

MODELO BIDIMENSIONAL DE RIESGOS DEL MANTENIMIENTO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN (ERP)

Salmerón Silvera, J. L.
López Vargas, C.
Universidad Pablo de Olavide

Recibido: 13 de agosto de 2009

Aceptado: 26 de marzo de 2010

RESUMEN: La adopción y expansión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el ámbito empresarial se está produciendo a gran velocidad. De la mano de las más innovadoras TIC y de los sistemas informáticos, surgen y se desarrollan los sistemas ERP. Éstos han sido implantados por empresas de todo el mundo. Tras su implantación, comienza su mantenimiento. Para que el resultado de estos proyectos sea satisfactorio, los riesgos que lo afectan tienen que ser gestionados. Una pobre gestión de estos riesgos, con frecuencia origina fallos en el sistema, lo que hace que las compañías tengan que asumir altas pérdidas. Para gestionar adecuadamente los riesgos, los profesionales deben comenzar identificándolos y clasificándolos. Para apoyar su labor, hemos realizado un estudio formal de los riesgos que afectan al mantenimiento de ERPs. La investigación finaliza con la elaboración de un Modelo de dos dimensiones compuesto por los riesgos identificados en la literatura.

PALABRAS CLAVE: Gestión de riesgos, Modelo de riesgos, Sistemas ERP, Mantenimiento ERP, Revisión literaria.

CLASIFICACIÓN JEL: M15.

TWO-DIMENSIONAL MODEL OF THE RISKS OF ERP'S MAINTENANCE PROCESS

ABSTRACT: The adoption and expansion of IT (Information Technologies) in environment enterprise is taking place at high speed. ERP systems arise from the most innovative IT and computer systems and these have been implemented by companies around the world. When the system is implemented, the maintenance begins. The maintenance process outcome will be satisfactory if the professionals manage the risks. Poor management of these risks often causes failures in the system. Moreover, it provoke that the companies have to assume high losses. For that, we have done a formal study which identify and classify the risks that affecting ERP maintenance process. As a result of our study, we present the two-dimensional framework created. It represents the risks identified in the literature.

KEY WORDS: Risks Management, Risks model, ERP systems, ERP maintenance, Literature review.

JEL CLASSIFICATION: M15.

1. INTRODUCCIÓN

Las compañías están actualmente inmersas en un entorno altamente hostil y competitivo al que tienen que adaptarse y responder con rapidez para conseguir o mantener ventajas competitivas respecto a sus competidores. Los Sistemas de Información son el apoyo efectivo que tienen las organizaciones para desarrollar estrategias que le permitan alcanzarla. No en vano, la tecnología se ha convertido en un elemento impulsor de la estrategia de negocio de las organizaciones (Kalakota y Robinson, 2001). De esta forma, los Sistemas de Información actuales pasan a utilizar las más novedosas tecnologías para recibir, almacenar y transformar la información.

Los sistemas de planificación de recursos empresariales, más conocidos por sus siglas en inglés ERP (Enterprise Resource Planning), son sistemas informáticos únicos que permiten la completa integración de todos los flujos de información generados desde cualquier área funcional de la empresa (Davenport, 1998), almacenándolos en una única base de datos (Jacobs

y Whybark, 2000). Además, permiten acceder a la información almacenada a través de interfaces unificados y canales de comunicación (Ng, Gable y Chan, 2003).

La implantación de este tipo de sistemas requiere que las empresas realicen una fuerte inversión. Un estudio (Al-Mashari, Al-Mudimigh y Zairi, 2003) señala que el coste de la implantación supone para las organizaciones, el desembolso de entre 100.000 a varios millones de dólares. Esto hecho se debe a la gran cantidad de recursos que demanda este tipo de procesos, como son la instalación de nuevos hardware, la creación de una nueva base de datos, el trabajo de un gran equipo de desarrollo formado por personal interno de la empresa, y también externo, la integración del ERP a los sistemas informáticos vigentes, la formación a los usuarios del software y los cambios en la gestión de la actividad empresarial, entre otros. Incluso, en muchas ocasiones, origina cambios radicales en las compañías que lo adoptan (Yoon, Guimaraes y Clevenson, 1998; Laudon y Laudon, 2002; Serrano Bedia y Hernando Moliner, 2006; O' Brien y Marakas, 2006). Además, la implantación de un ERP básico (O'Leary, 2000), necesita entre 1 y 3 años para su finalización.

Finalizada la implantación comienza su mantenimiento (Booz-Allen & Hamilton, 2000; Musaji, 2002 Harwood, 2003;). Este proceso es exitoso siempre que esté alineado el sistema con los procesos de negocio de la compañía y la estrategia seguida (Botta-Genoulaz, Millet y Grabot, 2005; Morton y Hu, 2008; Chang, Cheung, Cheng y Yeung, 2008). Si no hay una correcta alineación entre éstos, la empresa puede sufrir peligrosas consecuencias. Para conseguirla, los profesionales encargados del mantenimiento corrigen los fallos detectados en el sistema, los adaptan al entorno, implantan las nuevas versiones y tienen en cuenta los nuevos requerimientos de los usuarios del mismo. Si no consiguen ajustar la aplicación, ésta dejará de ser útil en un corto periodo de tiempo. Por ello, el mantenimiento de los sistemas ERP se ha convertido en un asunto crítico, lo cual queda reflejado en el aumento del número de investigaciones que lo estudian y en el incremento del volumen de negocio que genera.

Un estudio (Botta-Genoulaz et al., 2005) indica que han aumentado las investigaciones que estudian el mantenimiento de los sistemas ERP. Respecto al aumento del volumen de negocio, ya desde finales del siglo XX y principios del XXI, se viene observando un incremento importante del mercado de mantenimiento de ERPs. Un estudio realizado por AMR research (Jacobson, Sheperd, D'Aquila y Carter, 2007) revela que en 2006, el 67% de las compañías invirtieron más de 1 millón de dólares en sus ERPs, de las cuales un 13% invirtió más de 20 millones de dólares. El citado estudio también marca que el 17% de esa inversión era destinada al mantenimiento de ERP y predecía que crecería un 12,3% en los sucesivos años.

El coste de mantenimiento de un sistema ERP puede superar su coste de implantación. Se ha estimado que la media del coste anual del mantenimiento de ERP es el 25% del coste original de la implantación (Glass y Vessey, 1999). Es decir, las empresas que implantan este tipo de sistemas, destinan cada año de media para su mantenimiento el 25% del importe que desembolsaron para su implantación. Además, otros estudios señalan que el coste de actualización de un ERP supone entre un 25% y un 33% del coste total del sistema (Carlino, Nelson y Smith, 2000; Beatty y Craig, 2006). Pero a pesar del elevado coste del mantenimiento y de las consecuencias que genera si no se realiza adecuadamente, el único modelo (Ng, et al., 2003) específico que se ha desarrollado para el proceso ignora los riesgos existentes.

El mantenimiento de un sistema ERP es un proceso ambiguo, porque no existe ningún modelo o referencia que establezca el camino a seguir y/o las metas que se deben alcanzar.

Además, los riesgos que amenazan este tipo de proyectos son gestionados de forma intuitiva. Uno de los motivos que lo justifica es que no existe una metodología específica (las existentes se centran en el desarrollo) o aplicación que ayude a evitar los posibles fallos u omisiones (Zafiroopoulos, Metaxiotis y Askounis, 2005). Sin embargo, los profesionales tienen que gestionar los riesgos que afectan a su proyecto adecuadamente y de forma proactiva. Esto les ayudará a apreciar la situación real del proceso y a alcanzar satisfactoriamente los objetivos del proyecto.

Ante esto, el objetivo de nuestra investigación es identificar los riesgos que amenazan al mantenimiento de los sistemas ERP y clasificarlos en función de su naturaleza y de la etapa a la que afectan en el proceso. Para ello, nos hemos basado en la literatura y en la opinión ofrecida por expertos en la materia. Los resultados de este trabajo facilitarán la gestión de riesgos del mantenimiento de sistemas ERP. Los profesionales pueden utilizar el Modelo propuesto como instrumento de apoyo en el análisis de riesgos, ya que identifica su origen y la fase del mantenimiento sobre la que influyen. Esto les permitirá tomar decisiones más acertadas para el tratamiento y mitigación de dichos riesgos.

