

# ADAPTACIÓN DE LA NORMA ISO/IEC 12207 AL PROCESO DE MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE<sup>1</sup>

Macario Polo, Mario Piattini, Francisco Ruiz, Coral Calero

Grupo ALARCOS. Escuela Superior de Informática. Universidad de Castilla-La Mancha

Ronda de Calatrava 5, 13071 Ciudad Real, España

{mpolo, mpiattin, fruiz, calero}@inf-cr.uclm.es

## RESUMEN

*El mantenimiento de los sistemas de información es uno de los grandes problemas del ciclo de vida software: es el proceso más conflictivo, más costoso, menos planificable y el que más recursos absorbe. A pesar de esto, la mayoría de las organizaciones no utilizan ninguna metodología para el mantenimiento del software, aunque sí que afirman seguir alguna para los nuevos desarrollos.*

*Esta situación nos ha llevado a proponer MANTEMA, una metodología para el mantenimiento de software construida a partir de la aplicación del proceso de Adaptación del Estándar Internacional ISO/IEC 12207 al proceso de Mantenimiento de esta misma norma. Esta metodología está siendo aplicada por Atos ODS, una gran empresa multinacional, líder en el mercado de externalización de mantenimiento de software, con gran implantación en Europa e Iberoamérica.*

*Palabras clave: Ciclo de vida, mantenimiento, software, procesos del ciclo de vida.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es la etapa más costosa del ciclo de vida software. Algunos autores [3] afirman que absorbe entre el 67% y el 90% de los costes totales del ciclo de vida. Sin embargo, aunque la mayoría de las organizaciones tienen una metodología para gestionar los nuevos desarrollos, reconocen que no siguen ninguna para el mantenimiento de software [11]. Consecuentemente, las organizaciones necesitan una guía completa de mantenimiento de software que ayude a los gestores a controlar las actividades de mantenimiento.

Para definir una metodología de mantenimiento de software, es útil para tener en cuenta marcos más globales, tales como los definidos para los procesos del ciclo de vida de software [5-7]. Estos marcos pueden ayudar también las organizaciones a definir procedimientos y metodologías para lograr certificaciones como la ISO 9000, cada día más necesarias en un mercado muy competitivo.

Por otro lado, es bien conocido [1] que el *outsourcing* de mantenimiento de software es una actividad de negocio en rápido crecimiento, por lo que es recomendable aparezca contemplado de alguna manera en tales metodologías.

Este artículo está organizado como sigue: en la sección 2 realizamos una rápida revisión de ISO/IEC 12207 [8], que tomamos como punto de partida para construir la metodología MANTEMA. En la sección 3 presentamos esta nueva metodología de mantenimiento. Mostramos nuestras conclusiones y las líneas futuras de investigación en la sección 4.

---

<sup>1</sup> Este trabajo forma parte del proyecto MANTEMA, que se desarrolla en colaboración con la empresa Atos ODS, S.A. y se encuentra parcialmente financiado por el programa ATYCA del Ministerio de Industria y Energía.

## 2. UNA BREVE DESCRIPCION DE ISO/IEC 12207

ISO/IEC 12207 es un marco de referencia que cubre todos los aspectos de los procesos de ciclo de vida software. Esta norma es aplicable a la adquisición, suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de productos, servicios y sistemas software. Describe la arquitectura de los procesos del ciclo de vida software, pero no detalla cómo implementar las actividades y las tareas incluidas en tales procesos. Esta norma es adaptable para ciclos de vida diferentes, y es responsabilidad de cada una de las partes que intervienen su adaptación al ciclo de vida utilizado.

En ISO/IEC 12207, las actividades que pueden implementarse durante un ciclo de vida de software son separadas en tres de grupos: procesos primarios, procesos auxiliares y procesos de soporte; hay también un proceso de Adaptación para adaptar ISO/IEC 12207 a cada caso concreto. ISO/IEC 12207 describe los cinco procesos primarios como se indica a continuación:

- 1) Adquisición: define las actividades del adquirente, la organización que adquiere un producto, servicio o sistema software.
- 2) Suministro: define las actividades del suministrador, la organización que provee el producto, servicio o sistema software.
- 3) Desarrollo: define las actividades del desarrollador, la organización que define y desarrolla el producto, servicio o sistema software.
- 4) Operación: define las actividades del operador, la organización que utiliza el producto, servicio o sistema.
- 5) Mantenimiento: define las actividades de la organización de mantenimiento, que provee el servicio de mantener el software, conservándolo actualizado y utilizable. Este proceso incluye la migración y retirada del software.

