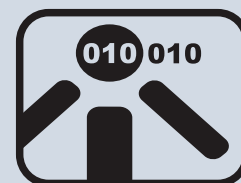


# El Factor Humano en el Proceso de Mantenimiento de Software.



## ELVIRA ROLÓN

Phd. en Informática  
Escuela Superior de Informática,  
Universidad de Castilla-La Mancha, España  
[erolon@proyectos.inf-cr.uclm.es](mailto:erolon@proyectos.inf-cr.uclm.es) ,  
{Francisco.RuizG,  
Mario.Piattini}@uclm.es  
PAIS (ESPAÑA)

## FRANCISCO RUIZ

Phd en Informática  
Escuela Superior de Informática,  
Universidad de Castilla-La Mancha, España  
[erolon@proyectos.inf-cr.uclm.es](mailto:erolon@proyectos.inf-cr.uclm.es) ,  
{Francisco.RuizG,  
Mario.Piattini}@uclm.es  
PAIS (ESPAÑA)

## MARIO PIATTINI

Director, Escuela Superior de  
Informática, Universidad de Castilla-La  
Mancha, España  
[erolon@proyectos.inf-cr.uclm.es](mailto:erolon@proyectos.inf-cr.uclm.es) ,  
{Francisco.RuizG,  
Mario.Piattini}@uclm.es  
PAIS (ESPAÑA)

## RESUMEN.

A pesar de la importancia que representa la etapa de mantenimiento dentro del ciclo de vida de un producto software, ésta viene siendo una de las más desatendidas y, en ocasiones, ignorada y minimizada. En este artículo se hace un estudio del estado del arte al respecto, comentando trabajos en los cuales se han encontrado fuentes de fallos o deficiencias, tanto de naturaleza técnica como humana, para el proceso de mantenimiento de software. El propósito del estudio ha sido analizar el elemento humano como parte integral del proceso de mantenimiento, así como los factores que intervienen en la disposición o rechazo para participar y colaborar en el. También se incluye una clasificación y sistematización de las propuestas de solución a los problemas planteados.

## PALABRAS CLAVES

Mantenimiento de software, personal de mantenimiento, problemas del mantenimiento, organización.

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro del ciclo de vida del software, el mantenimiento está presente como una de las fases de los procesos principales, y aunque constituye una etapa importante en la vida del producto, ya que no es suficiente con desarrollarlo e implementarlo, sino que también es importante mantenerlo actualizado y mejorarlo continuamente, es un trabajo a menudo ignorado y minimizado [7].

El mantenimiento de software, según lo define el estándar IEEE 1219 [5], son todos los cambios realizados a un producto software con el fin de corregir fallos, adaptarlo a cambios del entorno o para mejorar el rendimiento u otros atributos. Existen otras definiciones como la del estándar ISO 12207, en donde se establece además que "el proceso de mantenimiento contiene las tareas y actividades realizadas por el mantenedor". En esta última ya se menciona un elemento fundamental en dicho proceso, el factor humano.

El proceso de mantenimiento de software implica un conjunto de actividades en las que intervienen tanto aspectos técnicos como humanos. A través de diversos estudios se ha visto que, precisamente, uno de los factores que más influyen

en el proceso de mantenimiento es el humano, debido a sus actitudes, motivaciones o simplemente por la percepción que tienen del trabajo de mantenimiento [18]. Por ello, parece importante considerar y analizar el recurso humano como parte sustancial del proceso de mantenimiento de software.

En este artículo se presenta un estudio del estado del arte del factor humano como elemento clave dentro del proceso de mantenimiento. Para ello, en la sección 2 se realiza un análisis de las distintas dimensiones del problema en cuestión, organizadas de la siguiente manera. En primer lugar, apartado 2.1, se incluye la dimensión social, en donde se abordan los diferentes aspectos o situaciones que intervienen en el proceso de mantenimiento y en los cuales varias personas se ven involucradas (básicamente, colaboración, comunicación e interacción con los miembros de otros departamentos). En el apartado 2.2 se analiza la dimensión del individuo, en donde se hace un análisis comparativo de las propuestas encontradas y se identifican las principales causas que afectan al personal de mantenimiento en el desempeño de su labor. En el apartado 2.3 se muestra la dimensión del proceso, es decir, las situaciones que al afectar al personal producen perjuicios a los resultados del proceso (motivación, desarrollo profesional, satisfacción personal y laboral, etc.).

En la sección 3, con el fin de clarificar las ideas sobre el proceso de mantenimiento y sus problemas, se hace una conceptualización del tema en cuestión basada en diversas ontologías. Por último, en la sección 4 se hace una recopilación y clasificación sistemática de propuestas de solución a los problemas analizados, y en la sección 5 se resumen las principales conclusiones del trabajo.

## 2. DIMENSIONES

En esta sección se hace un análisis del papel que juega el factor humano en el proceso de mantenimiento de software. Para facilitar la comprensión de la problemática planteada, se han considerado tres perspectivas o dimensiones: social, del individuo y del proceso.

### 2.1 DIMENSIÓN SOCIAL.

El trabajo de mantenimiento de software implica la participación y colaboración de un grupo de personas con determinadas características, habilidades y pertenecientes a una misma organización o bien a distintos organismos. Esto implica además una interacción entre individuos, entre organizaciones y entre el individuo con la tecnología misma, así como el desempeño de determinadas tareas.

En este punto, intervienen algunos factores y teorías que en materia del estudio del comportamiento humano, pudieran tener lugar dentro del proceso de mantenimiento de software. Factores como el social, el de organización y Teorías como la de la actividad de Vygotsky podrían ser el punto de partida para el análisis y comprensión del alcance e importancia que tiene el factor humano dentro del proceso de mantenimiento de software.

#### 2.1.1 Factores sociales

El ser humano es un sistema complejo cuya conducta puede ser explicada como el resultado de diferentes procesos que a lo largo de su vida van afectando e influyendo en su

comportamiento, actitudes, emociones, motivaciones, capacidad de socializar y de interactuar con otros individuos.

En la ontología informal para mantenimiento de software propuesta por Kitchenham [8] cuando define al personal como uno de los factores que afectan al proceso de mantenimiento, menciona que derivado de que la producción y mantenimiento de software son intensas actividades humanas, que involucran a diversas personas trabajando juntos, no se deben ignorar los elementos humanos y sociales como factores que pudieran afectar dicho proceso.

De ahí la importancia no solo de analizar al recurso humano como tal, sino también las normas sociales que lo regulan. Dentro de las ciencias sociales, la psicología social es la que se encarga de estudiar el origen y las causas del comportamiento humano en un contexto social, y en diversos estudios al respecto, se ha encontrado que los individuos tomamos diariamente innumerables decisiones basadas en la capacidad de percibir las actividades de otros [3], esto es, que actuamos en respuesta a las actitudes o comportamientos de otros individuos y que somos conscientes de que nuestras propias actividades proporcionan información a otros, entrando de este modo en juego nuestras reglas sociales.

En [11] se distinguen dos corrientes dentro del modelo de conocimiento de la psicología social, las cuales se pueden apreciar en diversas situaciones y actividades dentro del proceso de mantenimiento, y éstas son:

- La Psicología social con enfoque psicológico e individual, la cual se entiende como el reconocimiento que tiene el ser humano de si mismo, de otros grupos, roles o instituciones y analiza como los sujetos extraen y procesan información de su medio social, de donde toma conocimiento del sentido común originado en situaciones de interacción en la vida cotidiana, en la observación del comportamiento de otros, en los actos y situaciones diversas, para posteriormente comportarse con respecto a los demás y a su entorno.
- La psicología social con enfoque sociológico, el cual pone de relieve las representaciones sociales, las cuales por su parte constituyen una forma de conocimiento socialmente elaborada, que se establece a partir de la información que recibe el individuo, de sus experiencias y modelos de pensamiento compartidos y transmitidos, esto dicho en otras palabras se refiere al hecho de que los individuos actúan en el mundo según la percepción que tengan de él.

En el caso del mantenimiento de software, intervienen factores sociales que representan un conflicto de identidad con las labores a desarrollar por parte de la persona asignada a tales actividades, debido a que en la mayoría de las ocasiones considera que su trabajo es inferior comparado con las tareas del desarrollo del software y por lo tanto no existe una motivación aparente para formar parte del equipo de mantenimiento, como se verá en el análisis de las causas y problemas del mantenimiento.

Otro de los aspectos fundamentales de carácter social que influye en el buen desempeño de cualquier grupo de trabajo y en este caso el del personal de mantenimiento, es la comunicación y la colaboración.