Para alcanzar el objetivo, el presente trabajo está compuesto por 5 secciones. En la segunda sección, explicamos porqué es necesario su mantenimiento. En el siguiente epígrafe, se muestra la metodología seguida en el presente trabajo. En la sección cuarta, se presentan y analizan los resultados obtenidos. En la última sección, se exponen las conclusiones alcanzadas.

2. EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ERP

Finalizada su implantación, el ERP se convierte en la base de la empresa y comienza su mantenimiento. El número de investigaciones que estudian este proceso han aumentado en la última década. (Hirt y Swanson, 2001; Kwon y Lee, 2001; Ng, 2001; Light, 2001; Fui-Hoon Nah, Faja y Cata, 2001; Gable, Chan y Tan, 2001; Ng, Gable y Chan, 2001; Musaji, 2002; Ng, Gable y Chan, 2002; Ng et al., 2003, Hardwood, 2003). Para clasificarlas, se ha propuesto un modelo (Gable et al., 2001) basado en los grupos de interés, la fuente del software y el tamaño de la organización cliente.

El mantenimiento es un elemento clave, no solo para los ERPs, sino también en el ciclo de vida de cualquier Sistema de Información. Este proceso está compuesto por todas aquellas actividades que, se realizan desde el momento en el que el software está operativo hasta que es retirado (Lientz y Swanson, 1980; Musaji, 2002; Harwood, 2003) y que están destinadas a corregir sus errores, adaptarlo o mejorar su rendimiento. Actividades como la captura de los requisitos, la detección de errores, la detección de los cambios o la programación, son críticas en este proceso.

Para representarlo, se ha creado un modelo en el que se recogen las fases y las tareas a realizar en cada una de ellas (Ng et al., 2003). Además, el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ha creado un estándar (IEEE std. 1216:1998, 1998) que describe el proceso y las actividades necesarias para el mantenimiento de cualquier tipo de software. Su seguimiento permite alcanzar mayores beneficios (Ng et al., 2003) derivados de la realización de actividades y tareas de forma más eficiente y eficaz. Sin embargo, no solo la consecución de mayores beneficios es lo que impulsa al desarrollo de un mantenimiento eficaz.

Las empresas necesitan mantener sus sistemas ERP por varias razones. Una de ellas es la evolución natural de cualquier sistema informático, ante lo cual los profesionales tienen que desarrollar acciones concretas. Éstas se pueden clasificar en categorías. Cada una agrupa las acciones que tienen el mismo fin. La tabla 1 recoge las categorías de mantenimiento existentes.

Tabla 1. Categorías del mantenimiento

CATEGORIAS MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Mantenimiento correctivo	Acciones destinadas a corregir los fallos detectados en el diseño y el código del ERP, producidos durante su implantación. Estas correcciones son necesarias para que la aplicación funcione adecuadamente.	Lientz y Swanson, 1978
Mantenimiento adaptativo	Acciones realizadas para adaptar la aplicación a los requerimientos de sus usuarios y al entorno de la empresa. Son por tanto, actividades necesarias si queremos que el ERP esté actualizado.	Lientz y Swanson, 1978
Mantenimiento perfecto	Acciones cuyo objetivo es mejorar el rendimiento del software, así como su eficiencia, eficacia y sostenibilidad. De esta forma, los profesionales implicados intentan mejorar la aplicación inicial.	Lientz y Swanson, 1978
Mantenimiento preventivo	Acciones dirigido a descubrir y anticiparse a problemas potenciales, reduciendo así el riesgo de que se produzcan fallos serios y/o tratar de minimizar sus consecuencias. Para ello, los profesionales realizan inspecciones cíclicas sobre el sistema.	Burch y Grupe, 1993
Apoyo a usuarios	Acciones realizadas para responder a las peticiones o solicitudes de los usuarios de la aplicación y a sus continuas necesidades formativas. Por tanto, son tareas para ayudar a la comunidad de usuarios a eliminar su aversión hacia el sistema y reducir el riesgo de una incorrecta utilización del mismo.	Abran y Nguyenkim, 1991

La tendencia seguida por estas categorías a lo largo del modelo de ciclo de vida del mantenimiento de software (Kung y Hsu., 1998) no es igual (Fui-Hoon Nah et al., 2001) en el mantenimiento de un ERP que en el de otras aplicaciones. Sin embargo, no es la única divergencia que se aprecia entre ambos procesos de mantenimiento. Otros aspectos (Fui-Hoon Nah et al., 2001; Ng, 2001; Ng, Gable y Chan, 2002; Ng et al., 2003) también sugieren diferencias.

El proceso de mantenimiento de un ERP es más complejo que en el caso de otras aplicaciones. Esto se debe a la cantidad de modificaciones que se realizan en el ERP durante las etapas de implantación y post-implantación (Ng et al., 2002). También las nuevas relaciones y roles (Hirt y Swanson, 2001) que se producen en el proceso lo dificultan. Además, la naturaleza de este tipo de aplicaciones requiere un proceso continuo de mejora y puesta a punto mayor que en el caso de un software clásico, porque su ámbito de influencia y su impacto en el negocio de las compañías es mayor.

Sin embargo, muchas compañías no tienen éxito en el mantenimiento de sus ERP. Para conseguir que sea exitoso, los profesionales tienen que gestionar los riesgos proactivamente. De lo contrario, la empresa no alcanzará todos sus beneficios potenciales que el software le permite conseguir. Incluso, puede llegar a ser poco útil o innecesario. Sin embargo, los equipos de mantenimiento normalmente tratan estos riesgos de forma intuitiva. Para ayudarlos en su labor, se ha propuesto una metodología (Kwon y Lee, 2001) que facilita la identificación de descuidos y fallos en el mantenimiento de sistemas ERP a través de análisis diagnósticos continuos y autónomos, pero ésta no considera los riesgos que afectan al proceso.

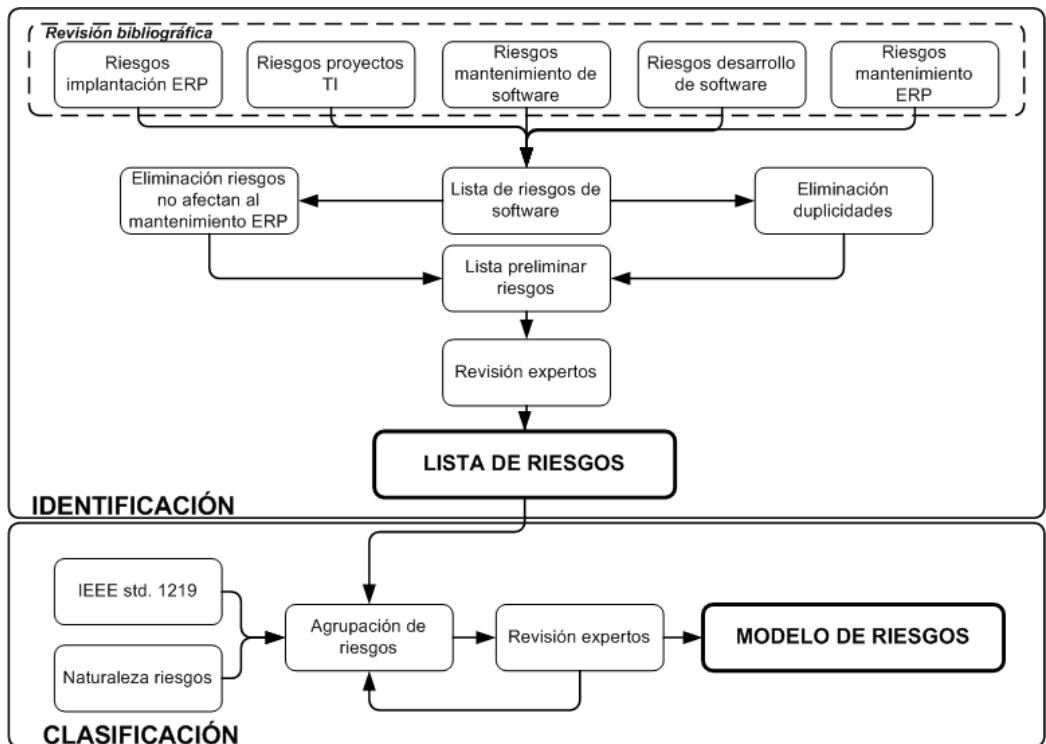
Pese a lo expuesto, escasos esfuerzos se han realizado para estudiar los riesgos que amenazan el correcto desarrollo del proceso de mantenimiento y su resultado. Incluso, no existe ningún estándar que guíe esta actividad. Por ello, pensamos que es un necesario realizar un estudio formal sobre los riesgos que afectan el mantenimiento de un sistema ERP.

