implantado en sus procesos y proyectos, se pueden buscar innovaciones para competir con una mejor estrategia.

El esfuerzo en grupo de cada participante logra la obtención de un nivel al cumplir con las documentaciones de todos los productos y actividades, las cuales son importantes para saber la causa del error agrupándola en una base.

La base de conocimiento puede ser consultada las veces que se requieran para dar respuestas oportunas a algún problema, de aquí la importancia para documentar según el patrón propuesto por MOPROSOFT, aunque cada empresa puede usar sus plantillas siempre y cuando contengan los puntos importantes de cada proceso.

Todo proyecto para ser exitoso debe estar organizado, y en el caso de no aplicar metodologías para organizar los procesos, y llevar una perfecta documentación del proyecto que se está ejecutando podría caer en el caos y también fracasar, por eso es de gran importancia la aplicación de normas. Es muy importante que si se está recién comenzando y no se tiene mucho personal y es una empresa muy pequeña, pudiera empezar por analizar cómo está llevando sus procesos, cómo está organizada, para luego, cuando siga creciendo, aplicar estas metodologías.

Capítulo 4

Certificaciones

4.1 Niveles alcanzados en empresas

Este capítulo nos muestra el éxito del modelo por año, con cobertura en algunos estados de la República Mexicana, los cuales cuentan con números significantes de certificaciones cada año, así como el nivel alcanzado por cada empresa evaluada.

La información plasmada en este trabajo de tesis es confidencial, por tal motivo no se mencionan los nombres de las organizaciones certificadas con MOPROSOFT.

En el 2006

En el clúster más grande en Latinoamérica compuesto por más de 30 empresas desarrolladoras de software del estado de Jalisco, donde destacan el desarrollo de software embebido, multimedia, tecnología administrativa y de punto de venta, encontramos cinco estados de la República Mexicana: Jalisco, Coahuila, Nuevo León, Sinaloa y el Distrito Federal con empresas certificadas. Ver figura 23.



Figura 23. Estados de la República Mexicana con empresas certificadas.

El número de empresas evaluadas en el 2006 fue de seis empresas, donde sólo una empresa alcanzó un nivel de 0, dos empresas se colocaron en un nivel 1 y dos en un nivel 2.

Para el 2007

Para este año se suman siete empresas, de igual manera con un nivel 1 realizado y una con un nivel 2 Administrado.

Seis organizaciones se encuentran certificadas en un nivel 1 y una con un nivel 2.

4.2 Certificaciones con MOPROSOFT

Para el 2008

Las organizaciones deben luchar por alcanzar un nivel de calidad que les permita ser competitivas en el mercado global. El punto de inicio es definir la meta, entendiendo la situación actual y las diferentes opciones, para poder así emprender el viaje por el camino correcto.

Hasta el momento, más organizaciones están adoptando el modelo y la importancia es que se ha tenido un gran avance en comparación con años anteriores, pues ahora ya se tienen un total de 47 empresas certificadas con un nivel 1 Realizado, si bien no es un nivel alto, poco a poco la organización con el apoyo del personal asignado para cada proceso, se va esforzando para lograr controlar al 100 % sus procesos y buscar una certificación que le permita evaluar el producto de software solicitado de tal forma que se pueda competir con empresas dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software.

El número de las organizaciones reconocidas, el año de certificación, la norma que certifica y el nivel alcanzado por cada empresa.

Se han registrado 129 empresas evaluadas en algún proceso de calidad en 20 estados de la República Mexicana: Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

Sin embargo MOPROSOFT cuenta con el mayor número de certificaciones, 83 de las 129 se encuentran en un nivel 1 o un nivel 2.

CMM sólo certificó a 14 de ellas, las cuales se encuentran entre nivel 2 y 5.

Mientras que el modelo CMMI certifica a 34 de las 129 analizadas.

Cada modelo mencionado en capítulos anteriores determina el nivel de la organización evaluando criterios de suma importancia de cada proceso, sin embargo no existe un modelo tal que sea específico para determinar la calidad de un software como lo es MOPROSOFT, esta norma ha logrado tener un éxito en poco tiempo ayudando a mejorar los procesos involucrados en el desarrollo y mantenimiento de un producto de software, el cual se logra a corto plazo obteniendo así una certificación y mejora continua de dicho producto.

Para el 2009

Se tienen ya 63 empresas mexicanas dedicadas específicamente al desarrollo de software, 11 de las cuales son de Jalisco y se certificaron por lograr el nivel 1 o el nivel 2.

Las PyMEs de Jalisco siguen creciendo y preparándose, para ser más competitivas, tienen la opción de seguir MOPROSOFT como camino inicial hacia una certificación y mejoramiento de los productos generados por la organización.

El modelo está en vías de internacionalización volviéndose una norma internacional reconocida a nivel mundial de la cual se espera una definición a finales de éste año, el número de empresas va en aumento.

Cada año se presenta un incremento en las certificaciones con MOPROSOFT, lo cual es un indicativo que nos demuestra que es muy efectivo, eleva el nivel en un corto periodo, es fácil de adoptar ya que se ajusta a las necesidades de cada empresa logrando cumplir con las características deseadas que debe tener el producto terminado de software.

Para el 2010

Hasta el mes de mayo se suman 7 empresas más ya certificadas con el modelo, si bien son pocas para este año todas predominan en un nivel 1, lo cual quiere decir que las empresas alcanzan su propósito, una empresa con un nivel 2, ya cuenta con un nivel establecido y controlado, donde cada persona ya realiza sus actividades asignadas dependiendo el rol de cada involucrado siguiendo el estándar aprobados.

Capítulo 5

Caso práctico

5.1 Presentación

Ya hemos hablado en los primeros capítulos acerca de la importancia de implementar MOPROSOFT en una organización, se habló de su estructura, sus principales características y beneficios al ser una norma totalmente mexicana, etc.

Ahora analizaremos si el modelo de procesos propuesto para la industria del software, el cual fomenta la estandarización de su operación a través de la incorporación de las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software, ha dado buenos resultados al aplicarse en organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento del software de aplicación que lleva a cabo múltiples tareas.

Se evaluarán dos empresas dedicadas al desarrollo de un software, en las cuales se probará que MOPROSOFT eleva la capacidad de los procesos, y se obtendrá información general sobre un nivel de capacidad específico, desde una primera evaluación hasta la segunda, demostrando que en corto tiempo los procesos se pueden controlar de tal manera que éstos cumplan ya con las expectativas para avanzar al siguiente nivel.

Con nuestra investigación pretendemos realizar un análisis comparativo de MOPROSOFT con otros modelos como ISO 9001:2000, SW-CMM, ISO/ IEC TR 15504 y las ventajas de la implementación de este modelo al aplicarlo dentro de las organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software, realizando pruebas necesarias en la organización elegida y comprobar así la eficiencia al adoptar este modelo ayudando a tener una alta competitividad dentro del mercado.

Lo que aportamos con este trabajo de tesis es comprobar que efectivamente cumple con sus objetivos por el momento, si como tal ayuda a subir su nivel de madurez en un corto tiempo y aumentar así la calidad en sus productos de software.

Podemos observar que muchas empresas a nivel nacional e internacional están adoptando este modelo por las ventajas que ofrece.

La mayoría de las PyMEs buscan ser reconocidos como una empresa competitiva y contar con expertos altamente capacitados en el manejo de los métodos y procesos para buscar una certificación y brindar a los clientes calidad en los productos y servicios.

Basándonos en datos reales y haciendo un análisis a fondo, se determinará que es muy efectivo y presenta ventajas muy favorables para controlar los procesos de un producto creado por una empresa en comparación con otros modelos.

5.2 Resultados

A continuación mostramos un análisis basado en resultados obtenidos de dos empresas, las cuales nos proporcionan datos significativos desde una primera y segunda evaluación.

Ambas empresas se dedican al desarrollo y mantenimiento de software.

Empresa 1

Primera evaluación

En este primer estudio sólo se enlistan algunos productos de cada proceso, como bien sabemos cada atributo tiene un valor perteneciente a un nivel, para su estudio se clasificó según la nomenclatura propuesta por MOPROSOFT, de acuerdo a la categoría, actividad y producto de trabajo éste a su vez, debe cumplir con el puntaje determinado por la norma.

Para el análisis se enlistaron algunos productos de trabajo de mayor importancia solicitados por la norma de cada proceso.

En la tabla L se muestra el valor obtenido en la primera evaluación y el porcentaje obtenido por cada producto de trabajo.

Tabla L. Primera evaluación.