Como lo mencionan Lougher y Rodden [10], el mantenimiento de grandes sistemas software es una actividad colaborativa que requiere de los esfuerzos combinados de un equipo de ingenieros en mantenimiento. Tanto la comunicación como la colaboración son necesarias para informar al personal de decisiones previas las cuales afectan sus actividades futuras y presentes.

Sin embargo, no sólo en el mantenimiento de los grandes sistemas es requerida la colaboración, ya que independientemente de tamaño del equipo de mantenedores, estos interactúan y colaboran con otros miembros de la organización.

El dominio del mantenimiento del software es como una actividad cooperativa, y cuando se trata del mantenimiento de grandes sistemas, los cuales pueden ser demasiado complejos y exceder en cientos de miles de líneas de código, la tarea de mantenerlo requiere del uso de varios programadores trabajando juntos como un equipo, durante un largo periodo de tiempo.

Debido a lo complejo que puede llegar a ser esta tarea, podría incluso dividirse en diversas sub-tareas independientes, que son asignadas a varios miembros del equipo de mantenimiento, los cuales al realizar un trabajo individual, deben estar coordinados con el trabajo realizado por mantenedores anteriores, y así tener un entendimiento racional de las decisiones anteriores relacionadas con la tarea que esta llevando acabo cada uno de ellos.

En muchas situaciones de grupo la coordinación debe estar acompañada de la comunicación entre las personas responsables del trabajo de mantenimiento realizado con anterioridad y los mantenedores que estén actualmente realizando dicha tarea. Esta comunicación podría ser de dos maneras: en reuniones cara a cara, o a través de mensajes de correo electrónico. Sin embargo estas formas son difíciles de implementar en el caso particular del trabajo de mantenimiento, lo cual genera uno de los problemas del mantenimiento como se verá más adelante.

### 2.1.2 Factores de organización.

Por otro lado los factores de organización se enfocan principalmente a la tarea común del grupo y a la organización de la misma, de modo que el contenido de la tarea permita a la persona sentir que su trabajo es importante y útil no solo dentro del contexto en el cual se desarrolla, sino que además esta aportando algo bueno a la sociedad en general.

Existen otros aspectos que abarcan los factores de organización, tales como la satisfacción de las necesidades humanas de afiliación, la autonomía o grado de libertad y control que pueda tener la persona en el desempeño de su trabajo, pero relacionado con el mantenimiento de software,

uno de los aspectos principales dentro de los factores de organización, es el rol o papel que desempeña el sujeto dentro de la organización.

En este último aspecto, en [12] se consideran dos principales roles asumidos por los miembros de un grupo de trabajo:

- Los roles de tarea, que como su nombre lo indica están enfocados a la obtención los objetivos establecidos, y
- Los roles de mantenimiento que se enfocan en satisfacer las necesidades socio-emocionales de los individuos, con el fin de evitar que muestren actitudes de dominancia, alejamiento, indiferencia, bloqueo o individualismo, para lo cual se debe tener especial cuidado en dos aspectos:

1. Debe existir una coherencia de las demandas de trabajo con los valores y creencias de las personas, es decir que no exista discrepancia entre las distintas tareas o funciones que debe cumplir

2. La persona debe tener pleno conocimiento de lo que la organización espera de ella, y teniendo bien definido su papel dentro de la misma.

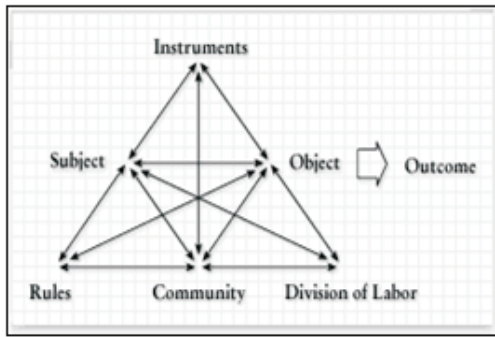
En cuanto a la organización de tareas para el proceso de mantenimiento de software, el estándar ISO 12207 establece las principales actividades y tareas del mantenimiento las cuales son: la implementación, análisis de problemas, implementación de modificaciones, revisión y aceptación del mantenimiento, migración e incluso la retirada del sistema. En estas actividades el factor humano cobra gran importancia, ya que como el mismo estándar lo define, todas estas actividades son realizadas por el mantenedor.

### 2.1.3 Teoría de la actividad.

La actividad es un fenómeno que se lleva a cabo a través de una o varias acciones, ya sean individuales o colectivas, teniendo en común un mismo objetivo; pueden derivarse de una misma actividad, o de otras que a su vez proporcionan nuevos resultados, siendo de este modo una cadena de operaciones, o rutinas bien definidas y usadas como respuestas a condiciones que se dan cuando se ejecuta una acción [1].

La teoría de la actividad tiene sus orígenes en los estudios realizados por Vygotsky en 1978, quien consideraba que la asimilación de las actividades sociales y culturales eran la clave del desarrollo humano; en ella se estudian, tanto practicas humanas como procesos de desarrollo, en niveles social e individual, creando enlaces entre estos niveles.

En la Fig. 1 de la estructura básica del modelo de sistema de la actividad, propuesta por Engestrom [2], se observan los elementos que conforman una actividad y sus interrelaciones.

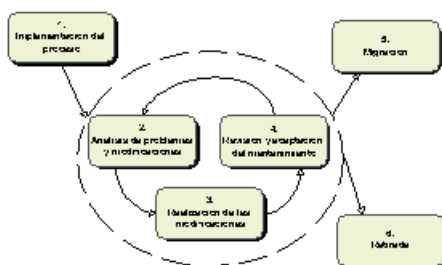


**Figura 1. Modelo de Sistema de la Actividad de Engestrom [2]**

Como se puede ver, las actividades realizadas por uno o varios sujetos implican su interacción con otros elementos indispensables para que pueda lograr el objetivo fijado. En el proceso de mantenimiento sucede lo mismo, e incluso puede iniciar por ser una tarea individual, o llegar a ser una actividad tan compleja que requiera de ser dividida en varias sub-actividades llevadas a cabo por diferentes sujetos.

El mantenimiento de software es una actividad cooperativa, que inicialmente surge para ser principalmente una tarea individual con un pequeño grupo de trabajo, sin embargo los sistemas software han crecido en tamaño y complejidad, por lo que la tarea de mantenerlos se ha convertido cada vez más en una responsabilidad compartida de equipos de mantenimiento [10]. Así mismo, como el software puede ser mantenido por un grupo de personas, un conjunto de experiencias y conocimientos surgen y tienen un valor potencial para las actividades de mantenimiento futuras.

En el proceso de mantenimiento de software, las actividades son todas las acciones y tareas que se tienen que llevar a cabo para modificar un producto software existente sin que pierda su integridad. En el estándar ISO 14764 [6] se proporciona un detalle de todas las tareas que son responsabilidad del encargado del mantenimiento las cuales van dirigidas a dar soporte al producto software desde su nacimiento pasando por la migración a otro entorno hasta finalizar con su retiro (Fig. 2).



**Figura 2. Actividades del proceso de mantenimiento.**

Estas actividades a las que hace referencia y que comprenden toda la fase de mantenimiento son:

- Implementación del proceso
- Análisis de modificaciones y problemas
- Implementación de modificaciones
- Revisión/aceptación del mantenimiento
- Migración
- Retiro

A su vez, dentro de cada una de estas actividades, se hace un análisis específico de las tareas que cada una de ellas implica. Aunque en este estándar se especifica que estas actividades son responsabilidad del encargado de mantenimiento, se debe considerar que en dicho proceso intervienen otros individuos quienes participan de manera activa y que a su vez realizan también determinadas actividades.

De ahí entonces, que el proceso de mantenimiento sea un conjunto de actividades que involucran a uno o más individuos para conseguir una modificación o mejora en el producto software; estas actividades pueden variar en la cantidad de trabajo y complejidad interna, la cual puede ser tan grande o pequeña como se quiera, tal y como lo manifiesta [16] en la definición del entorno MANTIS, en donde las actividades pueden referirse a la realización de una categoría de procesos, un proceso, un grupo de actividades, una actividad o incluso una sub-actividad o tarea.

## 2.2 DIMENSIÓN DEL INDIVIDUO.

Desde la década de los 80's, diversos investigadores se han dado a la tarea de analizar las posibles causas de los problemas en el proceso de mantenimiento, tal como Lientz [9] que en su investigación de casos en aplicación de mantenimiento de software, menciona que en investigaciones realizadas a esa fecha con intención de entender mejor el mantenimiento y la mejora del software, se encontró que los problemas habían sido motivados por diversos factores, siendo uno de ellos el recurso humano, debido a la limitada disponibilidad de personal y a la rotación del mismo en los departamentos de sistemas.