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Los riesgos que amenazan la consecución de los objetivos del mantenimiento tienen que ser minimizados. Una pobre gestión de los riesgos, con frecuencia origina fallos en el proceso y en el software, lo que hace que las compañías tengan que asumir altas pérdidas. Para evitarlas, varias metodologías (Boehm, 1991; Dorofee, Walker, Alberts, Higuera y Murphy, 1996) y un estándar (ISO/IEC/IEEE std. 16085:2006, 2006) establecen el proceso que deben seguir los profesionales para gestionar los riesgos durante el desarrollo y mantenimiento de los sistemas. Éstas señalan que los riesgos tienen que ser continuamente identificados, estimados y analizados para poder tomar acciones acertadas que mitiguen su influencia.

Para apoyar la labor de los profesionales, hemos realizado un estudio formal de los riesgos que afectan al mantenimiento de ERPs. Nuestra investigación se centra exclusivamente en la fase de identificación de los riesgos (ISO/IEC/IEEE std. 16085:2006, 2006). En esta etapa del proceso, los riesgos son identificados y categorizados. Para ello, hemos creado un modelo bidimensional donde clasificamos los riesgos en función de su naturaleza y la fase del mantenimiento sobre la que afecta. La figura 1 muestra las etapas seguidas en nuestra investigación y los resultados que hemos obtenido.

Figura 1. Pasos seguidos en la investigación y principales resultados



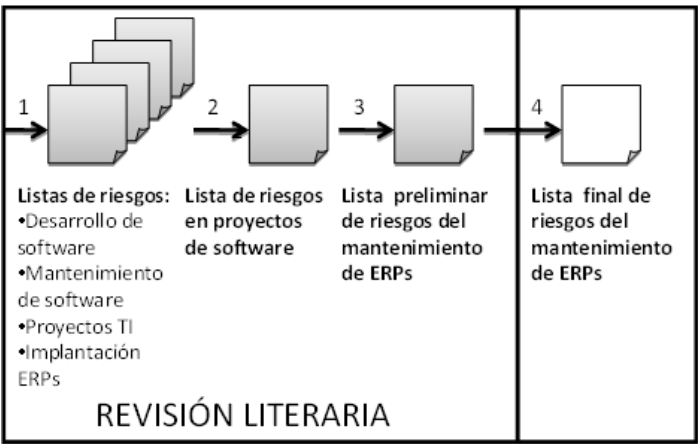
En la siguiente fase de la gestión de riesgos, los profesionales tendrán que estimar la probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada uno de los riesgos. El resultado de esta fase les ayudará en el tratamiento, mitigación y control de los riesgos.

3.1 Elaboración de la lista de riesgos

A pesar de la necesidad de identificar y evaluar los riesgos (Boehm, 1991; Dorofee et al., 1996) que dificultan el mantenimiento de ERPs, son escasos los trabajos que abordan esta cuestión. Los estudios sobre riesgos en los sistemas ERP representan (Aloini, Dulmin, y Mininno, 2007) aproximadamente el 12% del total de investigaciones sobre ERPs, aunque ninguno de ellos estudia los riesgos existentes en el mantenimiento. Concretamente, estas investigaciones (Summer, 2000; Scott y Vessey, 2002; Huang, Chang, Li y Lin, 2004; Zafiropoulos et al., 2005; Aloini et al., 2007) se centran en la etapa previa al mantenimiento. De hecho, se ha presentado un modelo de factores de riesgo (Scott y Vessey, 2002) en base al cual se analizan los casos de implantación de las compañías Dow Corning Incorporated y Fox Meyer Corporation. También se ha creado (Zafiropoulos et al., 2005) una aplicación para la gestión de riesgo dirigida a facilitar la implantación de un sistema ERP.

Otros trabajos que investigan la implantación de los sistemas ERP, identifican (Summer, 2000; Huang et al., 2004; Aloini et al., 2007), describen (Summer, 2000), priorizan (Huang et al., 2004) y analizan (Aloini et al., 2007) (esto último, basándose en la literatura), los factores de riesgo que la afectan. Pero en la literatura, solo se identifican tres riesgos que afectan a la fase de mantenimiento. Éstos son originados por la escasa participación de personal o porque éste es inadecuado. Sin embargo, el proceso se ve perjudicado también por otro tipo de riesgos. Ante esto, nos marcamos el objetivo inicial de elaborar una lista de los riesgos que afectan al mantenimiento de los sistemas ERP. El proceso seguido se muestra en la figura 2.

Figura 2. Pasos seguidos para la obtención la lista de riesgos del mantenimiento de ERP.



Dada la escasez de estudios específicos sobre los riesgos del mantenimiento de sistema ERP, empezamos realizando una extensa y minuciosa revisión bibliográfica de artículos, libros y aportaciones a congresos que estudiaban los riesgos que afectan al desarrollo y mantenimiento de sistemas ERP, otras aplicaciones y proyectos de TI (Tecnologías de Información) (**Paso 1**). Para ello, consultamos a través de la Web bases de datos como IEEE-Xplore, ScienceDirect, Emerald Management Xtra., SpringerLink, entre otras. Con objeto de no restringir el número de estudios a analizar, no se limitó el horizonte temporal de búsqueda. Los criterios seguidos para la selección de los artículos fueron:

1. La extensión de los artículos tenía que ser superior a 2 páginas para eliminar editoriales y revisiones de libros.
2. Los artículos tenían que contener la expresión “Risk Management” en el título, resumen y/o palabras clave.
3. Los artículos tenían que contener una de las siguientes expresiones en el título, resumen y/o palabras clave: “Project IT”, “Software Development”, “Software Maintenance” o “ERP”.
4. Los artículos tenían que identificar claramente los riesgos.
5. Solo se incluían en la revisión un trabajo por cada autor. De esta manera, se eliminaron las aportaciones duplicadas. En tal caso, se desechaban las publicaciones menos citadas.

Siguiendo estos criterios, detectamos dieciséis artículos sobre los riesgos que afectan a la implantación de sistemas ERP, el desarrollo otras aplicaciones o su mantenimiento y a proyectos de TI. Sin embargo, no encontramos en la literatura ningún artículo o libro que estudiara específicamente los riesgos que afectan al mantenimiento de ERPs. Detectados los artículos, agregamos todos los riesgos que identifican en una lista de riesgos de proyectos de software (**Paso 2**). La relación inicial estaba compuesta por 433 riesgos. La tabla 2 muestra el número de artículos de revistas y congresos encontrados que identifican riesgos, distinguiéndolos en función de los riesgos estudiados, y el número total de riesgos identificados de cada tipo.

Tabla 2. Número de artículos y riesgos identificados.

	NÚMERO ARTÍCULOS REVISTAS	NÚMERO ARTÍCULOS CONGRESOS	NÚMERO RIESGOS
Riesgos implantación ERP	5	0	112
Riesgos proyectos TI	4	0	167
Riesgos desarrollo software	2	2	94
Riesgos mantenimiento software	2	1	60
TOTAL	13	3	433

Posteriormente, revisamos la lista inicial y eliminamos los riesgos duplicados y los que no afectan al mantenimiento de los sistemas ERP (**Paso 3**). Una de las metodologías más utilizada en estos artículos ha sido la revisión crítica de la literatura. Esto hace que muchos de los riesgos previamente identificados estuvieran duplicados en varios artículos. Además, no todos los riesgos identificados en la relación inicial influían directamente sobre el proceso de mantenimiento de un ERP. Por ello, el número de riesgos incluido en la lista inicial se redujo considerablemente. De esta forma, obtuvimos la lista preliminar de riesgos del mantenimiento de sistemas ERP.