Proceso	Productos	Abreviatura	Deseado	Obtenido	Porcentaje
1	Plan estratégico	GNA1PT1	12	3	25
1	Plan de adquisiciones y capacitación	GNA1PT2	4	3	75
2	Plan de proceso	GPRA1PT1	5	3	60
2	Documentación del proceso	GPRA2PT1	19	9	47
3	Plan de adquisiciones y capacitación	GPYA1PT1	8	6	75
3	Plan de gestión de proyectos	GPYA1PT2	2	1	50
3	Plan de concertación	GPYA1PT3	5	0	0
3	Plan de proyectos	GPYA1PT4	1	1	100
3	Alternativas de realización de proyectos internos	GPYA1PT5	2	0	0
3	Contrato	GPYA2PT1	1	1	100
3	Registro del proyecto	GPYA2PT2	4	3	75
3	Descripción del proyecto	GPYA2PT3	8	7	87.5
3	Responsable de administración del proyecto específico	GPYA2PT4	1	0	0
4	Plan operativo de RH y ambiente de trabajo	GRA1PT1	3	0	0
4	Plan de adquisiciones y capacitación	GRA1PT2	5	0	0
5	Plan de capacitación	RHATA1PT1	5	0	0
5	Registro de RH	RHATA2PT1	6	6	100
6	Plan de mantenimiento	BSIA1PT1	3	0	0
6	Solicitud de bienes y servicios	BSIA1PT2	5	5	100
6	Registro de bienes y servicios	BSIA2PT1	3	2	66.6
7	Plan de administración de la base del conocimiento	COA1PT1	6	0	0
7	Diseño de la base del conocimiento	COA2PT1	6	0	0
7	Base de conocimiento	COA2PT2	8	0	0
8	Plan de desarrollo	APEA1PT1	3	3	100
8	Plan de proyecto	APEA1PT2	8	5	62.5
8	Documentación de aceptación	APEA4PT1	1	0	0
9	Especificación de requisitos	DMSA2PT1	12	5	41.6
9	Análisis y diseño	DMSA3PT1	2	0	0
9	Componente	DMSA4PT1	1	0	0
9	Software	DMSA4PT1	1	1	100
9	Manual de usuario	DMSA5PT1	1	1	100
9	Manual de operaciones	DMSA5PT2	1	1	100

Los resultados obtenidos en la primera evaluación de la empresa 1 son presentados, de manera que se pueda observar el avance de cada proceso en el gráfico de la figura 24.

En términos generales, podemos decir que entre las principales debilidades de los procesos de la primera organización se encuentra en la documentación requerida, la cual resultó casi nula, lo que se refleja en la falta de la aplicación de una metodología, se observa también que 13 de 32 productos de trabajo tienen un valor de 0, lo que nos dice que hubo poca evidencia, tal que no se pudo dar una calificación debido a la falta del producto de trabajo y su documentación.

Entre los procesos que presentan valores de 0 en todos sus productos de trabajo, encontramos el proceso 4 y el proceso número 7 Gestión de recursos y Conocimiento de la Organización.

La norma determina que el nivel 0, esto quiere decir que los procesos están incompletos, aún no se tiene la capacidad de generar el producto de manera consistente. Hay procesos no alcanzados.

En esta primera etapa de evaluación, aún no cumplimos con todos los productos solicitados por la norma, hay poca documentación de éstos como las alternativas de realización de proyectos internos pertenecientes al proceso 3, así como el proceso 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Por otro lado, encontramos los productos de trabajo que superan el 60% tal como el proceso de Gestión de negocios y Gestión de proyectos.

Rebasando los 60 puntos encontramos los productos del proceso Gestión de proyectos. Ver figura 24 y figura 25.

Resultados primera evaluación

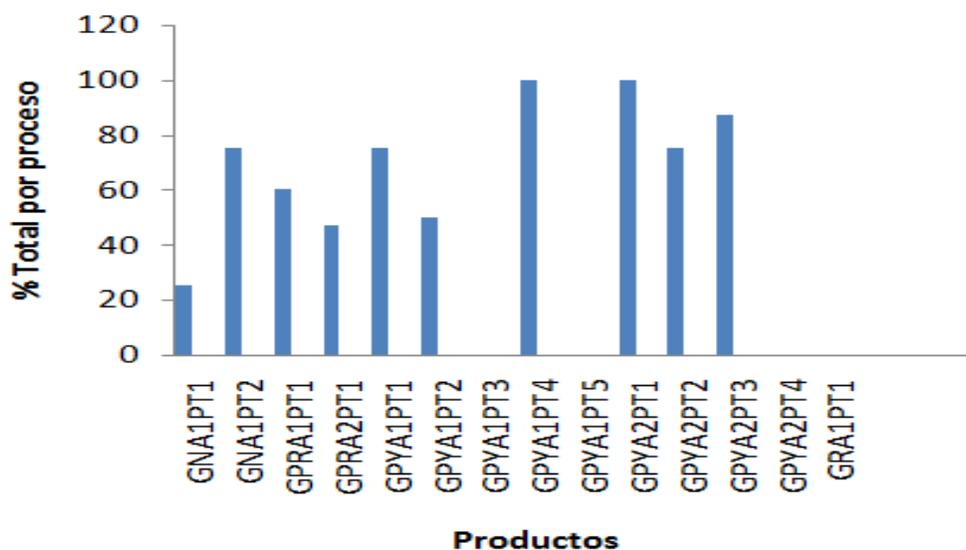


Figura 24. Resultados primera evaluación.

Resultados primera evaluación

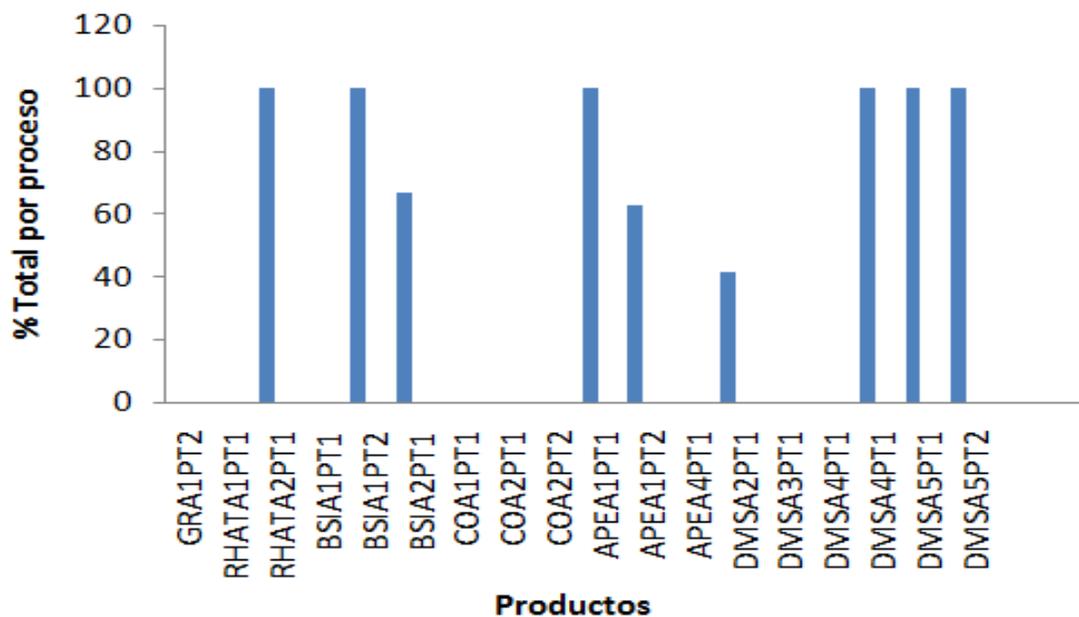


Figura 25. Resultados primera evaluación.

Después de 6 meses:

Segunda evaluación

Ahora se hace una segunda evaluación, la cual nos muestra un gran avance en el cumplimiento de los procesos.

Hay un gran avance en cuanto al cumplimiento de los productos. En la primera evaluación el proceso 3 no se cubría en su totalidad faltando la obtención de tres productos de trabajo, ahora ya se cumplen todos los productos, en esta etapa, ya se cubrieron todos los atributos y ya se ha alcanzado el atributo definido, y por tanto ya no hay debilidades en este proceso.

Para la segunda evaluación se encontró que algunos productos que tenían un valor de 0 en la primer evaluación ya tenían un cierto avance, lográndose en particular que la mayoría de los productos de los procesos llegaran al 100%. Ver figura 26 y figura 27.