En su investigación, Lientz obtuvo como resultado de las encuestas, que había 26 factores potenciales de problemas en las áreas de mantenimiento, de los cuales 5 corresponden al factor humano y son:

- Rotación del personal de mantenimiento.
- Habilidades del personal
- Número de personal de mantenimiento disponible
- Motivación del personal de mantenimiento.
- Productividad del personal de mantenimiento.

Aunque en dicho estudio los principales problemas resultaron estar enfocados principalmente en aspectos técnicos, los relacionados con el recurso humano ya representaban una situación merecedora de mayor atención, como ha sucedido en los últimos años en donde se han realizado estudios específicos de este elemento del proceso de mantenimiento. Como se mencionó antes, los diversos problemas que se pueden presentar en el proceso de mantenimiento, los cuales

en su mayoría son de carácter técnico, también se presentan los problemas de gestión. Estos involucran el aspecto humano en el proceso, ya que se originan cuando muchos de los programadores consideran que el trabajo de mantenimiento es una actividad inferior, menos creativa, que les distrae del trabajo del desarrollo del software el cual consideran más interesante [14].

Esta situación se puede ver originada por las siguientes razones:

- Las condiciones laborales y salariales, las cuales crean una baja moral entre las personas dedicadas al mantenimiento.
- El paradigma entre los desarrolladores de que es un trabajo considerado poco atractivo, o de bajo nivel.
- No contar con recursos financieros específicos para el apoyo en el desempeño de esta actividad

Bajo estas circunstancias los problemas que se originan en el desarrollo del proceso de mantenimiento en los que interviene el factor humano son de diversa índole, como pueden ser:

- El que se asigne a tal actividad personal de nuevo ingreso, por consiguiente inexperto y con desconocimiento de la lógica de diseño del sistema, con lo que se les dificulta encontrar y corregir defectos o realizar modificaciones.
- Que no exista una estrategia sistematizada del proceso, por lo que cuando es necesario realizar el mantenimiento, las correcciones se hacen de manera precipitada, sin pensarse, no documentadas y escasamente integradas con el código existente.
- Que estas ineficiencias en el mantenimiento conduzcan a nuevos errores que a su vez llevan a nuevos y mayores esfuerzos posteriores de mantenimiento.

Otro aspecto que puede ser considerado como un problema generado por el factor humano que interviene en el proceso de mantenimiento es la poca participación de los usuarios, la cual se origina por la falta de una metodología adecuada que conduce a la escasa participación de los usuarios durante el proceso de desarrollo del sistema software, por lo que cuando le es entregado el producto, éste no satisface sus necesidades, lo que conlleva a esfuerzos mayores de mantenimiento en el futuro.

Es sabido que la organización y desarrollo del software dependen en gran medida de las iniciativas humanas, y que todas ellas están sujetas a cambios y a una perpetua evolución [19]. Y con respecto al mantenimiento del software, entre los problemas más importantes que se presentan son los que están relacionados con la plantilla de personal de mantenimiento, particularmente las referentes a las actitudes de los empleados hacia su trabajo, las cuales pueden tener efectos adversos en su desarrollo, así como en la calidad de las tareas de mantenimiento [18].

Tan y Gable realizaron un estudio en Singapur [18], con el personal que esta involucrado activamente en el proceso de mantenimiento de sistemas y con quienes supervisan

directamente dicho proceso; los resultados obtenidos fueron comparados con los de diversas investigaciones realizadas en Estados Unidos, enfocadas también al factor humano en el proceso de mantenimiento de software, tales como el de Decleva en el año 1992, Chapin en 1984, Lientz y Swanson en 1980 entre otros.

Entre lo más destacable de los resultados obtenidos en su investigación sobre las actitudes del personal de mantenimiento se pueden mencionar los siguientes:

1.- Los casos de moral y habilidades del personal.

Para definir las consideraciones del personal con respecto a las oportunidades y demandas que encuentran tanto en el desarrollo como en el mantenimiento de software, se tomaron los resultados de 47 respuestas validas, de los cuales 34 fueron proporcionados por programadores de mantenimiento y las otras 13 por líderes de equipo o supervisores del proceso de mantenimiento, con lo cual se pudo llegar a los resultados mostrados en la tabla 1.

Como se puede apreciar en la tabla 1, por los bajos porcentajes obtenidos en la primera parte los resultados apuntan a que el total de los entrevistados, consideran en el caso de las oportunidades, que éstas son mayormente ofrecidas en el área desarrollo de software que en el área de mantenimiento, o en el segundo de los casos, consideran que las oportunidades se tienen por igual tanto en el mantenimiento como en el desarrollo de software.

La única marcada diferencia de opinión se tiene con respecto a la responsabilidad que implica el trabajo de mantenimiento en relación con el de desarrollo, en donde el 50% considera que el grado de responsabilidad es por igual en ambas labores, seguida de un 30% que piensa que adquieren mayor responsabilidad en el mantenimiento contra un 19 % que considera que esta se da más en la etapa de desarrollo.

Oportunidades y Demandas	Manten. (%)	Desarrollo (%)	Igual (%)
<i>Oportunidades: Cual ofrece más....</i>			
Responsabilidad	30	19	51
Satisfacción Personal	0	89	11
Desafíos	6	68	26
Oportunidad de aprendizaje	11	68	21
Crecimiento profesional	4	77	19
Exposición a la gerencia	4	68	28
Salario	2	45	53
Promedio	8	62	30
<i>Demandas: Cual demanda más...</i>			
Experiencia	36	30	34
Habilidad para interactuar con la gente	15	38	47
Habilidad para la solución de problemas	55	11	34
Habilidades de programación	21	34	45
Habilidades de diseño	0	77	23
Conocimiento del negocio del usuario	15	23	62
Intuición	26	19	55
Promedio	24	33	43

**Tabla 1. Datos obtenidos de 47 respuestas respecto a la moral y habilidades**

El punto más crítico de esta primera categoría, es la observada en relación con la opinión de la satisfacción personal que se obtiene al desempeñarse en uno de estos trabajos, en donde nadie (0%) considera que en el trabajo de mantenimiento se pueda obtener alguna satisfacción personal en tanto que el 89% respondió que esta satisfacción se puede obtener en el trabajo de desarrollo de software.

Por otro lado, el segundo tópico que es importante resaltar es en cuanto a la percepción de salarios en ambos trabajos, solo un 2% considera que se ofrecen mejores oportunidades salariales en el trabajo de mantenimiento con un contrastante 45% que considera que esta oportunidad se tiene en el trabajo de desarrollo.

En la segunda categoría referente a las demandas que se tienen tanto del trabajo de mantenimiento como en el de desarrollo, opinan lo contrario con relación a las oportunidades, ya que como se puede ver, partiendo del análisis del promedio general, éste apunta a que la mayoría considera que las demandas de habilidades y conocimientos son por igual en ambas tareas, quedando en un segundo término la opinión de que existen más demandas en el desarrollo, y la minoría contestó que esto se dé en el área de mantenimiento.

Sin embargo, este orden se ve enormemente afectado por el resultado obtenido con respecto al porcentaje de respuestas en el tópico de habilidades de diseño, en donde se considera que no son necesarias para el trabajo de mantenimiento, mientras que las dos terceras partes consideran que si lo son para el trabajo de desarrollo.

A pesar de lo antes mencionado, existen tres tópicos en los cuales el trabajo de mantenimiento supera el porcentaje de respuesta del de desarrollo, y estos son referentes a las demandas de experiencia, intuición y habilidad para la solución de problemas.

Con estos resultados se puede apreciar claramente, que en Singapur la percepción que tienen los mantenedores y supervisores del proceso de mantenimiento, es que este trabajo no ofrece ninguna oportunidad y que en cambio sí requiere de determinadas habilidades y mucha responsabilidad, por lo que es un tanto normal que con esta percepción que se tiene del trabajo del mantenimiento el personal que se desempeña en esta actividad no se sienta conforme con el mismo, lo que finalmente genera un problema para la organización del mantenimiento.

## 2.- Problemas experimentados en el departamento y cambios deseados.

Con relación a los problemas experimentados, de un total de 121 respuestas válidas, en donde la pregunta final era ¿Cuáles son los tres mayores problemas del mantenimiento del software en su departamento de sistemas de información?, las respuestas fueron muy variadas por lo que procedieron a agruparlas en cinco categorías: 1. Gestión del mantenimiento, 2. Características del sistema, 3. Factores del personal, 4. Relaciones con los usuarios, y 5. Factores del entorno.

Con respecto a la consideración de que el recurso humano es

uno de los mayores problemas del mantenimiento, los porcentajes obtenidos con relación al total de 121 respuestas, se pueden observar en la tabla 2.