Todos los procesos están formados por una lista de actividades y cada actividad por un conjunto de tareas.

### 2.1 El proceso de Mantenimiento en ISO/IEC 12207

Como hemos visto, ISO considera el Mantenimiento como uno de los procesos primarios de ciclo de vida de software. Está formado por seis actividades y sus respectivas tareas, que mostramos en la tabla 1. Obsérvese cómo ISO/IEC 12207 introduce, en la décima tarea del proceso de Mantenimiento, la ejecución de un proceso completo de Desarrollo, que sirve para efectuar la intervención de mantenimiento propiamente dicha.

Un seguimiento estricto de este proceso de Mantenimiento puede implicar el solapamiento de algunas de las actividades y tareas enumeradas en la tabla 1. Así, por ejemplo, se realizan dos aceptaciones de software (una correspondiente al Desarrollo y otra al Mantenimiento), se hacen también dos integraciones del sistema, pueden darse dos implementaciones del proceso de gestión de configuración, etc.

Además, la existencia de un único conjunto de actividades para todos los posibles tipos de mantenimiento (correctivo, perfectivo, preventivo y adaptativo) involucra un tiempo excesivo al adaptar el proceso de Mantenimiento de ISO/IEC 12207 a cada caso. Tal adaptación a los diferentes tipos de mantenimiento es recomendada en la propia norma.

Por tanto, pensamos que es adecuado modificar ISO/IEC 12207 para adaptarlo específicamente al mantenimiento. En la siguiente sección proponemos una metodología que incorpora estas ideas.

<b>PROCESO DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>Actividades</b>	<b>Tareas</b>	
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO</b>	1	DESARROLLAR PLANES DE MANTENIMIENTO
	2	DEFINIR PROCEDIMIENTOS DE PETICIÓN DE MODIFICACIÓN
	3	IMPLEMENTAR EL PROCESO DE GESTIÓN DE CONFIGURACIÓN
<b>ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y MODIFICACIONES</b>	4	EVALUAR IMPACTO (TIPO DE MANTENIMIENTO, ALCANCE DEL PROBLEMA Y CRITICIDAD)
	5	VERIFICAR PROBLEMA
	6	ELABORAR ALTERNATIVAS
	7	DOCUMENTAR EL PROBLEMA
<b>IMPLEMENTACIÓN DE LAS MODIFICACIONES</b>	8	OBTENER APROBACIÓN
	9	DETERMINAR OBJETOS A MODIFICAR (DOCUMENTACIÓN, UNIDADES DE SOFTWARE Y VERSIONES)
<b>REVISIÓN Y ACEPTACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>	10	ABRIR UN PROCESO DE DESARROLLO PARA IMPLEMENTAR LAS MODIFICACIONES
	11	REVISAR INTEGRIDAD DEL SISTEMA, YA MODIFICADO
<b>MIGRACIÓN</b>	12	OBTENER APROBACIÓN
	13	ASEGURAR AJUSTE A LA NORMA
	14	DESARROLLAR PLAN DE MIGRACIÓN
	15	NOTIFICAR LA FUTURA MIGRACIÓN A LOS USUARIOS
	16	EJECUTAR PARALELAMENTE LAS OPERACIONES CON LOS ENTORNOS ANTIGUO Y NUEVO
	17	NOTIFICAR MIGRACIÓN
	18	REALIZAR REVISIÓN POST-OPERACIÓN
<b>RETIRADA</b>	19	ARCHIVAR DATOS ENTORNO ANTIGUO
	20	DESARROLLAR PLAN
	21	NOTIFICAR FUTURA RETIRADA
	22	EJECUTAR PARALELO
	23	NOTIFICAR RETIRADA
	24	ARCHIVAR DATOS ENTORNO ANTIGUO

*Tabla 1. Principales actividades y tareas del mantenimiento según ISO-12207*

### **3. MANTEMA: UNA METODOLOGÍA PARA EL MANTENIMIENTO DE SOFTWARE**

En esta sección presentamos una nueva metodología de mantenimiento, "MANTEMA", construida a partir de la norma ISO/IEC 12207. Esta norma se ha elegido

porque "ISO/IEC 12207 manejará el comercio mundial de software e incidirá en el mantenimiento" [10].