Esta empresa alcanzó en seis meses un 59.2%, lo cual muestra que el proceso 4 y 7 aún no cumplen con el objetivo de la norma, por lo que podemos obtener un nivel 1, hasta que éstos sean del tipo Parcialmente alcanzado lo que quiere decir que falta poner mayor dedicación y esfuerzo para obtener un control en los 9 procesos. Consultar tabla M.

Encontramos procesos, los cuales ya están en un nivel Ampliamente alcanzados, como el proceso 2, 6, y 9 lo que quiere decir que ya se cuenta con un gran avance en el cumplimiento de los productos solicitados, pero no es suficiente hasta lograr por completo el atributo.

Tabla M. Segunda evaluación.

Proceso	Productos	Abreviatura	Deseado	Obtenido	Porcentaje
1	Plan estratégico	GNA1PT1	12	12	100
1	Plan de adquisiciones y capacitación	GNA1PT2	4	3	75
2	Plan de proceso	GPRA1PT1	5	5	100
2	Documentación del proceso	GPRA2PT1	19	12	63.15
3	Plan de adquisiciones y capacitación	GPYA1PT1	8	7	87.5
3	Plan de gestión de proyectos	GPYA1PT2	2	2	100
3	Plan de concertación	GPYA1PT3	5	5	100
3	Plan de proyectos	GPYA1PT4	1	1	100
3	Alternativas de realización de proyectos internos	GPYA1PT5	2	2	100
3	Contrato	GPYA2PT1	1	1	100
3	Registro del proyecto	GPYA2PT2	4	3	75
3	Descripción del proyecto	GPYA2PT3	8	7	87.5
3	Responsable de administración del proyecto específico	GPYA2PT4	1	1	100
4	Plan operativo de RH y ambiente de trabajo	GRA1PT1	3	0	0
4	Plan de adquisiciones y capacitación	GRA1PT2	5	2	40
5	Plan de capacitación	RHATA1PT1	5	0	0
5	Registro de RH	RHATA2PT1	6	6	100
6	Plan de mantenimiento	BSIA1PT1	3	1	33.33
6	Solicitud de bienes y servicios	BSIA1PT2	5	5	100
6	Registro de bienes y servicios	BSIA2PT1	3	2	66.66
7	Plan de administración de la base del conocimiento	COA1PT1	6	0	0
7	Diseño de la base del conocimiento	COA2PT1	6	0	0
7	Base de conocimiento	COA2PT2	8	0	0
8	Plan de desarrollo	APEA1PT1	3	3	100
8	Plan de proyecto	APEA1PT2	8	5	62.5
8	Documentación de aceptación	APEA4PT1	1	1	100
9	Especificación de requisitos	DMSA2PT1	12	8	66.66
9	Análisis y diseño	DMSA3PT1	2	0	0
9	Componente	DMSA4PT1	1	1	100
9	Software	DMSA4PT1	1	1	100
9	Manual de usuario	DMSA5PT1	1	1	100
9	Manual de operaciones	DMSA5PT2	1	1	100

Resultados segunda evaluación

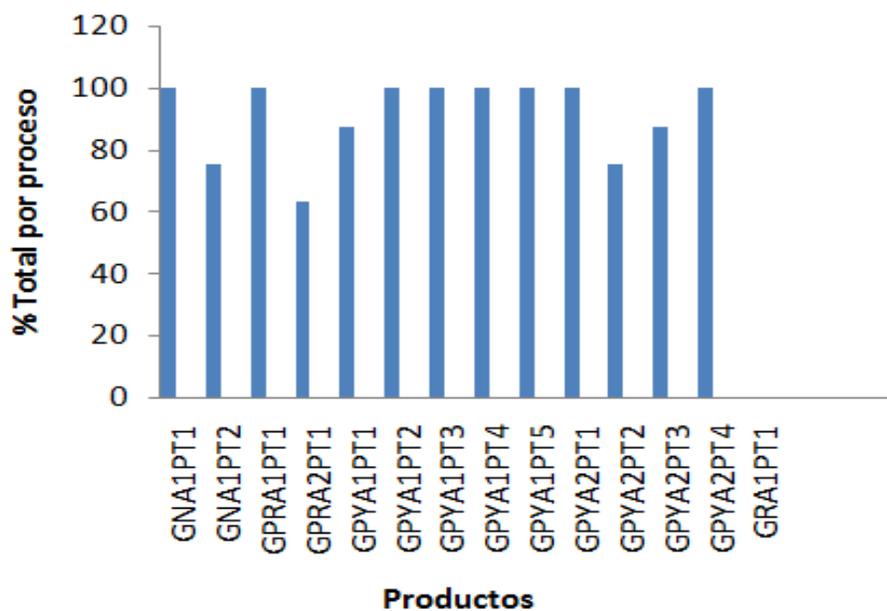


Figura 26. Resultados segunda evaluación.

Resultados segunda evaluación

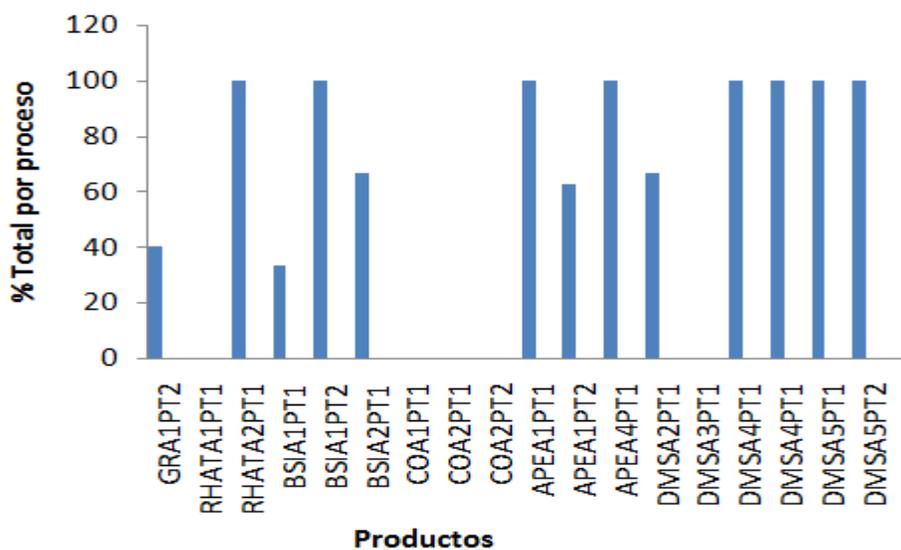


Figura 27. Resultados segunda evaluación.

En las siguientes gráficas, mostradas en las figuras 28 y figura 29, tenemos los resultados de los productos obtenidos en la primera y segunda evaluación, comparando y reflejando los valores por cada producto de trabajo de cada proceso.

En color azul se muestran los valores alcanzados por cada atributo en una primer evaluación, analizando y haciendo una comparación, por ejemplo del plan estratégico al inicio sólo obtuvo el valor de 3 puntos, mientras que en la segunda revisión del producto alcanzó el puntaje solicitado cumpliendo con 12 puntos y cubriendo el 100%.

Las barras en color rojo corresponden a los datos obtenidos en la segunda evaluación.

Se observa que la mayoría alcanzaron niveles de 100% de cumplimiento de atributos.

Notamos que si bien aún no cumplimos con todos los atributos de una primera evaluación mostrada en color azul, y haciendo una comparación con lo obtenido en una segunda evaluación, el avance en el cumplimiento de lo solicitado por la norma es significativo. Para el Plan estratégico desde primera instancia, cumplía sólo con tres de los doce puntos solicitados, lo cual en ésta etapa muestra el cumplimiento para obtener un nivel.