Con objeto de que la lista final incorpore únicamente los riesgos que los profesionales tienen que gestionar en esta actividad, cinco destacados expertos en el campo del mantenimiento de ERP la validaron (**Paso 4**). El número óptimo de profesionales que deben ser consultados depende de las características del estudio en sí mismo. Sin embargo, cuanto más heterogéneo sea el grupo, se recomienda un menor número de expertos. Si el grupo no es homogéneo, la selección de cinco profesionales es adecuada (Clayton, 1997). Un grupo se considera heterogéneo cuando sus miembros tienen el mismo tipo de conocimiento pero se sitúan en una escala profesional o social distinta. Este hecho se produjo en nuestra investigación.

Además del número de participantes, también es muy importante conseguir que la composición de los que intervienen en la investigación sea válida. Por ello, fuimos muy selectivos en la elección de los expertos. El principal criterio de selección fue el reconocido conocimiento en el tema de la investigación y la ausencia de conflicto de intereses. Además, se tuvieron en cuenta en la selección otros condicionantes existentes, como su experiencia profesional y si habían participado en proyectos relacionados con el mantenimiento de ERPs, y no su cercanía o accesibilidad. Todas las opiniones de los expertos fueron consideradas con la misma importancia.

En este paso, se les envió la lista preliminar a los expertos, pidiéndoles que señalaran aquellos que no amenazaban al mantenimiento y explicaran el porqué. Posteriormente, se les envió la lista de riesgo modificada con los cambios y la información indicados. Cuando todos los expertos aceptaron la lista de riesgos, terminamos la validación. Finalmente, obtuvimos la lista final de riesgos del mantenimiento de sistemas ERPs.

3.2 Elaboración Modelo bidimensional de riesgos

El siguiente objetivo de nuestra investigación era elaborar un Modelo que permita clasificar los riesgos que componen la lista final. Para ello, empezamos seleccionando las dimensiones que conforman el Modelo bidimensional. Posteriormente, analizamos los riesgos identificados en la relación y los clasificamos en el Modelo. Finalmente fue revisado por los cinco expertos que previamente validaron la lista final de riesgos del mantenimiento de sistemas ERPs. Tras incorporar las modificaciones indicadas por los expertos y obtener el visto bueno de todos los que intervienen, obtuvimos el Modelo final de riesgos.

3.2.1 Primera dimensión: fases del mantenimiento

La primera dimensión seleccionada fue las fases del mantenimiento. Dado que el objetivo es identificar a los riesgos para tratarlos y que no afecten al proceso, es de gran utilidad clasificarlos en función de la fase del proceso a la que más probablemente afecten. Por ello, hemos agrupado los riesgos en categorías, de acuerdo con el estándar IEEE 1219:1998. Este estándar describe un proceso iterativo que marca las etapas presentes en el mantenimiento de software.

3.2.1.1 Identificación

La primera etapa del proceso se denomina identificación. El proceso de mantenimiento comienza con la clasificación de las peticiones de modificación dentro de las categorías establecidas a tal efecto. Según lo establecido en la política de la empresa y el veredicto de los técnicos, estas peticiones pueden ser aceptadas o rechazadas. Si finalmente la petición se acepta, el equipo de mantenimiento tiene que estimar el impacto en el sistema de los cambios que necesita que se realicen y los recursos necesarios para ello. Normalmente, los cambios en el entorno y/u objetivos de negocio de la compañía, generan modificaciones que tienen un fuerte impacto sobre el sistema y requieren gran cantidad de recursos. Si el impacto de la petición es alto, esto implicaría que el proceso se enfrenta a un mayor riesgo. Ante esto, los profesionales deben ser extremadamente cuidadosos en la evaluación de este tipo de peticiones y dividir los requerimientos que conllevan para disminuir el riesgo.

Finalmente, las peticiones aceptadas se ordenan en función de su necesidad y se programan de forma que se mejore la actividad que se desarrolla en el mantenimiento. Si los flujos de requerimientos son continuos, se incrementa el riesgo de no realizar adecuadamente la ordenación de las peticiones y el plan final se ve sometido a numerosos

cambios. De esta manera, se dificulta la adecuada implantación de las modificaciones y/o mejoras en la aplicación. Además, se selecciona el personal que intervendrá en las sucesivas etapas y las actividades que serán subcontratadas. Una mala selección, gestión y control de fabricantes externos y consultores que intervienen afectará al rendimiento que se alcance en el proceso.

3.2.1.2 Análisis

En esta etapa los profesionales evalúan las peticiones aceptadas. La dificultad de esta etapa radica en la medición de los rendimientos asociados la petición. Para evaluar adecuadamente los requerimientos, se realiza un análisis de viabilidad con el que se estima el coste y/o beneficios que generan los cambios, su impacto y seguridad. Después del análisis de viabilidad, se realiza un nuevo análisis más detallado que el anterior. Éste consiste en identificar los elementos que intervienen en la modificación y establecer los objetivos que se persiguen y las medidas de control y seguridad que se van a tomar. La conclusión a la que lleguemos tras el análisis detallado podría ser errónea si la configuración, la documentación, el diseño, el código y los procedimientos de mantenimiento no son adecuados.

3.2.1.3 Diseño

La etapa de diseño se inicia identificando los módulos del ERP que serán afectados por las modificaciones que se tienen que ejecutar. Si los requerimientos no son comunicados adecuadamente, no se comprenden o existe conflicto entre ellos, aumenta la probabilidad de que no se determine correctamente los módulos que se ven afectados por el mantenimiento. Este hecho puede verse agravado por la intervención de personal inapropiado y/o porque la dotación sea insuficiente en la actividad. Además, el diseño puede ser limitado por las políticas establecidas.

Finalizada esta tarea, el equipo de trabajo revisa y modifica la documentación de los módulos afectados por las peticiones de mantenimiento. Si el equipo de trabajo cuenta con información asimétrica a lo largo de la tarea, es decir, que la documentación es escasa, la que existe es de baja calidad y/o no está disponible por completo al comienzo de la actividad, la ejecución de esta tarea se ve dificultada. Cuando se ha terminado la modificación de la documentación afectada por el proceso de mantenimiento, se actualizan tanto la lista general de requerimientos como el plan detallado de la petición. Si anteriormente se estimó incorrectamente el tamaño del plan, el resultado de esta tarea no será el requerido por el proceso.

3.2.1.4 Implantación

En la cuarta fase del mantenimiento, se realizan los cambios diseñados. Para ello, los profesionales programan del código nuevo y posteriormente ejecutan las pruebas unitarias. En este caso, la labor del equipo de trabajo se verá dificultada si cuenta con una planificación excesivamente agregada y poco detallada ya que ésta es la guía que les marca los objetivos que deben alcanzar y la programación que deben seguir para conseguirlos. Si el proyecto es excesivamente complejo, también puede obstaculizar su actividad ya que esto incrementaría los elementos que tienen que tener en cuenta durante la programación y realización de pruebas unitarias. Además, la programación puede verse dificultada por la calidad de la inicial.

Una vez que las modificaciones han sido programadas, el código generado debe integrarse en el código de la aplicación. En otras palabras, el equipo tiene que introducir los cambios en el ERP. Esta actividad está fuertemente condicionada por la habilidad del director o

jefe del equipo de trabajo, ya que es el encargado de detectar si el impacto de los cambios son correctos o no. Además, también es de crucial importancia el apoyo del resto de departamentos de la organización para detectar posibles errores en el funcionamiento de la aplicación. Para el estímulo de esa cooperación, la dirección debe apoyar el proceso y transmitir su compromiso y necesidad de ayuda a los departamentos implicados.