En esta metodología, que es completa, el Mantenimiento consta de una lista de actividades y tareas y de dos conjuntos de procesos tomados de ISO/IEC 12207: uno de estos conjuntos está formado por la integración, en el proceso propio de Mantenimiento, de los procesos: Adquisición, Suministro, Desarrollo, Documentación, Comprobación, Validación, Revisión Conjunta, Auditoría, Gestión y Resolución de problemas; en el otro conjunto de procesos hemos situado aquéllos que, por diversas razones, no hemos podido integrar y cuya definición no corresponde a MANTEMA: éstos son procesos auxiliares y son usados por las tareas y las actividades de la metodología cuando se necesitan (figura 1).

Por otro lado, MANTEMA proporciona un conjunto de plantillas de documentos para facilitar el seguimiento y control de todas las tareas y actividades de mantenimiento. Un ejemplo de estos documentos se muestra en la sección 3.4.

Debido al interés de Atos ODS en la aplicación de esta metodología al *outsourcing* de mantenimiento de software, consideramos algunas tareas relacionadas con esta actividad y definimos las partes que participan en el proceso de mantenimiento, lo cual se muestra en la sección 3.2.

Además, puesto que pretendemos que esta metodología convierta el mantenimiento en un proceso totalmente controlado y con mejora continua, proponemos el uso de un conjunto de métricas para utilizar en ciertas tareas y actividades.

### 3.1 Vista general de MANTEMA.

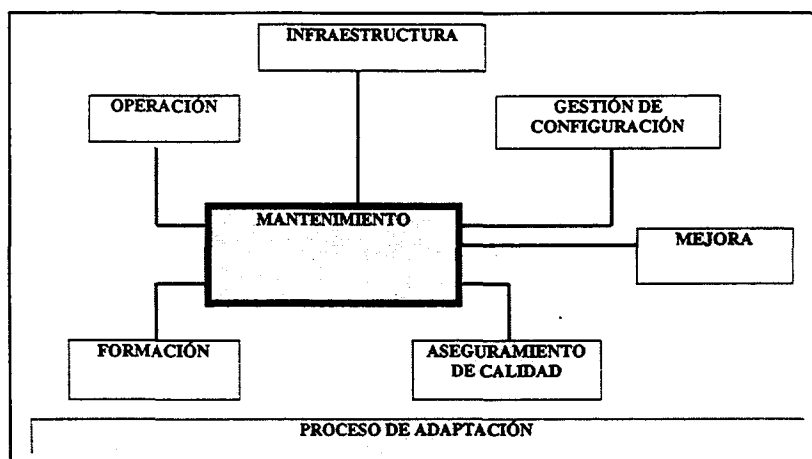


Figura 1. Integración de los procesos en MANTEMA.

Uno de los aspectos presentes tanto en [6] como en [5] es que ambos estándares definen un solo conjunto de actividades y tareas para todos los tipos de mantenimiento, aunque ambos exponen la necesidad de distinguir entre tales tipos (el primero mediante el proceso de Adaptación; el segundo, afirma explícitamente que es preciso diferenciar entre peticiones de modificación de correctivo, perfectivo, preventivo y adaptativo).

En MANTEMA llevamos a la práctica tales consejos, proponiendo diferentes conjuntos de actividades y tareas para cada tipo de mantenimiento. Además, y puesto que hemos integrado los procesos de Adquisición y Suministro de ISO/IEC 12207, existen dos conjuntos especiales de tareas y actividades, comunes a todos los tipos de mantenimiento, que son ejecutadas antes y después de las intervenciones. Entonces, definimos en MANTEMA cinco tipos de mantenimiento:

- 1) Correctivo urgente: un error detectado impide el funcionamiento normal del sistema y el tiempo de solución es crítico.
- 2) Correctivo no urgente: existe un error que no bloquea el funcionamiento normal del sistema y el tiempo de solución no es crítico.
- 3) Perfectivo: cuando se van a agregar nuevas funcionalidades al sistema.
- 4) Preventivo: el software va a ser modificado para mejorar ciertas propiedades (su mantenibilidad, por ejemplo).
- 5) Adaptativo: cuando el sistema cambiará su entorno operativo.