En la tabla 2, se puede apreciar que el factor humano ocupa el tercer lugar entre los mayores o más recurrentes problemas en los departamentos de sistemas de información en Singapur, en donde 20 de un total de 121 respuestas coinciden con esta idea, lo que representa un 16.6%

Problema experimentado	Frecuencia	%
Gestión del mantenimiento	46	38.2
Características del sistema	38	31.2
Relaciones con los usuarios	13	10.7
Factores del entorno	4	3.3
<i>Factores del Personal:</i>		
Habilidades del personal	6	5.0
Núm. de personal disponible	6	5.0
Rotación del personal	4	3.3
Motivación del personal	4	3.3
<i>Sub-total</i>	<b>20</b>	<b>16.6</b>
	N=121	

**Tabla 2. Problemas experimentados en los departamentos de sistemas de información**

Por otro lado, en cuanto a los tres principales cambios que desearían hacer con respecto al mantenimiento de software en los departamentos de sistemas de información, se obtuvieron 102 respuestas válidas del personal entrevistado de esta área en Singapur, mismas que se presentan en la siguiente tabla (tabla 3):

Cambios deseados	Frecuencia	%
Gestión del mantenimiento	51	50.1
Características del sistema	27	26.4
Relaciones con los usuarios	10	9.8
<i>Factores del Personal:</i>		
Habilidades del personal	6	5.9
Numero de personal disponible	4	3.9
Motivación del personal	3	2.9
Rotación del personal	1	1.0
<i>Sub-total</i>	<b>14</b>	<b>13.7</b>

**Tabla 3. Categorías de cambios deseados en el mantenimiento de software**

Como se puede ver en este caso los cambios deseados relacionados con el personal ocupan también la tercera posición con respecto de los cuatro que fueron clasificados como los principales cambios, en donde de un total de 102 respuestas, 14 de ellas fueron orientadas a cambios en el personal del mantenimiento, con respecto a sus habilidades, cantidad, motivación y rotación, representando esto un 13.7%.

En ambos casos, tanto las habilidades como la cantidad de personal disponible para las labores de mantenimiento de software, representan los aspectos de mayor consideración dentro de los problemas y los cambios deseados para el departamento de mantenimiento.

Con esta investigación se pudo llegar a los siguientes resultados de lo que el personal que labora en el área de mantenimiento de software, en Singapur, manifestó en las encuestas:

- El personal no encuentra su trabajo ni desafiante ni responsable.

- Crean que sus colegas del área de desarrollo son mejor pagados y tienen mejores posibilidades de promoción.
- Hubo quejas por parte de los encuestados de que en sus departamentos no se practica suficientemente la rotación del trabajo, con lo que se ven privados de la oportunidad de ejercer sus diferentes habilidades y talentos.
- Otros encuestados que han permanecido estáticos en sus puestos, indicaron haber pedido desarrollar de manera simultánea nuevos sistemas y mantener los existentes, como resultado que los mantenedores no son capaces de experimentar la realización de un trabajo en su totalidad.
- Estas dos últimas apreciaciones generan en el personal de mantenimiento un efecto desmoralizante que les hace ver su trabajo como de bajo estatus.
- La opinión de los entrevistados es contraria a investigaciones realizadas en Norteamérica, en cuanto a que el mantenimiento requiere de más habilidades que el desarrollo de software.
- Se obtuvieron contrastantes puntos de vista del que tienen el personal de mantenimiento y los gerentes de mantenimiento con respecto a la relativa importancia de las áreas del problema.
- Los mantenedores perciben que los gerentes no tienen implementados procesos de mantenimiento para facilitarles el trabajo, o bien que los tienen implementados inadecuadamente.
- Por otro lado, los gerentes consideran que los casos relacionados con el personal de mantenimiento representan el principal obstáculo para el logro de sus metas.
- Además, aluden la preocupación de una mayor dirección sobre el mantenimiento debido a recursos inadecuados de personal de mantenimiento.
- En realidad, se podría discutir que tanto el personal de mantenimiento como los gerentes están en torno a un problema común, pero que se está viendo desde dos perspectivas diferentes.

Por otro lado, frecuentemente se relacionan las actividades de desarrollo y mantenimiento de software, sin embargo, la asignación de recursos organizacionales a nuevos sistemas de desarrollo y sistemas instalados de mantenimiento, raramente han sido estudiados como un problema conjunto [17]. En este aspecto, se presentan dos casos que forman la cruz para el problema de la organización:

- El primero de ellos es, si el analista o el programador profesional individual debe dividir su tiempo entre el mantenimiento y el trabajo de desarrollo de un nuevo sistema, y
- El segundo caso se presenta cuando se tiene que decidir si un individuo debe o no dividir su tiempo entre dos tareas, y si el personal de mantenimiento debe o no ser organizado en un departamento por separado.

Este problema implica considerar las teorías de dirección clásicas de Adam Smith y conceptos tales como la división horizontal del trabajo entre empleados en base a la especialización, y a través de niveles de dirección, típicamente

basados en principios de comando y control.

Así mismo, el análisis de este problema conjunto del mantenimiento y desarrollo de software, ha dado lugar a diversas investigaciones sobre lo que es la departamentalización de estos dos trabajos, que por su naturaleza implican algunas tareas similares que pueden ser desarrolladas por una misma persona, por lo que en muchas de las ocasiones no se hace una marcada diferencia entre ambas tareas.

### 2.3 DIMENSION DEL PROCESO.

Dentro de los cinco procesos (adquisición, suministro, desarrollo, operación y mantenimiento) que sirven a las partes principales durante el ciclo de vida software se encuentra la fase de mantenimiento del producto software. En dicho proceso se definen las actividades de la organización que da el servicio de mantenimiento del producto software, así como la designación del personal responsable de tales actividades; es decir, se define quienes serán los encargados de llevar a cabo la gestión de las modificaciones en el producto software para conservarlo actualizado y operativo, incluyendo la migración y la retirada del producto [15].

El recurso fundamental y clave para el mantenimiento del software es el humano [16]. Por ello se considera que una manera de mejorar el proceso de mantenimiento del software sería constituir un grupo separado de ingenieros que se dediquen específicamente a las tareas de mantenimiento. Esta organización puede ser constituida formalmente o de hecho, pero en cualquiera de los casos, lo fundamental es establecer los procedimientos de evaluación, control, supervisión e información para cada petición de modificación del software, de modo que el equipo esté debidamente organizado, independientemente de su tamaño.

En el apartado siete de la Norma ISO 14764 [6] referente a la Estrategia para el mantenimiento de software, se menciona que los elementos en los que debe consistir esta estrategia deben ser el concepto de mantenimiento, el plan de mantenimiento y el análisis de recursos.

Dentro de lo que es el Concepto de Mantenimiento, especifica que es importante que desde un principio se designe a la persona encargada del mantenimiento y que se documente debidamente, aún incluso cuando sea dentro de la misma organización, o en su caso especificarse si se llevará a cabo por medio de terceras personas.

En el caso de la mantenibilidad o facilidad de mantenimiento del software, el cual se puede definir como la medida cualitativa de la facilidad de comprender, corregir, adaptar y/o mejorar el software, dentro de los diversos factores que lo componen y que pueden afectar o influir en el mantenimiento del mismo, se encuentran algunos que están relacionados con el recurso humano, que son [14]:

- La adecuada calificación del equipo de desarrolladores del software
- La disponibilidad de la persona o grupo que desarrolló originalmente el software.

De ahí que se pueda entender la importancia del recurso humano como uno de los principales elementos dentro del proceso de mantenimiento del software.

Pero la importancia que lleva implícita el factor humano en cualquier organización, sea cual sea el objetivo, en el caso del proceso software se ve reflejada, incluso desde su creación, ya que para que una fábrica de software pueda tener calidad, debe considerar el aspecto humano como una de las dimensiones que puede implicar el concepto de calidad en el producto software.

Para conseguir la calidad en el producto entregado, una fábrica de software necesita tener calidad en cuanto a su personal, y para ello debe tener una base clara y definida de los perfiles y carreras profesionales del personal, siendo además importante que éste sea adecuado y estable, con lo cual se podrían tener las condiciones suficientes [13].

### 2.3.1 Requerimientos de recursos.

La Norma ISO 14764 [6], en lo referente al análisis de recursos como uno de los elementos en los que debe consistir la estrategia para el mantenimiento de software, identifica los requerimientos de recursos para el mantenimiento software, los cuales son respecto al personal, al entorno y los recursos financieros.