A lo largo de toda la fase, las revisiones de riesgo son continuas. Para ello, el director del equipo de trabajo debe crear planes de trabajo realistas y establecer procedimientos de actuación adecuados. Esto demanda el establecimiento de hitos en la planificación de la implantación, lo cual puede verse entorpecido por las dificultades organizacionales y de gestión.

3.2.1.5 Prueba

En la fase de prueba, los expertos revisan el funcionamiento del ERP modificado. Concretamente, las pruebas que se ejecutan pretenden validar el interfaz y la funcionalidad del sistema. Si se detecta algún error, se revisa más detalladamente el código del módulo afectado. Para realizar esta tarea, el equipo tiene que conocer qué técnicas y herramientas son más adecuadas para cada caso, cómo se ejecutan y cuáles son las funcionalidades que poseen. No menos importante es la elección de las medidas de evaluación más idóneas para cada caso, esenciales para el desarrollo exitoso de esta actividad.

3.2.1.6 Aceptación

En la fase de aceptación, los usuarios del ERP son los sujetos encargados de llevar a cabo los test de aceptación, una vez que la aplicación está completamente integrada. La prueba se ejecuta sobre la totalidad del sistema. Para ello, los usuarios necesitan conocer cuál es el objetivo final que se persigue en el proceso. De esta forma podrán compararlo con el ERP obtenido tras la fase de implantación. Para proceder correctamente, los usuarios necesitan también basar su actividad sobre un estándar que asegure la calidad de las modificaciones realizadas. Para supervisar el desempeño de los usuarios del sistema, se deben establecer un conjunto de medidas de seguridad. Si éstas no son fijadas o no se controla su consideración, los usuarios pueden llegar a aceptar un sistema que no es válido.

3.2.1.7 Entrega

En la última fase del mantenimiento, el equipo de trabajo entrega el ERP operativo y con las modificaciones realizadas. Sin embargo, es posible que la aplicación no recoja las necesidades de los usuarios o que se le hayan añadido características innecesarias. Esto está generado por fallos en la gestión de las expectativas finales de los usuarios.

3.2.2 Segunda dimensión: naturaleza de los riesgos

La segunda dimensión seleccionada fue la naturaleza de los riesgos. Esta clasificación es muy interesante en el estudio de los riesgos porque, entre otras cosas, nos ayuda a identificar el origen de los riesgos y la relación existente entre los mismos. Algunas investigaciones recogidas en la literatura (McFarlan, 1981; Sherer, 1995; Ropponen y Lyytinen, 2000; Sumner, 2000; Wallace, Keil y Rai, 2004; Lu y Ma, 2004; Han y Huang, 2007; Zhou, Vasconcelos y Nunes, 2008; Chen y Huang, 2009) identifican la naturaleza, dimensiones o componentes de los riesgos que afectan a proyectos de software, pero en ningún caso, estudiaban previamente los riesgos que dificultan el mantenimiento de ERPs. Tras analizar las clasificaciones presentadas en los artículos, así como los riesgos que previamente habíamos identificado, determinamos que existen las siguientes categorías.

3.2.2.1 Entorno

En la categoría entorno, se recogen los riesgos derivados de acciones de agentes externos al proyecto, ya sean directivos, usuarios, socios, clientes o proveedores de la empresa, así como instituciones públicas. Uno de los riesgos clasificados es cambios en el escenario empresarial y/o los objetivos de negocio. Éstos habitualmente generan grandes modificaciones en los sistemas ERP. Si se producen cambios con cierta frecuencia, es posible que la adaptación del ERP se vuelva excesivamente compleja o incluso imposible desde el punto de vista técnico y económico. El segundo riesgo recogido es conflictos o no cooperación entre departamentos. El mantenimiento no es un proceso aislado, sino que requiere la intervención de los departamentos afectados por el mismo, aunque la parte técnica si es tarea exclusiva de los profesionales. Si surgen conflictos entre los que intervienen y la colaboración no es la exigida, el proceso se resiente. Los riesgos tercero y cuarto están fuertemente relacionados. Estos son pérdida de apoyo y compromiso de la dirección y de los usuarios. En la implantación de ERPs, la figura del abanderado del proyecto es un factor clave para su éxito. Éste hecho, es extensible al mantenimiento. Si los directivos no les transmiten a los empleados la necesidad de utilizar el sistema y los motiven para colaborar con los profesionales en su mejora, es menos probable que aquellos ayuden activamente y su intervención es necesaria. El quinto riesgo identificado es políticas que afectan negativamente al proyecto. En este caso, se refiere a las políticas que empresa, los gobiernos u otras entidades públicas adopten y que perjudiquen el proyecto.

3.2.2.2 Documentación

En la categoría documentación, se recogen los riesgos originados por la mala gestión de la documentación. Los riesgos identificados son mala calidad de la documentación e información asimétrica en el proceso. Estos pueden dificultar el entendimiento de los profesionales del código y la arquitectura del sistema.

3.2.2.3 Normas y estándares

La categoría normas y estándares agrupa los riesgos cuyo origen se encuentra en la falta de medidas establecidas para guiar el trabajo de los profesionales. Los riesgos identificados son no está establecido explícitamente el estándar de calidad y pobre establecimiento de normas y medidas de seguridad. En ambos casos, si el jefe de equipo no establece junto a los profesionales unas normas mínimas de actuación, como por ejemplo, realización de pruebas tras las modificaciones, es posible que la fiabilidad, flexibilidad, seguridad y la estabilidad del sistema se vea afectada.

3.2.2.4 Gestión del proyecto

En la categoría gestión del proyecto se identifican los riesgos derivados de la planificación, programación y coordinación que se realice de la actividad. Todos los riesgos clasificados están fuertemente relacionados y mucho se ven acrecentados por el efecto de otros. Los riesgos que dan origen y refuerzan al resto son planificación poco detallada e incorrecta estimación del proyecto. Esto dificultará el establecimiento de hitos que se puedan alcanzar y el establecimiento de procedimientos a desarrollar adecuados para el fin. Si los profesionales permiten que estos riesgos se conviertan en problemas reales, el proyecto puede retrasarse o elevar su coste por encima del importe fijado para el mismo. Otro elemento que deben gestionar los jefes de equipo es la intervención de consultores y profesionales externos a la empresa. Su trabajo tiene que estar fuertemente supervisado para que sea fructífero. Si se les hace conscientes, al igual que a los profesionales que conforman el equipo de trabajo de la empresa, de las normas de calidad y seguridad a seguir, mejorará el resultado de la actividad.

3.2.2.5 *Requerimientos*

Los requerimientos son el punto de inicio en un proyecto de mantenimiento. Estos pueden ser sugeridos por directivos o usuarios del ERP así como por el personal de mantenimiento. Uno de los riesgos más citados es flujo continuo de nuevos requerimientos. Si su volumen es elevado, se requiere un estudio más exhaustivo no solo para proyectar el trabajo a realizar y sus resultados, sino para buscar sinergias entre los requerimientos. Es posible que incluso, se detecten requerimientos incompatibles. Además, generarán un flujo de modificaciones sobre el sistema que pueden afectar a su estabilidad, seguridad y fiabilidad. Si a esto le unimos una mala gestión de las expectativas de los usuarios y/o la incorrecta evaluación de los requerimientos, el resultado obtenido del mantenimiento puede que no sea satisfactorio, añadiéndoles al ERP características innecesarias que dificulten su utilización. Otro riesgo identificado es mala comunicación, no comprensión o conflicto entre los requerimientos. En este caso, la cooperación y comunicación con los usuarios y el estudio conjunto de las peticiones posibilitará que no se convierta en un problema real.

3.2.2.6 *Recursos humanos*

En la categoría recursos humanos, los riesgos recogidos hacen referencia a la capacidad de los miembros del equipo técnico que trabajan en el proyecto. Uno de los riesgos se refiere a la falta de habilidad y/o experiencia del jefe del equipo en proyectos de mantenimiento. El otro riesgo clasificado se refiere a la habilidad de los profesionales del grupo, así como a la dotación del mismo en número y composición por habilidades.