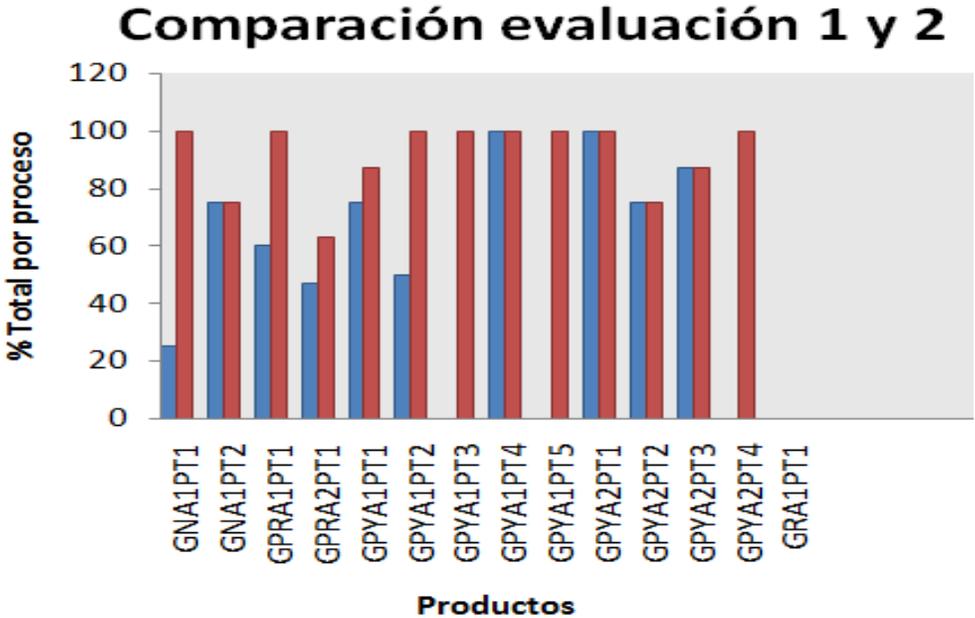


Figura 28. Comparación evaluación 1 y 2.

Comparación evaluación 1 y 2

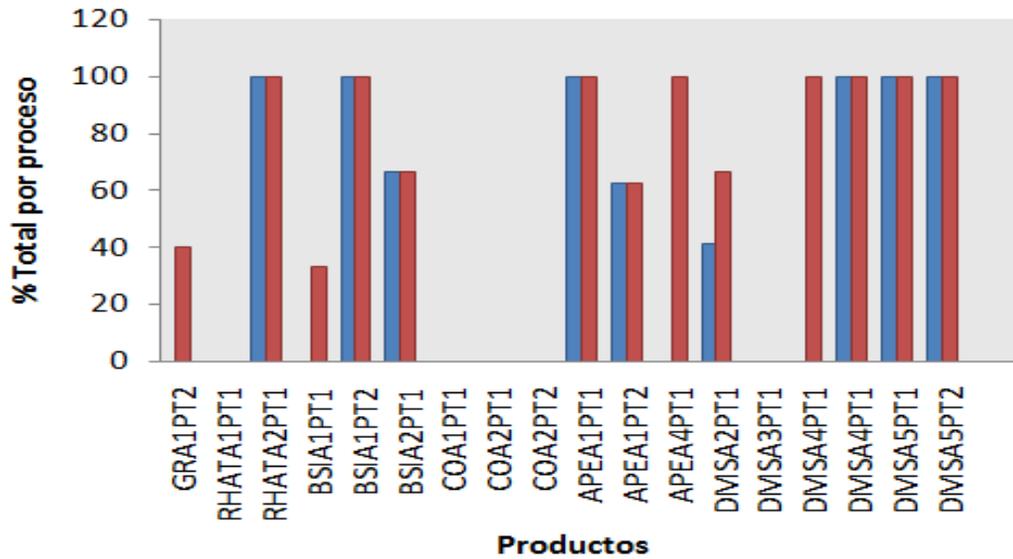


Figura 29. Comparación evaluación 1 y 2.

Hay que trabajar en los seis productos que aún no cumplen con el puntaje solicitado tales como GRA1PT1, del proceso 4, RHATA1PT1, del proceso 5, COA1PT1, COA2PT1, COA2PT2 del proceso 7 y DMSA3PT1 del proceso 9 con el cumplimiento de estos procesos, se puede obtener la certificación del nivel 1.

Se muestra el porcentaje de cada uno de los nueve procesos evaluados, para el proceso 1, 2, 3, y 6 se tiene un porcentaje alto colocándose en niveles más controlados, por otro lado un esfuerzo en el proceso 4 que cuenta con un porcentaje del 20% al poner la meta de alcanzar un 50%, y cumplir con los productos de trabajo del proceso 7, colocaría a la organización con procesos Parcialmente alcanzados. En negritas se marcan los procesos débiles. Ver tabla N.

Hay 4 procesos que van del 86% al 100%, es indispensable que el proceso 2, 6 y 9 cubran más productos para colocarse en la posición F y así sucesivamente.

Si bien el porcentaje total oscila entre el rango de 51% al 85% con un 59.2% Ampliamente alcanzado, la empresa no puede avanzar al nivel 1, hasta que se cumpla con el 100% de atributos del nivel anterior.

Tabla N. Resultados finales.

Total (%)	Proceso	Estatus del proceso	Nomenclatura	Valor
87.5	1	Totalmente alcanzado	F	3
81.6	2	Ampliamente alcanzado	L	2
94.4	3	Totalmente alcanzado	F	3
20	4	No alcanzado	N	0
50	5	Parcialmente alcanzado	P	1
66.7	6	Ampliamente alcanzado	L	2
0	7	No alcanzado	N	0
87.5	8	Totalmente alcanzado	F	3
77.8	9	Ampliamente alcanzado	L	2
59.2%	Ampliamente alcanzado			

La figura 30 muestra el porcentaje individual obtenido y alcanzado por cada uno de los nueve procesos.

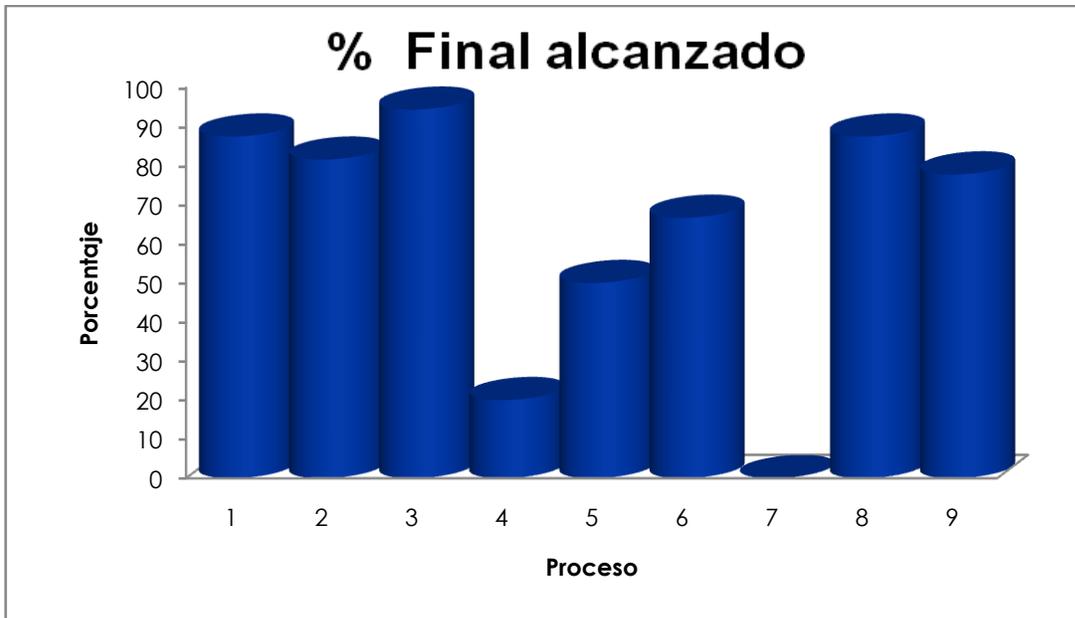


Figura 30. Porcentaje por proceso.

Empresa 2

Primera evaluación

En esta segunda empresa analizada se tienen valores más significativos, pues a diferencia de la primera empresa, se cumple con todos los productos en la primera evaluación, ninguno se encuentra con el valor de 0, No alcanzado, lo cual indica que todos los procesos están documentados, esto significa un gran avance para poder subir de nivel más rápidamente, debido a la cobertura de los atributos y productos de cada proceso evaluado, aunque se encontró poca evidencia del producto del proceso 1, 3 y 8 éstos rondan hasta los 10 puntos porcentuales. Ver tabla O.

Sobre el 60% encontramos 15 productos de trabajo destacando el proceso de desarrollo y mantenimiento de software con 4 de los 6 productos de trabajo en el 100% de valor porcentual.

Esto es la empresa se encuentra con procesos Parcialmente alcanzados, al no contar con ningún valor entre el 0% y el 15%.

Tabla O. Primera evaluación.