Sin embargo, la aplicación de la metodología mostró que, en la práctica, los últimos cuatro tipos de mantenimiento son realmente agrupables en uno solo (el mantenimiento planificable), ya que, aunque cada uno posee características que lo diferencian de los demás, todos ellos comparten las mismas guías de diseño y líneas de ejecución. Por mantener la terminología, llamamos mantenimiento "no planificable" al correctivo urgente. Con este planteamiento, MANTEMA puede entenderse como el siguiente grafo polietápico (figura 2).

### 3.2 Organizaciones participantes.

Tres organizaciones participan en el mantenimiento de software:

- a) *Cliente*: es la organización que posee el software y que requiere el servicio de mantenimiento.
- b) *Organización de mantenimiento*: es la organización que proporciona el servicio de mantenimiento.
- c) *Usuario*: es la organización que utiliza el software mantenido.

Dependiendo de la situación, cada una de estas organizaciones puede ser una organización diferente, o coincidir varias organizaciones en una sola. A partir de [5] y de [9], definimos un

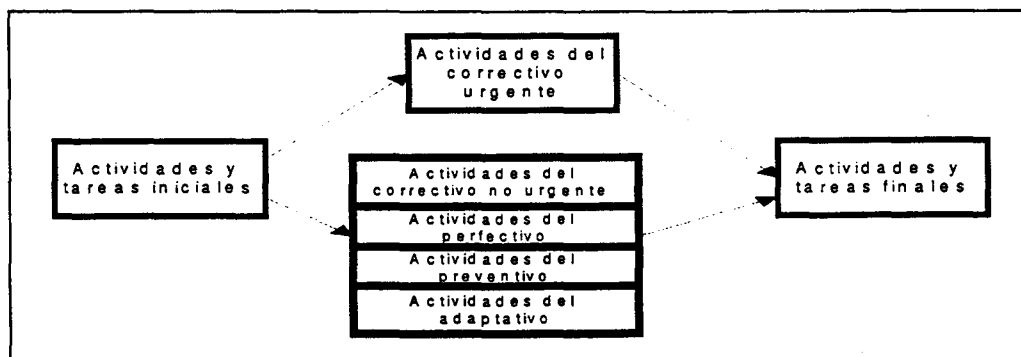


Figura 2. MANTEMA como un grafo polietápico.

conjunto de perfiles para cada organización participante:

#### Perfiles de cliente.

- *Solicitante*: es quien presenta las solicitudes de modificación. Establece los requerimientos necesarios para su implementación y los entrega a la organización de mantenimiento.
- *Organización del Sistema*: es el departamento que conoce el sistema que será mantenido.
- *Atención a Usuarios*: es el departamento que presta asistencia a los usuarios.

### Perfiles de la organización de mantenimiento.

- *Gestor de peticiones*: acepta o rechaza las peticiones modificación y decide el tipo de mantenimiento que debe aplicarse.
- *Planificador*: planifica la cola de peticiones de modificación aceptadas.
- *Equipo de Mantenimiento*: es el grupo de personas que implementa la solicitud de modificación.
- *Responsable de Mantenimiento*: prepara la etapa de mantenimiento, y establece las normas y procedimientos necesarios para llevar a cabo la metodología de mantenimiento usada (en nuestro caso, MANTEMA).

### Perfiles de usuario.

- *Usuario*: utiliza el software mantenido. Comunica las incidencias a Atención a Usuarios.

## **3.3 Comentarios acerca de las Actividades y tareas iniciales comunes**

La actividad "Estudio Inicial" está pensada para ser aplicada en situaciones en que la organización de mantenimiento va a mantener software ajeno (es decir, existirá una relación de *outsourcing*). Antes de la aceptación del proyecto de mantenimiento, la organización debe estimar riesgos, confeccionar presupuestos, etc. A partir del trabajo con [4] y de la propia experiencia de Atos ODS, hemos construido el "Cuestionario de Riesgo" (adjunto en el apéndice que cierra este trabajo), utilizable en esta fase para evaluar riesgos y conocer el grado de dependencia externa del Cliente.