3.2.2.7 *Técnicas y tecnologías*

En la categoría técnica y tecnológica, los riesgos asignados se desprenden de las técnicas y tecnologías utilizadas por los profesionales en el proyecto. Uno de los riesgos identificados es calidad de la programación original. En este caso, los profesionales solo pueden minimizarlo a través de la cooperación con los miembros del equipo que elaboraron el código. Si el equipo de mantenimiento es el mismo que desarrolló el código o algunos de sus miembros continúan, minimizará su dificultad de comprensión y modificación. Respecto a las técnicas, si son limitadas o su selección no es la más adecuada, y el diseño y procedimientos no están configurados, es posible que se produzcan fallos continuos y retrasos en el proyecto. Además, si el mantenimiento requiere el empleo de técnicas novedosas que los profesionales desconocen cómo se ejecutan, es muy probable que no se les saque el máximo rendimiento posible. La formación continua de los profesionales o la incorporación de expertos al proyecto, podría paliar sus efectos.

4. RESULTADOS

4.1 *Lista de riesgos.*

Para incrementar la probabilidad de realizar el mantenimiento de forma exitosa, los profesionales tienen que gestionar los riesgos. Para ello, deben comenzar identificando los riesgos a los que se enfrentan (Boehm, 1991; Dorofee et al., 1996). Para facilitar su labor, hemos creado una lista que recoge los riesgos que afectan al mantenimiento de sistemas ERP.

La tabla 3 proporciona la lista de riesgos elaborada, la cual se compone de un total de 28 factores. Además, la relación señala las fuentes consultadas en las que se identifican cada riesgo.

Tabla 3. Lista de riesgos

CLAVE	RIESGOS	FUENTE
R1	Cambios en el escenario y/o los objetivos.	Sherer, 1995; Keil et al, 1998; Ropponen et al, 2000; Lu et al, 2004; Huang et al, 2004; Aloini et al, 2007; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008.
R2	Conflictos o no cooperación entre departamentos.	Sherer, 1995; Keil et al, 1998; Lu et al, 2004; Huang et al, 2004; Batista et al, 2005; Zhou et al, 2008.
R3	Pérdida de apoyo y compromiso de la dirección.	Lientz et al, 1981; Keil et al., 1998; Sumner, 2000; Scott et al., 2002; Lu et al., 2004; Wallace et al, 2004; Huang et al., 2004; Batista et al., 2005 Aloini et al., 2007; Zhou et al., 2008; Chen et al, 2009.
R4	Resistencia, pérdida de apoyo y compromiso de los usuarios.	Lientz et al, 1981; Sumner, 2000; Wallace et al, 2004; Batista et al., 2005; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008; Chen et al, 2009.
R5	Políticas que afectan negativamente al proyecto.	Lu et al, 2004; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008.
R6	Baja calidad de la documentación	Lientz et al, 1981; Batista et al, 2005; Chen et al, 2009.
R7	Información asimétrica en el proceso.	Sumner, 2000; Lu et al, 2004; Chen et al, 2009.
R8	No está establecido explícitamente el estándar de calidad.	Sumner, 2000; Lu et al., 2004; Huang et al., 2004; Zhou et al., 2008; Chen et al, 2009.
R9	Pobre establecimiento de normas y medidas de seguridad.	Sherer, 1995; Zhou et al, 2008; Chen et al, 2009.
R10	Planificación poco detallada.	Lu et al, 2004; Wallace et al, 2004; Huang et al, 2004; Han et al., 2007.
R11	Mala selección, gestión y control de fabricantes externos y consultores.	Sherer, 1995; Zhou et al, 2008.
R12	Excesiva complejidad de procedimientos.	Sherer, 1995; Ropponen et al., 2000; Lu et al., 2004; Wallace et al, 2004.
R13	Incorrecta estimación del proyecto.	Ropponen et al, 2000; Scott et al. 2002; Lu et al, 2004; Wallace et al, 2004; Aloini et al, 2007; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008; Chen et al, 2009.
R14	Los hitos del proyecto no están establecidos o no son claros.	Sherer, 1995; Wallace et al, 2004; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008.
R15	Planificación y/o procedimientos no adecuados.	Sherer, 1995; Wallace et al, 2004; Huang et al, 2004; Zhou et al, 2008; Chen et al, 2009.
R16	Añadir características innecesarias.	Lientz et al, 1981; Boehm, 1991; Ropponen et al., 2000; Batista et al., 2005; Han et al., 2007.
R17	Fallo en la gestión de las expectativas de los usuarios.	Lientz et al, 1981; Boehm, 1991; Keil et al., 1998; Lu et al., 2004; Wallace et al, 2004; Huang et al., 2004; Batista et al., 2005; Han et al., 2007; Zhou et al., 2008; Chen et al, 2009.
R18	Flujo continuo de nuevos requerimientos.	Boehm, 1991; Charette et al, 1997; Ropponen et al, 2000; Wallace et al, 2004; Huang et al, 2004; Batista et al, 2005; Han et al., 2007; Chen et al, 2009.
R19	Incorrecta evaluación de los nuevos requerimientos.	Lientz et al, 1981; Boehm, 1991; Ropponen et al, 2000; Wallace et al, 2004; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008; Chen et al, 2009.
R20	Mala comunicación, no comprensión o conflicto entre los requerimientos.	Sherer, 1995; Keil et al, 1998; Scott et al. 2002; Wallace et al, 2004; Huang et al, 2004; Batista et al, 2005; Aloini et al, 2007; Zhou et al, 2008; Chen et al, 2009.

R21	Inhabilidad o inexperiencia del jefe del proyecto.	Sumner, 2000; Scott et al. 2002; Lu et al, 2004; Wallace et al, 2004; Huang et al, 2004; Aloini et al, 2007; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008.
R22	Insuficiente o inapropiada dotación del personal.	Lientz et al, 1981; Boehm, 1991; Keil et al, 1998; Ropponen et al, 2000; Sumner, 2000; Scott et al. 2002; Wallace et al, 2004; Huang et al, 2004; Batista et al, 2005; Aloini et al, 2007; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008; Chen et al, 2009.
R23	Calidad de la programación original.	Lientz et al, 1981; Batista et al, 2005; Chen et al, 2009.
R24	Inadecuadas medidas, herramientas de evaluación y simulación.	Sherer, 1995; Huang et al., 2004; Zhou et al., 2008.
R25	Introducción de nueva tecnología.	Keil et al. 1998; Lu et al, 2004; Batista et al, 2005; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008
R26	Las técnicas existentes son limitadas.	Sherer, 1995; Lu et al., 2004; Wallace et al, 2004; Huang et al., 2004; Aloini et al., 2007; Han et al., 2007.
R27	Pobre configuración, diseño, código y procedimientos en el mantenimiento.	Sherer, 1995; Batista et al, 2005; Chen et al, 2009.
R28	Se ignora cómo se ejecutan las técnicas.	Scott et al., 2002; Lu et al., 2004; Wallace et al, 2004; Batista et al., 2005; Han et al., 2007; Zhou et al, 2008.

Esta lista de riesgos puede ser utilizada por los profesionales en la identificación de los riesgos que amenazan sus procesos. Para ello, tienen que revisar y actualizar la relación con cierta periodicidad.