Proceso	Productos	Abreviatura	Deseado	Obtenido	Porcentaje
1	Plan estratégico	GNA1PT1	12	2	16.6
1	Plan de adquisiciones y capacitación	GNA1PT2	4	1	25
2	Plan de proceso	GPRA1PT1	5	3	60
2	Documentación del proceso	GPRA2PT1	19	10	52.6
3	Plan de adquisiciones y capacitación	GPYA1PT1	8	5	62.5
3	Plan de gestión de proyectos	GPYA1PT2	2	1	50
3	Plan de concertación	GPYA1PT3	5	1	20
3	Plan de proyectos	GPYA1PT4	1	1	100
3	Alternativas de realización de proyectos internos	GPYA1PT5	2	1	50
3	Contrato	GPYA2PT1	1	1	100
3	Registro del proyecto	GPYA2PT2	4	3	75
3	Descripción del proyecto	GPYA2PT3	8	5	62.5
3	Responsable de administración del proyecto específico	GPYA2PT4	1	1	100
4	Plan operativo de RH y ambiente de trabajo	GRA1PT1	3	2	66.6
4	Plan de adquisiciones y capacitación	GRA1PT2	5	2	40
5	Plan de capacitación	RHATA1PT1	5	4	80
5	Registro de RH	RHATA2PT1	6	3	50
6	Plan de mantenimiento	BSIA1PT1	3	1	33.3
6	Solicitud de bienes y servicios	BSIA1PT2	5	1	20
6	Registro de bienes y servicios	BSIA2PT1	3	1	33.3
7	Plan de administración de la base del conocimiento	COA1PT1	6	5	83.3
7	Diseño de la base del conocimiento	COA2PT1	6	3	50
7	Base de conocimiento	COA2PT2	8	3	37.5
8	Plan de desarrollo	APEA1PT1	3	1	33.3
8	Plan de proyecto	APEA1PT2	8	1	12.5
8	Documentación de aceptación	APEA4PT1	1	1	100
9	Especificación de requisitos	DMSA2PT1	12	4	33.3
9	Análisis y diseño	DMSA3PT1	2	1	50

Proceso	Productos	Abreviatura	Deseado	Obtenido	Porcentaje
9	Componente	DMSA4PT1	1	1	100
9	Software	DMSA4PT1	1	1	100
9	Manual de usuario	DMSA5PT1	1	1	100
9	Manual de operaciones	DMSA5PT2	1	1	100

Se observan a continuación los nombres de los productos calificados, su abreviatura según MOPROSOFT, referente a cada categoría, así como el valor deseado por la norma y el valor obtenido por la empresa evaluada, además del porcentaje obtenido.

Las figura 31 y la figura 32, nos dan una clara visión del puntaje obtenido 22 productos de trabajo se encuentran por arriba del 50% de un total de 32, la parte restante oscila entre los 12 y 33 puntos porcentuales.

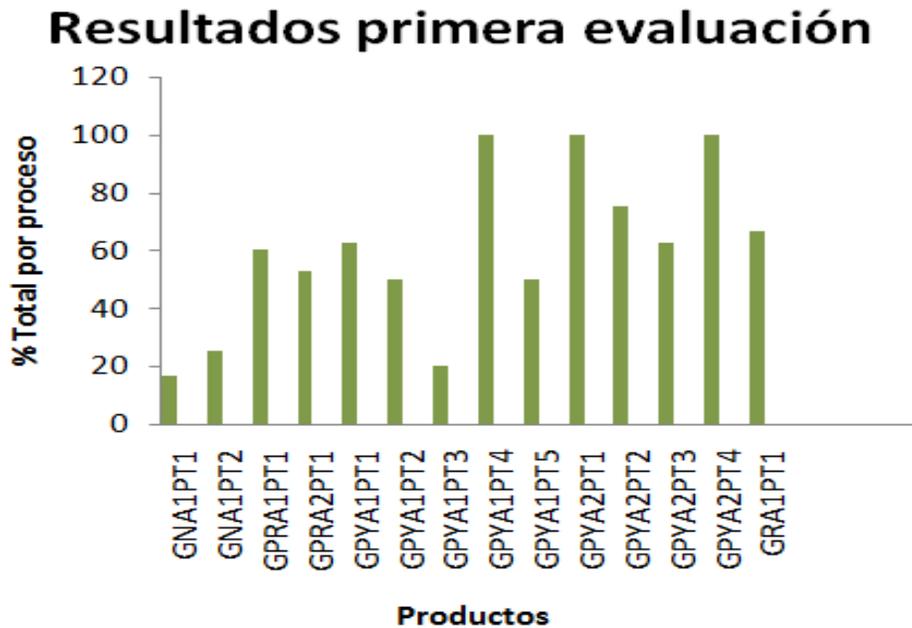


Figura 31. Resultados primera evaluación.

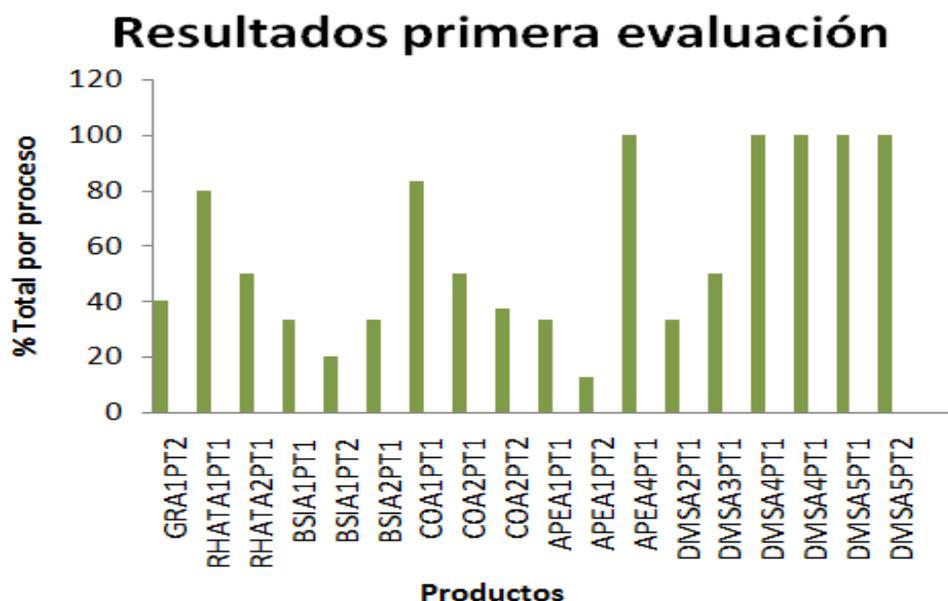


Figura 32. Resultados primera evaluación.

Segunda evaluación

Para una segunda evaluación se encontró un gran avance en cada uno de los 9 procesos, el porcentaje más bajo se encuentra en un 30%, además de procesos con un 80% o más del 90 porcentual hasta procesos con el 100% de atributos cumplidos indicando que el proceso es Parcialmente alcanzado. Ya existe una evidencia de los procesos para realizar el producto. Ver figura 33 y figura 34.

Al terminar la segunda evaluación, muchos de los procesos están bastante adelantados, pero ninguno está completo.

La mayoría de los procesos se localizan entre un 86% y 100%, Gestión de proyectos, Gestión de recursos, Gestión de recursos humanos y ambiente de trabajo, conocimiento de la organización, por lo que solo basta en poner mayor énfasis el proceso 1 que se encuentra con un avance del 50% el 6 y 8 con valores de 46.5% y 48.5%, para poder localizar a la empresa en un nivel 1 o un nivel 2, cumpliendo con todos los atributos.

Con 50% o menos encontramos un producto del proceso de Gestión de negocios y Gestión de proyectos Ver tabla P.

De los nueve procesos, tres cuentan con valores por debajo del 50%, urge mejorar los procesos Gestión de negocios, bienes servicios e infraestructura y la administración de proyectos específicos para alcanzar el objetivo de cumplir con los requerimientos del siguiente nivel.

El proceso de Gestión de negocios es encargado de administrar los recursos, proyectos y procesos necesarios para cumplir los objetivos de la empresa, para MOPROSOFT es fundamental ya que proporciona información valiosa sobre dónde encontrar información referente a un proyecto, formato o material, etc. Por eso resultaría importante concentrar esfuerzos para volver a poner en marcha dicho proceso en el menor tiempo posible, para cumplir con los puntos solicitados y llegar hasta el nivel 5.

Tabla P. Segunda evaluación.