- Recursos de personal.- Se considera como uno de los aspectos principales en la planificación del mantenimiento de recursos para el mantenimiento software, el cual es un factor de coste importante y a la vez, el más difícil de determinar exactamente.
- Recursos del entorno.- Es el entorno de mantenimiento en el cual el mantenedor desempeñará sus actividades, y que debe ser independiente del entorno de desarrollo, debido a que son actividades especializadas que necesitan sistemas separados.
- Recursos financieros.- El presupuesto con el que el mantenedor debe contar como apoyo para sus actividades de mantenimiento, que puede referirse a: salarios (incluyendo horas extras), entrenamiento, costes anuales de mantenimiento para licencias de software, viajes, publicaciones técnicas (libros o revistas), hardware y software necesarios, así como la actualización de los mismos.

Como se puede ver, en la Norma ISO 14764, se contempla no sólo al recurso humano como un factor fundamental en el proceso de mantenimiento software, sino que además considera los recursos que puedan facilitar el desempeño de sus tareas, con lo cual, si en la practica se llevaran a cabo se podrían evitar algunos de los problemas que representa para dicha actividad.

## 3. EL RECURSO HUMANO EN LAS ONTOLOGÍAS DEL MANTENIMIENTO DE SOFTWARE.

Una ontología es una especificación explícita de una conceptualización [4], y lo que pretende es reunir y formalizar

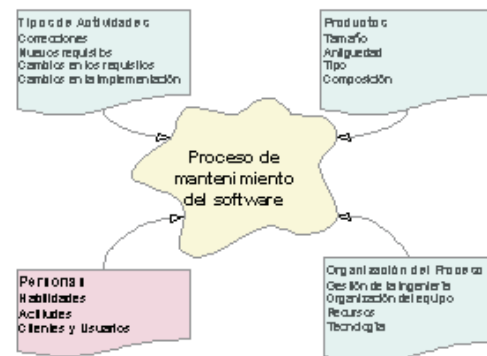
el conocimiento sobre un determinado dominio de problema, permitiendo mejorar la comunicación y el entendimiento mediante el establecimiento de vocabularios comunes. En lo que se refiere al mantenimiento de software, en [8] proponen una ontología informal para tal proceso.

La ontología informal propuesta por Kitchenham y colaboradores contempla dos escenarios de mantenimiento comunes, y pretende más que ser una jerarquía de términos, ser un medio que apoyado en una taxonomía de descripción de los diferentes niveles de los factores, permita identificar a aquellos que afectan en el mantenimiento. Así mismo, buscar aportar cuatro beneficios principales a la comunidad investigadora sobre el tema, que son:

- Proporcionar un contexto dentro del cual se puedan investigar cuestiones específicas acerca del mantenimiento.
- Ayudar a entender y resolver contradictorios resultados observados en estudios empíricos.
- Proporcionar un marco de trabajo estándar para asistir al reporte de estudios empíricos de manera tal que puedan ser clasificados, entendidos y replicados, y
- Proporcionar un marco de trabajo para la categorización y organización de estudios empíricos dentro de un cuerpo de conocimiento.

La propuesta inicial de los factores del dominio que afectan el mantenimiento de software se aprecia en la Fig. 3, en donde se ve la clasificación que hacen de cada uno de estos factores, la cual creen que permitirá a los investigadores entender mejor el contexto del mantenimiento y la planeación de necesidades de búsqueda para investigar las relaciones entre éstos factores y el contexto de mantenimiento.

Como se muestra en la figura 3, uno de los factores contemplados en el proceso de mantenimiento es el personal, dentro del cual hay una clasificación referente a las habilidades, actitudes, clientes y usuarios.



**Figura 3. Factores de dominio que afectan al proceso de Mantenimiento de Software**

Considerando que el aspecto humano es el que nos interesa analizar en particular dentro del proceso de mantenimiento, se toma a continuación de esta ontología sólo las definiciones



correspondientes (tabla 4).

Organización del cliente	La organización u organizaciones que usan el producto mantenido y tienen una relación definida con la organización del mantenimiento
Organización del mantenimiento	La organización que mantiene el producto o productos
Recurso Humano	Empleados del mantenimiento u organización de clientes. El staff de organización de mantenimiento puede ser clasificado como administradores o ingenieros. Empleados de la organización de clientes pueden ser clasificados como clientes o usuarios. Los administradores en la organización del mantenimiento negocian con los clientes para determinar el nivel de servicio de los acuerdos y costos y la programación de mejoras requeridas.

**Tabla 4. Definiciones de la Ontología de Personal**

- Organización del cliente: La organización u organizaciones que usan el producto mantenido y tienen una relación definida con la organización del mantenimiento
- Organización del mantenimiento: La organización que mantiene el producto o productos
- Recurso Humano: Empleados del mantenimiento u organización de clientes. El staff de organización de mantenimiento puede ser clasificado como administradores o ingenieros. Empleados de la organización de clientes pueden ser clasificados como clientes o usuarios. Los administradores en la organización del mantenimiento negocian con los clientes para determinar el nivel de servicio de los acuerdos y costos y la programación de mejoras requeridas.

Como se ha mencionado anteriormente, el proceso de mantenimiento de software es un conjunto de actividades las cuales requieren de recursos para ser llevadas a cabo, y de acuerdo a esta ontología de la actividad del mantenimiento, se define a los recursos como todo lo que es usado para realizar una actividad, el cual puede ser hardware, software o recurso humano.

En consideración de que la producción y mantenimiento de software son intensas actividades humanas las cuales involucran grupos de gente trabajando de manera conjunta, mismos que a su vez forman parte de grandes organizaciones, no se puede ignorar el elemento social y humano, por ello contemplan dos grupos de staff o personal involucrados en el proceso de mantenimiento: 1. El personal de la organización del mantenimiento y, 2. El personal de la organización cliente / usuario.

1.- Personal de la organización del mantenimiento. Dentro de este primer grupo de personal definido en la ontología se consideran dentro de ella tres aspectos relacionados con el personal, que son las actitudes, las responsabilidades y las habilidades.

Las actitudes y motivaciones del personal son generalmente acordes al impacto en la calidad de cualquier actividad. En el área del mantenimiento del software, los problemas con la motivación surgen por la idea de que es un trabajo de menor importancia y menos reconocido que el trabajo de desarrollo de software. A menudo la organización presenta problemas de actitudes debido a la consideración de que el hacer el trabajo de mantenimiento es como equivalente a un castigo, y porque se asignan novatos a dicho trabajo. Estos factores parecen difíciles de caracterizar, pero representan un gran impacto en la productividad y calidad de las actividades de mantenimiento y en general al personal de mantenimiento quien es receptivo a cambios en el proceso.

Las Responsabilidades del personal, es un área que parece tener un mayor impacto en la cultura total del mantenimiento de una organización, si es que hay o no una separación estricta entre las responsabilidades del personal para el desarrollo del software y las responsabilidades para el mantenimiento del mismo. En realidad no existe una real separación entre el desarrollo y el mantenimiento ya que estos parecen estar asociados con un particular tipo de producto, situación que se puede apreciar cuando:

- Los clientes y usuarios avisan de fallos en el sistema, el cual sufre una evolución continua, ambiente en que no puede haber ninguna diferencia práctica entre las herramientas y procedimientos usados para el desarrollo y aquellos usados para el mantenimiento, siendo además, el personal quien no hace ninguna distinción significativa entre el desarrollo y mantenimiento.
- Las organizaciones de mantenimiento están completamente separadas de los departamentos de desarrollo, o no trabaja para la misma compañía que desarrolló el código que ellos mantienen, con lo que los programadores de mantenimiento pueden necesitar herramientas especialmente diseñadas para apoyar sus tareas de mantenimiento.
- Por último, si el personal es responsable del mantenimiento de un solo producto o de un grupo de productos.

Las habilidades del personal. En general, se refiere al personal más experimentado de mantenimiento, la mejor productividad y calidad de las actividades de mantenimiento. Diferentes actividades requieren diferentes habilidades, así que estos factores necesitan ser controlados o especificados durante los estudios empíricos de las actividades de mantenimiento.

2.- Personal de clientes y usuarios. En este segundo grupo de personal considerado en la ontología para mantenimiento de software, mencionan los casos en los que los clientes y usuarios afectan el mantenimiento, que son:

- El tamaño de la población de usuarios, el cual afecta la cantidad de trabajo requerido para dar soporte a aplicaciones particulares.
- La variabilidad de la población de usuarios, el cual afecta el alcance de las tareas de mantenimiento. Cuanto más variada es la población de usuarios, más variados son los problemas que ellos encontrarán y

remitirán al personal de mantenimiento.