En la primera tarea ("Adquisición de conocimiento") de la segunda actividad ("Implementación del proceso"), la organización de mantenimiento se dedica a conocer todo tipo de detalles sobre el producto de software: estudia la documentación, observa cómo el equipo de mantenimiento del Cliente trabaja, etc. En este caso, cuando la organización de mantenimiento es una organización externa, existe en el Cliente la sensación de que la organización de mantenimiento no está trabajando realmente: actúa como un mero observador, como un intruso que, de momento, no está produciendo nada. Para evitar este efecto, la organización de mantenimiento debe entregar al Cliente, al finalizar esta tarea, una buena documentación de análisis, posibles mejoras, revisiones, auditorías, etc.

Para concluir con esta subsección, dos tareas se añaden a este nodo inicial del grafo de MANTEMA: "Recepción de la solicitud de modificación" y la "Decisión sobre el tipo de intervención". En esta segunda tarea, el Gestor de peticiones debe decidir el tipo de mantenimiento que va a aplicar para servir las peticiones recibidas en la primera.

## **3.4 Comentarios acerca de las actividades y tareas del correctivo urgente**

Este es el tipo de mantenimiento más urgente. Por ello, es el que tiene un número menor de tareas "burocráticas". Entre otras, tiene una diferencia especial con el mantenimiento planificable: la primera tarea que se realiza cuando la "la intervención correctiva" se ha terminado se dedica a poner el producto software corregido en el entorno de producción. A continuación, se completa la documentación y se cierra la intervención.

## **3.5 Comentarios acerca de las actividades y tareas finales comunes**

Este conjunto de actividades estaba formado inicialmente por la Migración y Retirada, que importábamos directamente de ISO/IEC 12207. Hemos añadido, sin embargo, actividades antes y después de la migración y retirada, destinadas a la actualización de la base de datos en

la que guardamos los detalles de las intervenciones (especialmente métricas) y a finalizar la intervención de mantenimiento.

### **3.6 Documentación del proceso de Mantenimiento**

Durante el proceso de mantenimiento, se genera una gran cantidad de documentación. En MANTEMA proporcionamos plantillas para la mayoría de los documentos utilizados durante el proceso de Mantenimiento:

- DOC1 - CUESTIONARIO INICIAL
- DOC2 - PROPUESTA DE MANTENIMIENTO
- DOC3 - CONTRATO DE MANTENIMIENTO
- DOC4 - TABLA DE FACTORES DE RIESGO
- DOC5 - RESUMEN TÉCNICO
- DOC6 - PETICIÓN DE MODIFICACIÓN
- DOC7 - ACCIONES CORRECTIVAS REALIZADAS
- DOC8 - PRUEBAS UNITARIAS REALIZADAS
- DOC9 - DIAGNÓSTICO Y POSIBLES SOLUCIONES
- DOC10 - ALTERNATIVAS DE IMPLEMENTACIÓN
- DOC11 - ACCIONES PERFECTIVAS REALIZADAS
- DOC12 - LISTA DE ELEMENTOS SOFTWARE Y PROPIEDADES MEJORABLES
- DOC13 - ACCIONES PREVENTIVAS REALIZADAS
- DOC14. PLAN DE MIGRACIÓN
- DOC15. NOTIFICACIÓN DE FUTURA MIGRACIÓN
- DOC16. MEDIDAS DEL PRODUCTO
- DOC17. PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PERIODO

A modo de ejemplo, mostramos a continuación los contenidos de la plantilla del documento DOC6 (solicitud de modificación):

- 1) Identificación de la persona que realiza la petición
  - 1.1 Nombre
  - 1.2 Cargo
  - 1.3 Departamento
  - 1.4 Teléfono
- 2) Identificación del producto
  - 2.1 Proyecto afectado
  - 2.2 Componente y versión
- 3) Para peticiones de modificación por error
  - 3.1.Descripción de la aplicación que falla y de la función que realiza
  - 3.2.Circunstancias en que se produjo el error (fecha y hora, datos de entrada, datos de salida si los hubo, datos de salida esperados, texto libre)
  - 3.3.Mensajes de error dados por el sistema
  - 3.4.Solución recomendada (si es posible)
  - 3.5.Grado de urgencia y fecha en que se necesita la corrección
  - 3.6.Texto libre
- 4) Para peticiones de modificación por adición de funcionalidades
  - 4.1.Descripción de la funcionalidad que se desea añadir
  - 4.2.Justificación de la adición
  - 4.3.Texto libre

- 5) Para peticiones de modificación de la calidad del software
  - 5.1.Descripción de las propiedades que se desean mejorar
  - 5.2.Justificación de la adición
  - 5.3.Texto libre
- 6) Lugar, fecha y hora de presentación de la modificación

### 3.7 Métricas

Como ya dijimos, uno de los objetivos de esta metodología es permitir la mejora continua del proceso de Mantenimiento. Para lograrlo, deben usarse métricas a lo largo de todas las actividades y tareas del proceso.