Proceso	Productos	Abreviatura	Deseado	Obtenido	Porcentaje
1	Plan estratégico	GNA1PT1	12	3	25
1	Plan de adquisiciones y capacitación	GNA1PT2	4	1	75
2	Plan de proceso	GPRA1PT1	5	5	100
2	Documentación del proceso	GPRA2PT1	19	18	94.7
3	Plan de adquisiciones y capacitación	GPYA1PT1	8	7	87.5
3	Plan de gestión de proyectos	GPYA1PT2	2	2	100
3	Plan de concertación	GPYA1PT3	5	5	100
3	Plan de proyectos	GPYA1PT4	1	1	100
3	Alternativas de realización de proyectos internos	GPYA1PT5	2	1	50
3	Contrato	GPYA2PT1	1	1	100
3	Registro del proyecto	GPYA2PT2	4	2	50
3	Descripción del proyecto	GPYA2PT3	8	7	87.5
3	Responsable de administración del proyecto específico	GPYA2PT4	1	1	100
4	Plan operativo de RH y ambiente de trabajo	GRA1PT1	3	3	100
4	Plan de adquisiciones y capacitación	GRA1PT2	5	4	80
5	Plan de capacitación	RHATA1PT1	5	5	100
5	Registro de RH	RHATA2PT1	6	6	100
6	Plan de mantenimiento	BSIA1PT1	3	1	33.3
6	Solicitud de bienes y servicios	BSIA1PT2	5	2	40

Proceso	Productos	Abreviatura	Deseado	Obtenido	Porcentaje
6	Registro de bienes y servicios	BSIA2PT1	3	2	66.6
7	Plan de administración de la base del conocimiento	COA1PT1	6	6	100
7	Diseño de la base del conocimiento	COA2PT1	6	5	83.3
7	Base de conocimiento	COA2PT2	8	6	75
8	Plan de desarrollo	APEA1PT1	3	1	33.3
8	Plan de proyecto	APEA1PT2	8	1	12.5
8	Documentación de aceptación	APEA4PT1	1	1	100
9	Especificación de requisitos	DMSA2PT1	12	6	50
9	Análisis y diseño	DMSA3PT1	2	1	100
9	Componente	DMSA4PT1	1	1	100
9	Software	DMSA4PT1	1	1	100
9	Manual de usuario	DMSA5PT1	1	1	100
9	Manual de operaciones	DMSA5PT2	1	1	100



Figura 33. Resultados segunda evaluación.

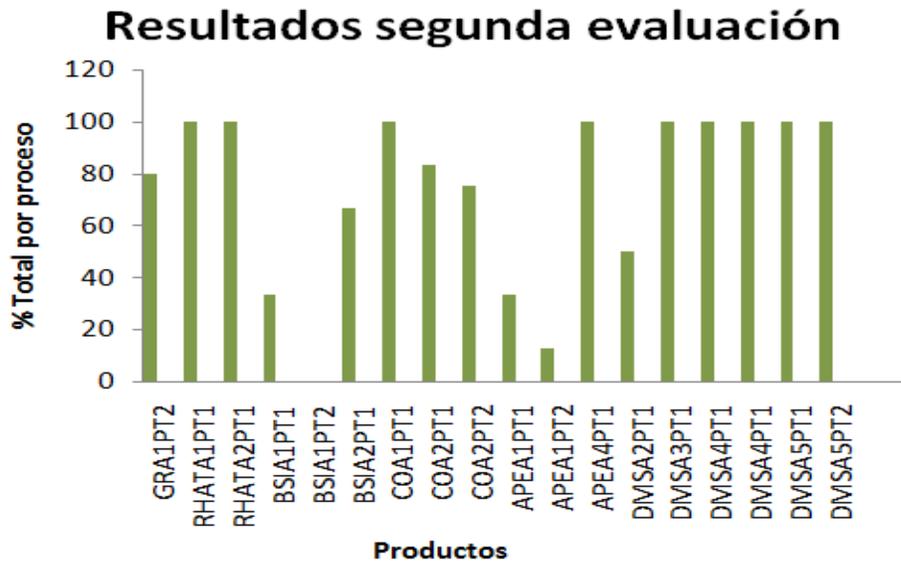


Figura 34. Resultados segunda evaluación.

A continuación, tenemos la figura 35 y la figura 36, donde se muestra el avance y cumplimiento de los productos en cada evaluación de los nueve procesos, haciendo una comparación en lo obtenido en la primera y segunda evaluación.

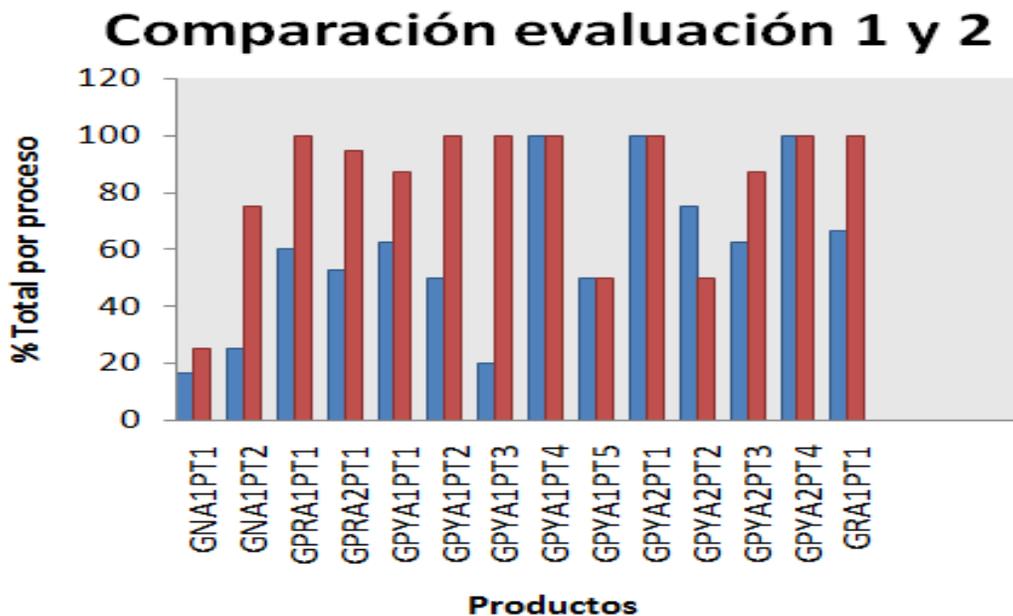


Figura 35. Comparación evaluación 1 y 2.

El color azul muestra los valores alcanzados en la primera evaluación, con color rojo vemos los alcances de cada proceso, este valor es significativo para los productos de los procesos 2, 3, 5 y 9.

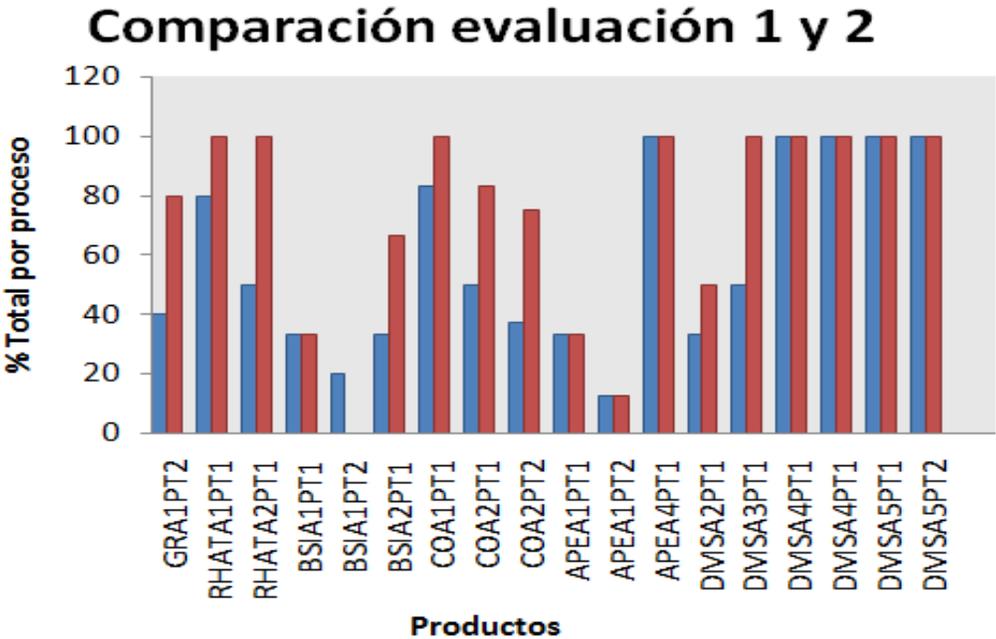


Figura 36. Comparación evaluación 1 y 2.