4.2 Modelo bidimensional de riesgos.

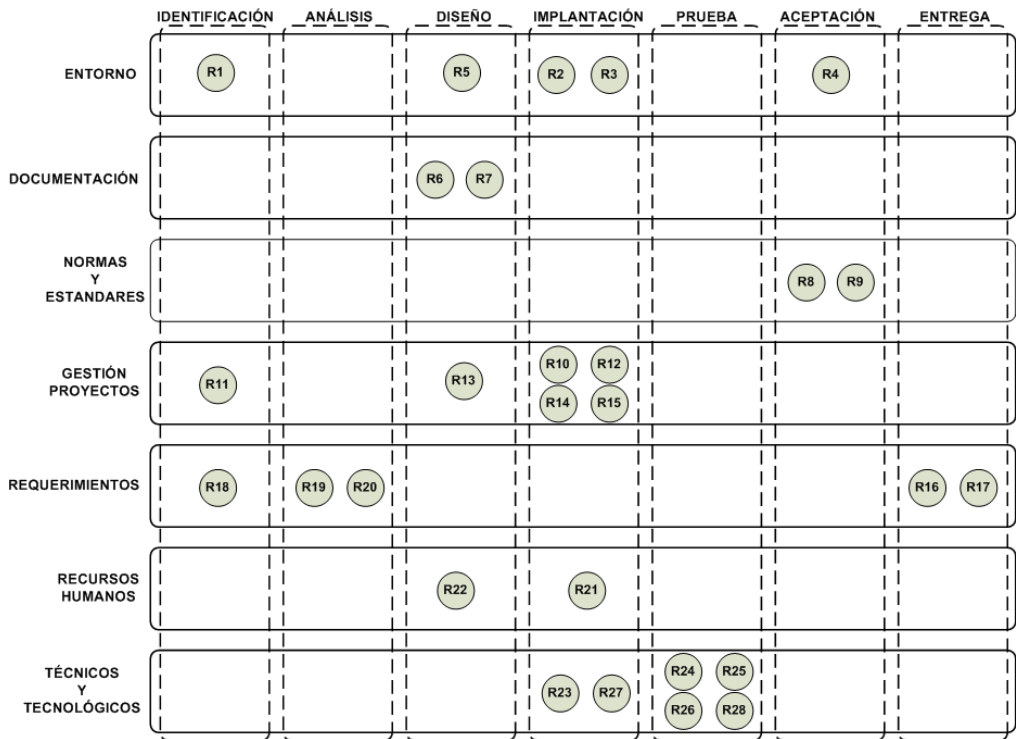
El siguiente paso (Boehm, 1991; Dorofee et al., 1996) en la gestión de riesgos, consiste en categorizar los riesgos para mejorar su comprensión. Para ello, presentamos un Modelo bidimensional de riesgos. En él clasificamos los riesgos en función de su naturaleza y la etapa del mantenimiento a la que amenaza. Su categorización en el Modelo permite además identificar qué riesgos están relacionados. Estas relaciones serán más probables cuando los riesgos afectan a la misma etapa del proceso (**Primera dimensión**) y/o tienen una naturaleza (**Segunda dimensión**). Si dos o más riesgos se agrupan en la misma categoría de ambas dimensiones, entonces éstos pertenecen al mismo grupo de riesgo. El resultado facilitará la posterior evaluación de los riesgos por parte de los profesionales y les ayudará en la optimización de sus recursos. La figura 3 muestra el Modelo bidimensional de riesgos obtenido.

El Modelo detecta los riesgos que amenazan cada una de las etapas del mantenimiento. Las tres etapas que se ven afectadas por un mayor número de riesgos son Implantación (nueve riesgos), Diseño (cinco riesgos) y Prueba (cuatro riesgos). Estas tres fases aglutinan el 64% de los riesgos que amenazan el mantenimiento. Además, son sucesivas y se sitúan en la parte central del mantenimiento.

El Modelo también indica la naturaleza de los riesgos identificados. Las categorías de riesgos que mayor número aglutinan son gestión de proyectos y técnicos y tecnológicos, ambas con seis. Estas categorías agrupan al 43% de los riesgos que amenazan el mantenimiento. Es decir, parte importante de los riesgos son originados por una la gestión del proceso o por causas técnicas y tecnológicas.

Además, permite detectar los grupos de riesgos que tienen que minimizarse. Si observamos el Modelo creado, en principio pueden existir un total de cuarenta y nueve grupos, pero en el mantenimiento de sistemas ERP, solo existen dieciséis grupos: Entorno-Identificación, Entorno-Diseño, Entorno-Implantación, Entorno-Aceptación, Documentación-Diseño, Normas y Estándares-Aceptación, Gestión proyectos-Identificación, Gestión proyectos-Diseño, Gestión proyectos-Implantación, Requerimientos-Identificación, Requerimientos-Análisis, Requerimientos-Entrega, Recursos Humanos-Diseño, Recursos Humanos-Implantación, Técnicos y Tecnológicos-Implantación, Técnicos y Tecnológicos-Prueba. Los grupos con un mayor número de riesgos son Gestión de Proyectos-Implantación y Técnicos y Tecnológicos-prueba. Éstos están formados por cuatro riesgos de veintiocho posibles, de forma que cada uno agrupan a más del 14% de los riesgos. El resto de grupos está formado por uno o dos riesgos. Los primeros son en total seis grupos y los segundos ocho.

Figura 3. Modelo bidimensional de riesgos.



El resultado obtenido indica que los profesionales deben centrarse en gestionar los riesgos de las tres etapas centrales del mantenimiento, así como extremar precauciones en la gestión del proceso y en los aspectos técnicos y tecnológicos. Además, los profesionales deben atender con mayor precaución los grupos de cuatro riesgos. Sin embargo, esta afirmación se basa en la cantidad de riesgos y no en su peligrosidad. Hemos de tener en cuenta que no todos los riesgos tienen el mismo efecto. Ante esto, los profesionales tienen que estimar el riesgo de exposición (Boehm, 1991) de cada grupo de riesgos y de forma individual. De esta forma, conocerán la importancia de cada riesgo.

Finalizada la evaluación, los profesionales conocerán los grupos de riesgos existentes, sus componentes y la naturaleza de los mismos, la fase a la que afectan, y su importancia. Es entonces cuando pueden fijar y ejecutar las medidas necesarias para tratar y controlar los riesgos. De esta forma, el proceso se formaliza, resultando así más eficaz y eficiente.

5. CONCLUSIONES

En épocas recientes, muchas compañías han decidido implantar sistemas ERP para integrar y automatizar sus procesos. La implantación de este tipo de aplicaciones ha sido un tema explorado en numerosas investigaciones. En contraposición, su mantenimiento ha sido estudiado en menor profundidad. El mantenimiento de un ERP es un proceso necesario, aunque no siempre suficiente, para conseguir que su rendimiento sea máximo y la organización pueda explotar todo su potencial. Además, la gestión del riesgo es una práctica común en los proyectos de TI. Sin embargo, el proceso de mantenimiento se gestiona de forma intuitiva con demasiada frecuencia y sin tener en cuenta los riesgos que lo amenazan.

Esta investigación ha sido desarrollada con el propósito de ayudar a directores y profesionales a gestionar los riesgos existentes en el proceso de mantenimientos de un ERP, así como para abrir el camino a nuevas investigaciones en éste campo. Para ello, nos marcamos dos claros objetivos antes de comenzar la investigación: identificar y clasificar los riesgos que pueden afectar negativamente al citado proceso. Para alcanzar nuestra meta, hemos elaborado un Modelo bidimensional donde clasificamos los riesgos que amenazan el mantenimiento. Con él, les indicamos a directivos y profesionales a qué riesgos se enfrentan en cada fase del mantenimiento, su naturaleza y los grupos de riesgos que existen. De esta manera, ellos pueden planificar y llevar a cabo el mantenimiento de la aplicación, tratando y controlando los riesgos clave que lo amenazan.

Este estudio también es relevante para académicos e investigadores, ya que sus resultados proporcionan una base de conocimiento sobre la cual generar nuevas investigaciones. Tanto la gestión de los riesgos que afectan proyectos TI como los sistemas ERP, son temas muy tratados en la literatura. Sin embargo, el estudio de la interacción entre ambos, y especialmente en lo que se refiere al mantenimiento de ERPs, es muy escaso.

Los resultados de esta investigación tienen mayor importancia por que es la primera vez, no solo que se identifican y clasifican de forma rigurosa los riesgos que amenazan el mantenimiento de ERPs, sino que se trata este tema específico. Por ello, pensamos que este estudio puede ayudar a incentivar su investigación y formar parte de la base de futuras investigaciones.