- Si el cliente y la organización del mantenimiento es parte o no de la misma compañía. Las relaciones entre los clientes y el grupo de mantenimiento pueden ser menos cooperativas si los grupos son de diferentes compañías.
- El punto en el cual el cliente y el usuario tiene metas comunes. Los clientes son el fondo de las actividades del mantenimiento, si ellos no entienden los requerimientos de los usuarios reales, ellos pueden imponer inapropiados niveles de servicios acordados, para detrimento del usuario del producto quien se volverá menos satisfecho con la organización del mantenimiento.

Basándose principalmente en la ontología informal de Kitchenham y en las propuestas de diversos autores sobre el tema de ontologías, Ruiz [16] definió sub-ontologías para cada uno de los factores que afectan el mantenimiento del software y de ellas surge la sub-ontología referente a la jerarquía de tipo de agentes que existen durante la gestión de proyectos de mantenimiento (Fig. 4).



**Figura 4. Organización de las Ontologías de MANTIS**

Las características de esta jerarquía son:

- Los agentes pueden ser personas o herramientas software
- Los agentes humanos pueden ser personas individuales u organizaciones formadas por personas que a su vez desempeñan un puesto determinado dentro de la misma.
- Cada organización tiene un modelo organizacional, y
- Existen tres tipos de organizaciones virtuales: mantenedor, cliente y usuario.

En esta sub-ontología se definió el glosario de conceptos, los atributos y las interrelaciones, que son referentes al factor humano que interviene en el proceso de mantenimiento, las cuales se muestran en las tablas 5, 6 y 7 respectivamente:

En la tabla 5 de conceptos se puede apreciar como es considerado el aspecto humano en sus diferentes variantes como un elemento de intervención básica dentro del proceso de mantenimiento de software, el cual puede participar de manera individual o bien en equipos, así como también puede pertenecer a la organización del mantenimiento, o puede no serlo, como es el caso de los clientes y usuarios. Cuando se habla de mantenimiento de software, se habla también de diferentes sujetos que intervienen en el proceso, de ahí la importancia de definir cada uno de ellos.

En la tabla de atributos (tabla 6) se especifican las características propias con las que deben contar las personas que llevan a cabo el trabajo de mantenimiento, son conceptos que comúnmente se manejan en el lenguaje del mantenimiento al referirse al personal y sus atributos, mismos que como se vió en secciones anteriores representan en ocasiones un problema en el desempeño del mismo. Por ello es importante especificar a que se refiere con cada uno de estos conceptos.

En la tabla 7 de interrelaciones se especifica la manera en que los agentes definidos en la tabla 5, pueden estar interrelacionados entre si de acuerdo a sus roles o actividades dentro del proceso de mantenimiento.

Con la definición de esta sub-ontología de agentes se pretende satisfacer la necesidad de basar en una misma conceptualización todos los modelos y meta modelos utilizados en el dominio del problema de la gestión del proceso de mantenimiento de software, tales como conjunto de objetos, conceptos, entidades e interrelaciones entre ellos, que ponga a disposición de todos los componentes del entorno una ontología común.

## 4. SOLUCIONES.

Ante los problemas planteados en el proceso de mantenimiento en donde el factor humano está involucrado, diversos estudios al respecto han propuesto métodos de solución que van desde las consideraciones mas simples en consideración de que el ser humano es un ser pensante y susceptible a su entorno, hasta aquéllas que pasan de considerar al mantenedor como una persona individual, y que proponen soluciones a nivel organizacional.

A continuación se presenta una clasificación de las diversas propuestas de solución a los problemas encontrados en la literatura, en donde se hace una organización de las mismas de acuerdo a la causa o evento que los pudo haber originado.

### 4.1 Soluciones de Gestión.

De igual forma en que se han identificado los principales problemas del mantenimiento, también se plantean diversas propuestas para resolver estos problemas, las cuales de acuerdo al tipo de problema se pueden dividir en dos categorías: las que proponen soluciones técnicas y las que proponen soluciones de gestión (de organización).

De este modo, en el estudio realizado por [18], proponen como una solución a los problemas en los departamentos de sistemas en Singapur, las siguientes alternativas de acción por parte de los gerentes de mantenimiento, con respecto a los empleados del área:

- Los gerentes necesitan centrarse mas en crear una trayectoria de la carrera para su personal de mantenimiento.
- Ofrecer estímulos de compensación, premios y seguridad
- Tener un énfasis relativamente mayor en la dirección del personal del mantenimiento, que en el de

Concepto	Super-Concepto	Descripción	Propósito
Actividad	-	Ver sub-ontología de las actividades	-
Agente	Elemento	Una persona, organización o aplicación software que desempeña un papel activo en la realización de un proyecto de mantenimiento, es decir, realiza alguna(s) actividad(es). Sinónimo: actor.	Identificar los participantes en el proyecto.
Cliente	Organización	Organización propietaria del producto software mantenido.	Definir las organizaciones participantes.
Humano	Agente	Agente que es una persona individual o un grupo de personas (organización).	Definir estructural organizacional.
Mantenedor	Organización	Organización que realiza el servicio de mantenimiento del producto software.	Definir las organizaciones participantes.
Organización	Humano	Un agente humano formado por un grupo de personas u organizaciones más simples (sub-organizaciones) que actúan con una identidad común en el proyecto. Ejemplos: empresa cliente, equipo de mantenimiento, departamento de informática.	Definir estructural organizacional.
Persona	Humano	Agente humano individual.	Identificar personas participantes.
Producto	-	Ver sub-ontología de los productos	-
Puesto	Concept	Un puesto de trabajo dentro de una organización. Es ocupado por una persona. Ejemplos: Jefe de proyecto, Director de TI.	Definir estructural organizacional.
Recurso	-	Ver sub-ontología de las actividades	-
Rol	Concept	Abstracción de un conjunto de habilidades o capacidades necesarias para realizar una o varias actividades. Sinónimos: papel, función. Ejemplos: responsable de pruebas, ingeniero de mantenimiento.	Establecer responsabilidades.
Software	-	Ver sub-ontología de las actividades	-
Usuario	Organización	Organización que utiliza el producto software mantenido.	Definir las organizaciones participantes.

Tabla 5. Glosario de conceptos

Concepto	Atributo	Descripción	Cardinalidad
Persona	Actitud	La actitud o motivación de una persona para realizar su trabajo. Produce un impacto importante en la calidad de los procesos.	1
	Habilidades	Habilidades que posee una persona (relacionadas con proyectos software). Similares a las de los roles.	1..*
Rol	Capacidades	Capacidades (conocimientos y dominios) necesarias para poder desempeñar un rol. Ejemplo: análisis y diseño con UML.	1..*
	Habilidades	Habilidades personales que ayudan a poder desempeñar mejor un rol. Ejemplo: liderazgo.	1..*

Tabla 6. Tabla de atributos

Nombre	Descripción
Desempeña	Un agente puede desempeñar varios roles en un proyecto. Igualmente, un rol puede ser desempeñado por varios agentes diferentes.
Emplea	Cada persona en cada organización es empleada en un determinado puesto.
Es-dueño	Un recurso puede tener un propietario, que debe ser un agente humano.
Es-responsable-de	Cada actividad tiene un rol que es responsable de su correcta realización.
Incluir	Las organizaciones pueden estar formadas por otras organizaciones más simples (sub-organizaciones) y pueden ser parte de otras organizaciones más complejas.
Informar-a	Los puestos de trabajo de una organización tienen una organización jerárquica de forma que cada puesto informa y obedece a su inmediato superior.
Posee	Los agentes humanos pueden ser propietarios de los recursos utilizados en el proyecto.
Realiza	Durante la fase de ejecución del proyecto, agentes concretos realizan las actividades.
Soporta	La organización de mantenimiento (mantenedor) da servicio de mantenimiento de unos determinados productos software.
Utiliza	Una organización usuario utiliza unos determinados productos software.

Tabla 7. Interrelaciones de los sujetos

desarrollo

- Estar alertas a las oportunidades para promocionar la importancia del mantenimiento y de cambiar la actitud de los gestores veteranos (senior).

Otras propuestas de gestión para la solución al problema del mantenimiento son planteadas en [14] en donde se considera que el recurso clave y fundamental para el mantenimiento del software es el humano, y que por lo tanto, una manera de mejorarlo sería:

- Constituir un grupo separado de programadores dedicados a mantener código antiguo, de modo que no se asigne este trabajo a personal nuevo e inexperto que no sepa llevar a cabo su trabajo adecuadamente.
- Otra solución a corto plazo pudiera ser el aumento de los recursos humanos y económicos dedicados al mantenimiento del software.
- Una de las más importantes sería la organización del

equipo humano, debiendo establecer claramente las personas que participaran en cada actividad, dado que las tareas relacionadas con el mantenimiento se inician desde antes de las primeras peticiones del mismo.