A continuación se presentan los resultados finales, en la última evaluación de la segunda revisión, el proceso más débil tiene un 50% posicionándolo en un nivel con poca evidencia y alcance de sus atributos, seguido del proceso 6 y 8 los cuales están en un rango Parcialmente alcanzado, si estos 3 procesos avanzan a la siguiente categoría del 51 al 85% y de ahí al 86% lograrán que la empresa logre un nivel 1 Realizado, y así hasta avanzar a los siguientes niveles y demostrando que sus procesos están definidos y no son débiles. Ver tabla Q.

Resultados Finales:

Tabla Q. Resultados finales

Total (%)	Proceso	Estatus	Nomenclatura	Valor
50	1	Parcialmente alcanzado	P	1
97.3	2	Totalmente alcanzado	F	3
86.1	3	Totalmente alcanzado	F	3
90	4	Totalmente alcanzado	F	3
100	5	Totalmente alcanzado	F	3
46.5	6	Parcialmente alcanzado	P	1
86.1	7	Totalmente alcanzado	F	3
48.5	8	Parcialmente alcanzado	P	1
91.6	9	Totalmente alcanzado	F	3
78 %	Ampliamente alcanzado			

La empresa puede obtener un nivel 2 en un corto tiempo, pero no podemos avanzar al siguiente nivel hasta que todos los procesos se encuentren totalmente alcanzados, pues se deben de corregir algunas debilidades del proceso 1, 6 y 8, los cuales indican que no están bien definidos. En negritas se marcan los procesos débiles.

En la figura 37, se muestran los valores obtenidos en porcentajes de cada proceso analizado.



Figura 37. Porcentaje por proceso.

Capítulo 6

Resultados,
impacto y
conclusiones

Tomando como casos de estudio la aplicación de este modelo en dos organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software y analizando los resultados obtenidos de las evaluaciones, se observó la evolución de algunos procesos sugeridos por MOPROSOFT, en sus diferentes categorías como son: Alta dirección, Gerencia y Operación, se determinó el nivel de capacidad de los procesos de ambas empresas evaluadas, demostrando las ventajas del modelo.

Con el objeto de analizar la evolución de los procesos planteados por el modelo en cuestión, se planificó hacer dos evaluaciones en organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software, donde se pueda constatar el estado inicial de la empresa y una evaluación intermedia en un lapso de seis meses y comprobar así el estado final de cada producto citado en la tabla de resultados obtenidos, para poder determinar la capacidad de los procesos implantados en la organización, en cuanto a la generación del proyecto requerido y un perfil del nivel de capacidad de los procesos a través del método de evaluación EVALPROSOFT.

Dado este estudio, se ha concluido que la primera organización evaluada tiene un claro estado de inmadurez al obtener un nivel 0. El desafío está en asumir con seriedad el problema y realizar el mejoramiento de los procesos teniendo un respaldo para identificar las fallas en cada proceso y buscar la mejora en los procesos, al cabo de seis meses las empresas elevaron su nivel.

Empresa 1

En la primera evaluación la organización aún no cumple con todos los productos solicitados por la norma, hay poca documentación de éstos, como las alternativas de realización de proyectos internos pertenecientes al proceso 3, así como el proceso 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Después de un lapso de seis meses en la segunda evaluación, la organización alcanzó el nivel 1 obteniendo así un 59.2%, lo cual significa que los procesos 4 y 7 aún no cumplen con el objetivo de la norma, por lo que podemos avanzar al siguiente nivel hasta que éstos sean del mismo tipo, lo que cual quiere decir que ya hay un control en los 9 procesos.

Los resultados de la evaluación final son presentados, de manera resumida, en la figura 38.

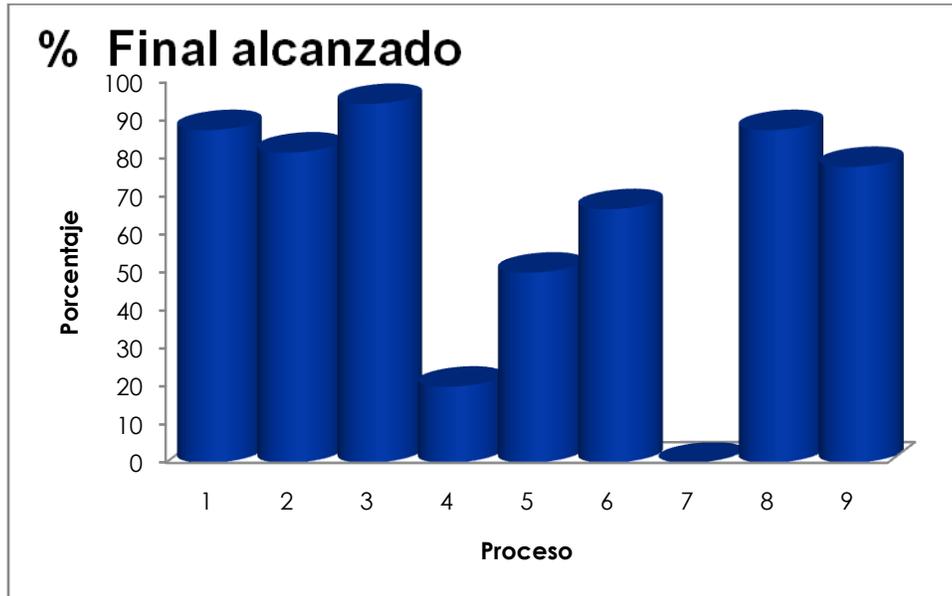


Figura 38. Porcentaje final por proceso.

Empresa 2

Desde la primera instancia, la organización cumple con todos los productos en la primera evaluación, ninguno se encuentra en el nivel 0, No alcanzado, lo que indica que todos los procesos están documentados a diferencia de la primera empresa. Ver figura 39.

En una segunda evaluación, se encontró un gran avance en cada uno de los 9 procesos, el más bajo porcentaje se encuentra en un 30%, Parcialmente alcanzado, lo cual quiere decir que ya existe evidencia de los procesos para realizar el producto.

La mayoría de los procesos se localizan con un nivel entre un 86% y 100% de cumplimiento, por lo que sólo basta en poner mayor énfasis el proceso 1 que se encuentra con un avance del 50%, el 6 y 8 con valores de 46.5% y 48.5%, para poder localizar a la empresa en un nivel 3 cumpliendo con todos los atributos para obtener la certificación.

Se puede decir que la falta de documentación es una principal falla en el cumplimiento del proceso.

La figura 39 muestra los resultados obtenidos en la evaluación final.

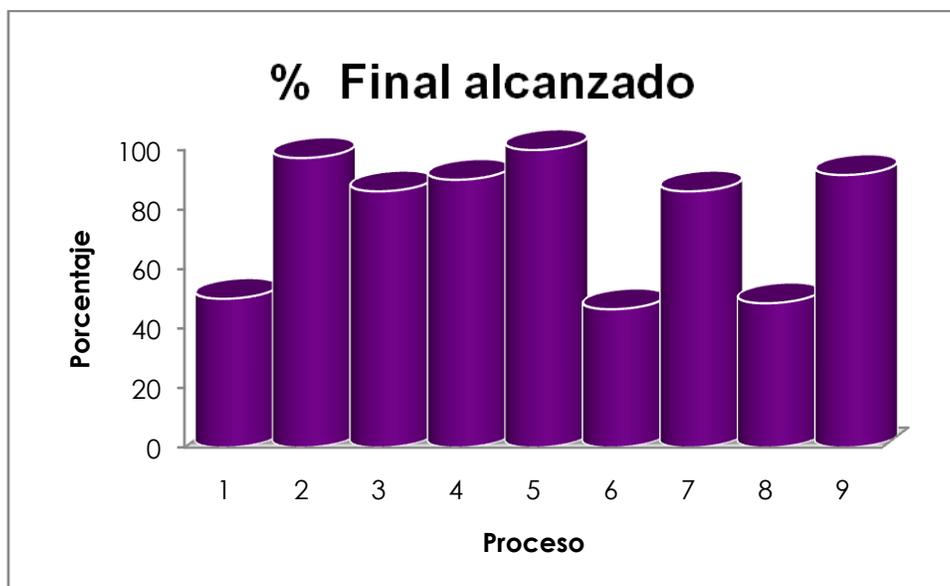


Figura 39. Porcentaje final por proceso.

El propósito de la implementación o uso de MOPROSOFT, es definir un método que ayude a las empresas en un corto tiempo a incrementar su capacidad de controlar los procesos.