Como es bien conocido, hay un amplio conjunto de métricas para medir propiedades de productos de software, especialmente programas (complejidad ciclomática [9]; puntos-función [2]; tamaño en líneas de código; etc.). En general, sería bueno que los valores de esta métricas pudieran reducirse después de cada intervención de mantenimiento, especialmente las que tienen influencia sobre la facilidad de mantenimiento y, por tanto, sobre los costes de mantenimiento.

Pero en nuestros días, la influencia de las bases de datos sobre la complejidad de los sistemas de información es cada vez más grande, e irá aumentando debido a la progresiva implantación de las bases de datos objeto-relacional. Para evaluar la complejidad de las bases de datos, proponemos el uso de las métricas propuestas en [13] y en [14].

Para estimar los coste de cada intervención de mantenimiento, es muy útil el almacenamiento de datos en tablas históricas, a las que se puede aplicar algún tipo de análisis matemático (regresión).

Para concluir con esta sección, no podemos olvidar el caso particular de mantenimiento preventivo [15], cuando se requieren grandes trabajos de mantenimiento apoyados en técnicas de Ingeniería Inversa y Reingeniería.

## 4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo hemos presentado MANTEMA, una metodología para el mantenimiento de software construida a partir de ISO/IEC 12207. MANTEMA ha sido fruto del trabajo conjunto de nuestra universidad y Atos ODS, organización multinacional que está aplicando la metodología.

Pensamos que una de las contribuciones más positivas de la metodología es que constituye una referencia rápida y completa para el mantenimiento de software, ya que cubre por completo todos los aspectos del proceso de Mantenimiento.

Actualmente continuamos refinando la metodología y adaptándola a entornos especiales (orientación a objetos).

## 5. REFERENCIAS

- [1] ACM (1996). Communications of the ACM (contains a monographic about outsourcing), vol. 39, no 7, 1996.
- [2] Albretch, A.J. (1986). Measuring application development productivity. Proceedings of the IBM application development symposium. Monterrey, Canada.
- [3] Card, D.N. y Glass, R.L. (1990). Measuring Software Design Quality. Englewood Cliffs. USA.
- [4] Euromethod (1996). Euromethod project, julio de 1996.
- [5] IEEE (1992) Std 1219-1992. Standard for Software Maintenance.



- [6] IEEE (1995) Std 1074-1995. Standard for Developing Software Life Cycle Processes (ANSI).
- [7] IEEE (1995) Std 1074.1-1995. Guide for Developing Software Life Cycle Processes (ANSI).
- [8] ISO/IEC 12207. Information Technology. Software life cycle processes.
- [9] McCabe, T. (1976). A software complexity measure. IEEE Transactions on software engineering, vol. 2, no. 4, pp. 308-320.
- [10] Mazza, C., Fairclough, J., Melton, B., de Pablo, D., Scheffer, A. y Stevens, R. (1994) Software Engineering Standards. Ed. Prentice-Hall, 1994.
- [11] Pigoski, T.M. (1997) Practical Software Maintenance. Wiley Computer Publishing. New York, USA.
- [12] Piattini, M.G., Ruiz, F., Polo, M., Villalba, J., Batanchury, T. and Martínez, M.A. (1998) Mantenimiento del software: conceptos, métodos, herramientas y outsourcing. Ed. RAMA. Madrid, Spain.
- [13] Piattini, M.G., Calero, C., Polo, M. and Ruiz, F. (1998). Maintainability in object-relational databases. Proceedings of The European Software Measurement Conference, pp. 223-234. Antwerp, Belgium.
- [14] Polo, M., Piattini, M.G., Ruiz, F. and Calero, C. (1998) Métricas de calidad y complejidad para bases de datos. Actas de las III Jornadas de Ingeniería del Software. Murcia, noviembre de 1998.
- [15] Pressman, R.S. Software engineering. A practioner's approach. McGraw-Hill.
- [16] Putnam, L. (1978). A general empirical solution to the macro software sizing and estimating problem. IEEE Transactions on software engineering, vol. 4, no 4.