Con respecto a este último punto, la organización puede ser creada formalmente como se establece en el estándar ISO 14764 [6], o bien puede constituirse de hecho, pero en cualquier caso, se deberían establecer claramente los procedimientos de evaluación, control, supervisión e información de cada petición de mantenimiento.

#### 4.2 Soluciones de Organización.

Entre las diversas alternativas existentes sobre como organizar el equipo de mantenimiento, el cual puede ser incluso en pequeños equipos en los que lo esencial establecer una delegación de responsabilidades, en el informe técnico de una metodología para el mantenimiento de software MANTEMA [15], se considera la existencia de tres

organizaciones participantes en el mantenimiento de software:

- El cliente.- Que es la organización propietaria del software y por tanto la que solicita el servicio de mantenimiento.
- La organización de mantenimiento.- Que es la organización que realiza el servicio de mantenimiento, es decir, el equipo de mantenimiento formado por las personas concretas encargadas de realizar el mantenimiento.
- El usuario.- Que es la organización que utiliza el software objeto del mantenimiento.

Dependiendo de la situación, cada una de estas organizaciones puede ser una organización diferente, o bien coincidir varias organizaciones en una sola, como pudiera ser el caso de cliente y usuario, quienes pueden constituir una sola organización al ser quien adquiere y a la vez utilice el software. Así mismo, se distinguen diversos perfiles para cada una de las organizaciones participantes antes mencionadas, y son:

Perfiles del cliente:

- Solicitante: Es quien presenta las solicitudes de modificación y establece los requerimientos necesitados para su implementación y los entrega a la organización del mantenimiento.
- Organización del sistema: Es el departamento que conoce el sistema que será mantenido, y
- Atención a usuarios: Es el departamento que presta asistencia a los usuarios.

Perfiles de la organización de mantenimiento:

- Gestor de peticiones: Es quien acepta o rechaza las peticiones de 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: Es quien prepara la etapa de mantenimiento, y establece las normas y procedimientos necesarios para llevar a cabo la metodología de mantenimiento usada.

Perfiles de usuario.

- Usuario: Es quien utiliza el software mantenido y comunica las incidencias a atención de usuarios.

Algunas otras alternativas de solución mediante la organización del equipo de mantenimiento, son mencionadas en [16], tales como:

- La adopción de la teoría de colas para evaluar la dotación de personal, la gestión del proceso y la evaluación del nivel de servicio.
- Un método para dimensionar la platilla de personal de proyectos de mantenimiento críticos, o bien
- Aplicar las ideas del campo de la medicina conocido como "procesamiento humano de información"

Una de las ventajas que se obtienen al organizar el equipo humano dedicado al mantenimiento del software desde el principio del proceso, es que al tener claramente identificadas las actividades de las que serán responsables las personas participantes en la organización, se evita el que una misma persona desarrolle diferentes tareas simultáneamente (desarrollo y mantenimiento), de modo que tenga que estar cambiando de una a otra, cada vez que así se requiera.

#### 4.3 Soluciones de Capacitación del Personal.

Otros estudios como el realizado por [7], proponen un modelo de madurez del mantenimiento correctivo de software para educar y entrenar a los ingenieros de mantenimiento, que ofrece sin duda de llegar a ser aplicado en todas las organizaciones, una solución al problema que genera el desconocimiento por parte del personal sobre las actividades que tiene que realizar, por el hecho de ser nuevo en la organización ó simplemente porque no participó en la fase de desarrollo del sistema.

Este modelo de madurez está enfocado en capacitar y entrenar al personal encargado de llevar a cabo el mantenimiento correctivo dentro de la organización del mantenimiento, al cual se refieren específicamente como las actividades realizadas para atender los defectos en el software; y dentro de esta etapa consideran tres niveles, de los cuales a su vez, en cada uno de ellos existen diversos aspectos sobre la capacitación y entrenamiento que debe recibir el personal:

1. En la fase inicial la capacitación y entrenamiento solo son invocados cuando la organización emplea nuevo personal o dirige mayores cambios tales como en negocios, portafolio de sistemas, o tecnología. En este nivel generalmente el personal de mantenimiento de manera individual ha tenido pocas oportunidades de desarrollar sus habilidades, y los aspectos de considerados en este nivel son:

- Institucionalizar la capacitación general y un programa de entrenamiento de los ingenieros de mantenimiento, con la finalidad de introducir al personal contratado recientemente en lo que es la organización, sus productos y procesos.
- Que los mantenedores sean capacitados cuando la necesidad así lo requiera, ya sea por la introducción de un nuevo software, por nuevas aplicaciones, o nuevos métodos de procesos.

2. En el nivel 2 ó de madurez definida, los procesos de capacitación y entrenamiento son definidos, documentados y principalmente adicionados, y es donde se hace un esfuerzo por conocer la educación básica y las necesidades de entrenamiento de cada uno de los mantenedores. En este nivel, se consideran los siguientes aspectos:

- Asignar a cada ingeniero de mantenimiento los recursos para capacitación y entrenamiento del mantenimiento, con la finalidad de que una vez definida la educación de los mantenedores y las necesidades de entrenamiento, al asignar los recursos estas se puedan realizar.
- Reservar tiempo de estudio para sí mismo

(mantenedores), debiendo tener algo de tiempo para leer literatura y/o diferentes tipos de documentación, ya que no es suficiente con proporcionar cursos, seminarios y conferencias.

- Que el personal de mantenimiento este familiarizado con el producto mantenido en una base regular, de modo que debe tener conocimiento tanto del producto en su totalidad como de los componentes que están manteniendo y mediante esta familiaridad con el producto mejorar la calidad de su trabajo.
- Que los ingenieros de mantenimiento estén adecuadamente entrenados y motivados para realizar sus roles dentro del proceso de mantenimiento, y así ayudarlos a entender dicho proceso permitiéndoles hacer sugerencias para mejoras del mismo.
- Que los mantenedores estén capacitados en dónde, cómo y cuándo se les permite desviarse del seguimiento del proceso definido.
- Institucionalizar el introducir en el trabajo de mantenimiento a los mantenedores contratados recientemente.
- Proporcionar entrenamiento en las habilidades de comunicación, involucrando habilidades orales y de comunicaciones interpersonales.

3. En el tercer nivel que es el de madurez óptima, las organizaciones cultivan y mejoran las capacidades de los mantenedores para conducir el mantenimiento correctivo, y los elementos en este nivel son:

- Que la organización proporcione el nivel de especificación de cada rol, la descripción de su trabajo y los títulos requeridos.
- Que la organización cuente con un extenso inventario de los conocimientos, habilidades, y experiencias de cada ingeniero de mantenimiento el cual debe estar almacenado en un repositorio común.
- Con respecto a los roles y planes de carrera de los mantenedores, hacer evaluaciones continuas de las calificaciones y necesidades de capacitación, de modo que se prevenga a los mantenedores de la reducción de la competencia en su ramo y así impedir el deterioro del proceso de mantenimiento.
- Que la organización proporcione un glosario común de términos para facilitar la capacitación y comunicación.
- Que la organización registre de manera anónima los casos de fallos en el comportamiento del sistema, remediando así el hecho de que algunos consiguieran promociones apresuradas y no apropiadas que sólo obstruyen y comprometen el trabajo de otros ingenieros de mantenimiento.
- Que la organización proporcione capacitación y entrenamiento en habilidad escrita, ya que la mayoría de los ingenieros son buenos en programación y estructuración de la información, pero muchos de ellos no son capaces de expresarse por escrito incluso en su idioma nativo.
- Con esta propuesta del modelo de madurez del mantenimiento correctivo, que está diseñado para

capacitar y entrenar a los empleados del departamento de mantenimiento, se evitarían algunos de los problemas que se producen por la baja autoestima que genera en el personal al considerar que este trabajo es de bajo nivel, ya que en cierto modo de ésta manera la organización estaría mostrando preocupación e interés por el equipo de trabajo de mantenimiento.

#### 4.4 La departamentalización en el desarrollo y mantenimiento de software.

Diversos estudios se han centrado en dar solución a los problemas del mantenimiento de software, en donde se ofrecen diversas propuestas o alternativas tanto de gestión como técnicas. En la investigación realizada por [20], se centran en el análisis de uno de los problemas del mantenimiento el cual es originado por las diferencias entre las actividades de mantenimiento y de desarrollo de software las cuales implican que el trabajo a desarrollar en el primero sea un tanto diferente del segundo, sin embargo el problema es que frecuentemente los programadores de mantenimiento a menudo realizan las mismas tareas como programadores de desarrollo.