Al aplicar MOPROSOFT significa para la gente que lo utiliza, cuenta con una forma ordenada de hacer las cosas, en cuanto a la creación de aplicaciones, es una manera de iniciar por este camino, y es muy fácil de seguir.

MOPROSOFT es una norma que se aplica únicamente al sector de tecnologías de información y se enfoca en la evaluación de procesos de mantenimiento y desarrollo de software.

Está orientado a mejorar procesos, para contribuir a los objetivos de negocio y no solo ser un marco de referencia o certificación; no es costoso cuando se implanta en la organización.

Entre los beneficios que se mencionan encontramos que adopta estándares, los cuales nos ayudan a obtener productos de acuerdo al perfil de cada proyecto y una mejora continua, permitiendo así tener mayor control con éxito, disminuyendo errores y logrando la satisfacción de los clientes.

El esquema MOPROSOFT permite a las PyMEs demostrar la capacidad de sus procesos y con esto hacerlas más competitivas, con lo que tendrán mayores probabilidades de permanecer en el mercado.

Es un modelo joven, el cual ha sido promovido por parte de la Secretaría de Economía y la UNAM, se puede usar de base en cuanto a la gestión del área directiva y posteriormente buscar un cambio a otra norma más especializada.

Las empresas que no cuenten con procesos establecidos pueden ajustar el modelo de acuerdo a sus necesidades, mientras que las organizaciones que ya cuentan con los procesos establecidos, lo pueden usar como punto de referencia para identificar los elementos que les hace falta cubrir.

En este trabajo de tesis se hizo un breve análisis de varios modelos de procesos para desarrollar software así como del modelo MOPROSOFT. La necesidad en el mundo globalizado actual ha provocado que nuestro país tenga la necesidad de aplicar métodos para desarrollar software y la necesidad de buscar mejoras para poder competir internacionalmente.

La situación actual de la industria mexicana de desarrollo y mantenimiento de software requiere implementar normas de calidad que le permitan mejorar los procesos de todas las áreas de una empresa, con el fin de que estos procesos sirvan de guía durante la Gestión del negocio, Gestión de los procesos y el proceso más importante: la creación del software y se logre que el producto final de este desarrollo sea de muy buena calidad.

Sin embargo, la prioridad actual de estas organizaciones no debe centrarse únicamente en la calidad del producto de software terminado, debe medirse la calidad a lo largo de todos los procesos que con llevan a cabo en una empresa que desarrolla software. Enfocarse en cada proceso significa aplicar las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software para alcanzar una evolución.

La norma mexicana pretende ayudar a las empresas dedicadas al desarrollo y mantenimiento del software a mejorar los procesos de cada una de sus áreas, mediante la documentación de las prácticas más importantes dentro de una organización.

Esta documentación tiene como fin servir de guía, medir y mejorar las prácticas.

La implementación de MOPROSOFT en las empresas mexicanas, les permite alcanzar niveles en calidad de procesos de una manera sencilla, ya que esta norma fue pensada en organizaciones de nuestro país.

Adoptar el modelo facilitará a quien busque obtener certificaciones de niveles internacionales, tales como CMM e ISO. Se vio en capítulos anteriores MOPROSOFT está basado en los principios de calidad de algunos modelos.

La mayoría de las organizaciones de software buscan hoy optimizar sus procesos para obtener mejoras en la calidad de los productos, aumentar la productividad del equipo desarrollador y reducir los tiempos de desarrollo; sin embargo, son pocas las empresas que conocen la manera de lograr un mejoramiento en sus procesos de desarrollo y actualmente, gran cantidad de empresas pequeñas y medianas no disponen de los medios y recursos necesarios para la aplicación de modelos de madurez o estándares que sólo son satisfactorios para grandes empresas.

Se probó que MOPROSOFT es el modelo más adecuado para la industria mexicana ya que se adapta a las características de la organización, es fácil de aplicar y entender, además EVALPROSOFT es un mecanismo de evaluación aplicable para determinar la capacidad de los procesos de una pequeña y mediana empresa.

Con esta evaluación se da el paso inicial para establecer un plan de mejoramiento de los procesos de software, permitiendo la innovación y competitividad a nivel nacional e internacional.

Al día de hoy para destacar en cualquier ámbito se requiere de preparación y dedicación para encontrar el éxito que se busca, de igual manera ocurre con las organizaciones dedicadas al desarrollo de software, donde los cambios ocurren día con día y de manera rápida, sólo los que estén más preparados podrán ser reconocidos y con mayor posibilidad de permanecer en el mercado.

La certificación es una manera de otorgar validez y reconocimiento para destacarse en este mundo globalizado.

El modelo nos dice paso a paso cómo crear software a través de una serie de etapas, que se establecen en términos de una organización con sus diferentes procesos.

Con los resultados obtenidos en el tema 5.2, se determina que conforme la empresa inicie su proceso de maduración en los diferentes niveles, podrá darse cuenta qué tan efectiva va siendo la implementación de esta norma, asimismo dependiendo del tamaño de la empresa, ya que fue enfocado a las PyMEs, para que los procesos de producción tuvieran el soporte documental de todo lo que le sucede a un proyecto, con la finalidad de no depender de personas sino de procesos ya que todo está documentado.

Si bien se encontraron debilidades, la norma es beneficiosa para que en un corto plazo no mayor a 6 meses ésta aumente su nivel de capacidad y se coloque en un nivel posterior.

Con esto podremos concluir que hoy en día el 90% de las empresas desarrolladoras de software en México son micro y pequeña industria y que el modelo se adapta a su cultura, ayudando a aumentar el nivel, comprobamos que en un lapso no mayor a seis meses si bien las empresas no alcanzaron el nivel superior 5 Optimizado, los resultados de un antes y un después de la aplicación del modelos demostró que si elevó el nivel de los procesos al cumplir con productos que con anterioridad no se habían cubierto.

Bibliografía

- Apuntes curso *Consultores junior Moprosoft 2007*. IIMAS, UNAM, 2007.
- Fairley, Richard. *Ingeniería de software*. McGraw-Hill, México, 1987.
- Pressman S. Roger; *Ingeniería de Software*. McGraw-Hill, México. 6ta edición. 2005.
- Oktaba Hanna, Alquicira Esquivel Claudia, Su Ramos Angélica, Martínez Martínez Alfonso, Quintanilla Osorio Gloria et al. *Modelo de procesos para la industria del software MOPROSOFT*. Versión 1.5. Secretaria de Economía, México, 2005.
- Oktaba Hanna, Alquicira Esquivel Claudia, Su Ramos Angélica, Palacios Elizalde Jorge, Pérez Escobar Carlos Javier et al. *Método de Evaluación de procesos para la industria de software EvalProSoft*. Secretaria de Economía, México, 2004.
- Zaldívar Zamorategui Orlando. *Apuntes Ingeniería de programación*; UNAM, México, 2008.

Referencias de Internet

- <http://mtia.itam.mx/redmtia/galerias/fotos/MoProsoft.pdf> marzo 2009
10 diciembre 2009
- <http://www.slideshare.net/victorhcc/mo-pro-soft> 05 enero 2010
- <http://www.uv.mx/jfernandez/Evalprosoft.pdf> 13 Febrero 2010
- <http://www.software.net.mx/NR/rdonlyres/ED7B3399-0CA4-412E-9FAC-0EEB94F85C5F/1224/EvalProSoftv11.pdf> Evalprosoft 22 marzo 2010
- <http://www.nyce.org.mx/> 26 octubre 2010
- <http://ccc.inaoep.mx/~pgomez/publications/congress/PggITP07.pdf>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Moprosoft> 13
- <http://www.sg.com.mx/content/view/53/99999999/>
- <http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/> 8 agosto 2010
- <http://www.moprosoft.com.mx/> 2 septiembre 2010
- http://www.fidsoftware.org/publico/principal/Previa_Articulo.aspx?&Origen=Lista&idArt=3&sec=31&CveSeccion=29 26 octubre 2010
- <http://ealmeida.blogspot.com/2007/03/moprosoft-y-evalprosoft.html>
02 noviembre 2010
- <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:mcNJd5aDpv0J:www.bvs.hn/cu2007/ponencias/CAL/CAL013.pdf+ESTADISTICAS+MOPROSOFT&cd=6&hl=es&ct=clnk&gl=mx> 22 diciembre 2010
- <http://www.normalizacion-nyce.org.mx/doc/NMX-I-059-04-NYCE-2005.pdf> 10 enero 2011
- <http://es.wikipedia.org/wiki/SW-CMM> 15 febrero 2011
- <http://www.iteraproces.com> 02 marzo 2011