Como una propuesta de solución a las diferencias que existen entre las tareas del mantenimiento y de desarrollo, considera la departamentalización de la mismas, concepto que se relaciona con la agregación de los roles de trabajo para formar grupos, unidades, departamentos y divisiones [17], quienes además consideraron de importancia tres particulares bases de división del trabajo y departamentalización del personal de sistemas dentro el desarrollo y mantenimiento del software:

- Por el tipo de trabajo: El análisis de sistemas vs. Programación
- Por el tipo de aplicación: Aplicación en un grupo A vs. aplicación en un grupo B
- Por la fase del ciclo de vida: Desarrollo vs. Mantenimiento.

La departamentalización tiene sus ventajas y desventajas [20], sin embargo basados en los estudios previos de Declava, y adoptando su teoría consideran que las organizaciones del mantenimiento pueden ser clasificadas de dos maneras: separando el mantenimiento del desarrollo, o bien juntando dichas actividades.

En su estudio aplicaron métodos empíricos cualitativos para investigar la influencia de la departamentalización en diferentes aspectos del mantenimiento, y para ello definieron 7 hipótesis, de las cuales, la segunda de ellas era referente a los problemas del mantenimiento, misma que definieron como: "los problemas del mantenimiento no son significativamente diferentes con la departamentalización".

El principal problema del mantenimiento relacionado con el personal, es con respecto a las habilidades y cantidad de personal asignado al mantenimiento, la rotación del personal, etc. y hacen la aclaración de que la departamentalización no puede resolver el problema de la insuficiencia del personal de mantenimiento.

Sin embargo, a pesar de que las habilidades de mantenimiento en organizaciones separadas pueden ser grandemente mejoradas, debido a que hay una mayor concentración en las tareas de mantenimiento, en este tipo de estructura organizacional es más probable que los programadores de mantenimiento sean principiantes o estén por debajo del promedio con respecto a las habilidades necesarias.

Esto último podría ser la razón por la que el problema con el personal no es significativamente diferente para la departamentalización en problemas de dirección, lo que implica que en organizaciones separadas, los estándares de mantenimiento y políticas no aplican ninguna diferencia de éstos en organizaciones conjuntas. Como resultado de la investigación realizada, la hipótesis propuesta fue aceptada.

La organización del mantenimiento separada de la del desarrollo del software implica situaciones tales como el que se gaste una mayor proporción de tiempo en el soporte a usuarios debido a tareas de mantenimiento, pero por otro lado, los desarrolladores se enfrentan al reto de un cambio del énfasis a la garantía de la calidad y de la mejora de servicios al usuario, mejorando así su nivel de satisfacción.

## 5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones y lecciones aprendidas como resultado de este estudio sobre el estado del arte del factor humano en el proceso de mantenimiento de software, son las siguientes.

El mantenimiento es una de las fases principales dentro del ciclo de vida del software, en la cual se llevan a cabo una serie de actividades que están a cargo del personal de mantenimiento o mantenedores, los cuales son un elemento fundamental para el éxito de este proceso.

Sin embargo, a pesar la relevancia económica que tiene el mantenimiento, a menudo es considerado por el personal de sistemas como un trabajo de bajo nivel, en donde no se tienen oportunidades de crecimiento profesional y en donde no les es reconocido su esfuerzo, tal como se ocurre en el área de desarrollo del producto software. Esta mentalidad ha sido uno de los principales motivos que generan problemas en el proceso de mantenimiento de software, ya que los programadores solo se quieren dedicar al desarrollo de sistemas, sin interesarles su mantenimiento.

En muchas organizaciones no se considera al recurso humano desde el punto de vista social, emocional o racional; así mismo, tampoco le dan la importancia que debiera al trabajo de mantenimiento. Muchas organizaciones asignan a esos puestos a personas de poca experiencia, lo que genera un sentimiento de disgusto cuando una persona del área de desarrollo es trasladada al área de mantenimiento (piensan que los están bajando de nivel organizacional).

Las diversas investigaciones analizadas en éste tema muestran que hay mucho por hacer en el mantenimiento del software con respecto al recurso humano.

Por otro lado, existen estándares que definen claramente que, desde el inicio del proceso, se debe especificar quiénes serán los encargados de realizar las diversas actividades y cuales

serán sus roles dentro de la organización. De este modo, al considerar de manera formal al departamento de mantenimiento dentro de una organización, adicionalmente a una mayor organización y control de las tareas, se estaría en cierto modo asignando un determinado estatus organizacional a los mantenedores.

Se trata de, como en cualquier otro proceso importante para una organización, prestar mayor atención al recurso humano en el mantenimiento del software; demostrando interés en proporcionar capacitación continua, asignando los recursos necesarios para que puedan llevar a cabo su labor, realizando una mayor supervisión por parte de los gerentes de mantenimiento, y asignando mejores sueldos. Estas son algunas de las opciones que permitirían que el personal de mantenimiento sienta que su trabajo está recompensado y valorado.

Todo lo anterior lleva a mayores beneficios para la organización, ya que se podrían evitar situaciones como la falta de personal con los conocimientos y habilidades necesarias, rotación por falta del mismo, tener que contratar gente inexperta ó con desconocimiento del sistema a mantener ó, en un caso extremo, tener que contratar a una organización externa.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Barrios, B. B. Aprendizaje Colaborativo en Enseñanza a Distancia. Fac. de Informática. Depto. de Inteligencia Artificial. (Madrid, 1999) Universidad Politécnica de Madrid.
- [2] Engestrom, Y., Miettinen, R. et al. Perspectives on Activity Theory. (New York, 1999) Cambridge University Press.
- [3] Erickson, T., Alverson, C. et al. Social Translucence: Designing Social Infrastructures that make Collective Activity Visible. Communications of the ACM. (2002) Vol. 45: 40-44.
- [4] Gruber, T. R. "Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing." International Journal of Human-Computer Studies (1995) 43(5/6): pp 907-928.
- [5] IEEE, "IEEE Standard for Software Maintenance." IEEE Std 1219-1993 New York, NY. (1993)
- [6] ISO/IEC "FDIS: 14764: Software Engineering-Software Maintenance (draft)." (1998)
- [7] Kajko-Mattsson, M., Forssander, S. et al. Corrective Maintenance Maturity Model (CM3): Maintainer's Education and Training. Proceedings of the 23rd International Conference of Software Engineering, Toronto, Ontario, Canada., IEEE Computer Society. (2001)
- [8] Kitchenham, B. A., Travassos, G. H. et al. "Towards an Ontology of Software Maintenance." Journal of Software Maintenance: Research and Practice 11(Caso 6): Pag. 365-389. (1999)
- [9] Lientz, B. P. "Issues in Software Maintenance." Computing Surveys Vol. 15(No. 3): pp 271-278. (1983)
- [10] Lougher, R. and Rodden, T. Supporting Long-term Collaboration in Software Maintenance. Conference on Organizational Computing Systems, California, USA, ACM Press. (1993)
- [11] Páez, D. Teoría y Métodos en Psicología Social. Barcelona: Anthropos. (1992)
- [12] Peiró, J. M. Psicología de la Organización. Madrid: UNED.

(1995)

[13] Piattini, M. y García, F. Calidad en el Desarrollo y Mantenimiento del Software. Madrid, RA-MA Editores. (2003)

[14] Piattini, M., Villalba, J. et al. Mantenimiento del Software: Modelos, técnicas y métodos para la gestión del cambio. Madrid, RA-MA Editores. (2000)

[15] Polo, M., Piattini, M. et al. MANTEMA versión 2.0: una Metodología para el Mantenimiento de Software. Cd. Real, Departamento de Informática. (1999)

[16] Ruiz, F. "MANTIS: Definición de un Entorno para la Gestión del Mantenimiento del Software". Departamento de Informática. Cd. Real, España, Castilla-La Mancha. (2003)

[17] Swanson, E. B. and Beath, C. M. "Departmentalization in software development and maintenance." Communications of the ACM Vol. 33(Number 6): pp. 658-667. (1990)

[18] Tan, W.-G. and Gable, G. G. "Attitudes of Maintenance Personnel Towards Maintenance Work: A Comparative Analysis." Software Maintenance: Research and Practice Vol. 10(1): pp. 59-74. (1998).

[19] Tiako, P. F. Maintenance in joint Software Development. Proceedings of the 26th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC'02), Oxford, England, IEEE. (2002).

[20] Yeh, D. and Jeng J.-H. "An empirical study of the influence of departmentalization and organizational position on software maintenance." Journal of Software Maintenance: Research and Practice Vol. 14: pp. 65-82. (2002)