Pese a ello, pensamos que nuestro trabajo tiene algunas limitaciones. Hay riesgos que son difíciles de identificar y predecir a priori, ya que dependen de las particularidades de cada proyecto. Además, antes de implantar medidas para su tratamiento y control, los profesionales deben estimar la probabilidad e impacto y, en base a su resultado, priorizar los riesgos para planificar y programar sus medidas de actuación. Es por ello, que los resultados de esta investigación deben ser tomados como base y apoyo para la gestión de los riesgos en proyectos de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAN, A., and NGUYENKIM, H. (1991): "Analysis of maintenance work categories through measurement", *Conference on Software Maintenance*, IEEE Computer, pp. 104-113.
- ALOINI, D., DULMIN, R. y MININNO, V. (2007): "Risk management in ERP project introduction: Review of the literature", *Information & Management*, Vol. 44, pp. 547-567.
- AL-MASHARI, M., AL-MUDIMIGH, A. y ZAIRI, M. (2003): Enterprise resource planning: "A taxonomy of critical factors", *European Journal of operational research*, Vol. 146, No. 2, pp. 352-364.
- BAPTISTA, K. P., OLIVEIRA, K. M. y ANQUETIL, N. (2005): "A risk taxonomy proposal for software maintenance", *Proceedings of the 21 IEEE International Conference on Software Maintenance*.
- BEATTY, R. C. y CRAIG, D. W. (2006), "ERP II: best practices for successfully implementing an ERP upgrade", *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 3, pp. 105-109.
- BOOZ-ALLEN & HAMILTON (2000): "Insights enterprise resource planning. Big money down the drain?".
- BOTTA-GENOULAZ, V., MILLER, P. A. y GRABOT, B. (2005): "A survey on the recent research literature on ERP systems", *Computer in Industry*, Vol. 56, pp- 510-522.
- BOEHM, B. W (1991): "Software risk management: principles and practices", *IEEE Software*, Vol. 8, No. 1, pp. 32-41.
- BURCH, J. G. y GRUPE, F. H. (1993): "Improved software maintenance management", *Information Systems Management*, Vol. 10, No. 1, pp. 24-33.
- CARLINO, J., NELSON, S. Y SMITH, N. (2000): "AMR Research: Getting to the Promised Land: The Cost of Upgrading R/3", Boston, USA.
- CHANG, M.-K., CHEUNG, W., CHENG, Ch.-H. y YEUNG, J. H. Y. (2008): "Understanding ERP system adoption from the user's perspective", *International Journal of Production Economics*, Vol. 113, No. 2, pp. 928-942.
- CHEN, J.-Ch. y HUANG, S.-J. (2009): "An empirical analysis of the impact of software development problem factors on software maintainability", *Journal of Systems and Software*, Vol. 82, No. 6, pp. 981-992.
- CLAYTON, M. (1997): "Delphi: a technique to harness expert opinion for critical decision-making tasks in education", *Educational Psychology*, Vol. 17, No. 4, pp. 373-387.
- DAVENPORT, T. H. (1998): "Putting the enterprise into the enterprise system", *Harvard Business Review*, Vol. 76, No. 4, pp.121-133.
- DOROFEE, A. J., WALKER, A. J., ALBERTS, J. C., HIGUERA, R. P. y MURPHY, R. L. (1996): "Continuous Risk management guidebook", SEI, Carnegie Mellon University, Pittsburgh.
- FUI-HOON NAH, F., FAJA, S. y CATA, T. (2001): "Characteristics of ERP software maintenance: a multiple case study", *Journal of software maintenance and evolution: research and practice*, Vol.13, No. 6, pp. 399-414.
- GABLE, G., CHAN, W. y TAN G. (2001): "Large packaged application software maintenance: a research framework", *Journal of software maintenance and evolution: research and practice*, Vol.13, No. 6, 2001, pp. 351-371.
- GLASS, R. L. y VESSEY, I. (1999): "Enterprise Resource Planning Systems: Can They Handle the Enhancement Changes Most Enterprises Require?", *The Software Practitioner*, Vol. 9, No. 5, pp. 1-12.
- HAN, W. y HUANG, S. J. (2007), An empirical analysis of risk components and performance on software projects, *Journal of Systems and Software*, Vol. 80, No. 1, pp. 42-50.
- HARDWOOD, S. (2003): "ERP the implementation cycle", Computer Weekly professional series.
- HIRT, S. G. y SWANSON, E. B. (2001): "Emergent maintenance of ERP: new roles and relationships", *Journal of software maintenance and evolution: research and practice*, Vol. 13, No. 6, pp.373-397.
- HUANG, S.-M, CHANG, I., LI, SH.-H. y LIN, M. T. (2004): "Assessing in ERP projects: identify and prioritize the factors", *Industrial management and data systems*, Vol. 8; No. 8, pp. 681-688.
- IEEE 1219(1998): "IEEE Standard 1219 for Software Maintenance", Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society.
- ISO/IEC/IEEE 16085 (2006): "Life cycle processes — Risk management", Software Engineering Standards Committee of the ISO/IEC/IEEE Computer Society.
- JACOBS, F. R. Y WHYBARK, D. C. (2000): "Why ERP? A primer on SAP implementation", McGraw-Hill, New York, USA.
- JACOBSON, S., SHEPERD, J., D'AQUILA, M. y CARTER, K. (2007): "AMR Research: The Enterprise Resource Planning Spending Report, 2006-2007", Boston, USA.
- KALAKOTA, R. y ROBINSON, M. (2001): "E-Business 2.0: Roadmap for Success", Addison Wesley.
- KEIL, M., CULE, P. E., LYYTINEN, K. y SCHMIDT, R. C. (1998): "A framework for identifying software Project risks", *Communications of the ACM*, Vol. 41, No. 11, pp. 76-83.
- KUMAR, K. y VAN HILLEGERSBURG, J. (2000): "ERP experiences and evolution", *Communications of the ACM*, Vol. 43, No. 4, pp. 23-26.
- KUNG, H. J. y HSU, C. (1998): "Software maintenance lifecycle model", *Proceedings International conference on Software maintenance*, IEEE society, pp. 113-121.

- KWON, O. B. y LEE, J. J. (2001): "A Multi-agent intelligent system for efficient ERP maintenance", *Expert System with Applications*, Vol. 21, pp. 191-202.
- LAUDON K. C. y LAUDON J. P. (2002): "Sistemas de Información Gerencial. Organización y Tecnología de la empresa conectada en red", Pearson Education, México.
- LIENZT, B. P., SWANSON, E. B. (1980): "Software Maintenance Management", Addison-Wesley Publishing Company.
- LIENTZ, B. P. y SWANSON, E. B. (1978): "Discovering issues in software maintenance", *Data management*, Vol. 16, No. 10, pp. 15-18.
- LIGHT B. (2001): "The maintenance implications of the customizations of ERP software", *Journal of software maintenance and evolution: research and practice*, Vol.13, No. 6, pp. 415-429.
- LU, X. N. y MA, G. Q. (2004): "Risk analysis in software development project with owners and contractors", *Engineering Management Conference*.
- MCFARLAN, F. W. (1981): Portfolio approach to information systems, *Harvard Business Review*, Vol. 59, No. 5, pp. 142-150.
- MORTON, N. A. y HU, Q. (2008): "Implications of the fit between organizational structure and ERP: A structural contingency theory perspective", *International Journal of Information Management*, Vol. 28, No. 5, pp. 391-402.
- MUSAJI, Y. F. (2002): "Integrated Auditing of ERP systems", John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- NG, C.S.P., GABLE, G., CHAN, T. (2001): "A client-benefits-oriented maintenance taxonomy of ERP maintenance", proceedings IEEE International conference on software maintenance, pp. 528-537.
- NG, C.S.P. (2001): "A decision framework for enterprise resource planning maintenance and upgrade: A client perspective", *Journal of software maintenance and evolution: research and practice*, Vol.13, No. 6, pp. 431-468.
- NG, C.S.P., GABLE G. G. y CHAN T. (2002): "A ERP client-benefits-oriented maintenance taxonomy", *Journal of Systems and Software*, Vol. 64, No. 2, 2002, pp. 87-109
- NG, C.S.P., GABLE G. G. y CHAN T. (2003): "An ERP maintenance model", *Proceedings of the 36th International Conference on System Science*, Hawaii, USA, pp. 1-10.
- O' BRIEN, J. A. y MARAKAS, G. M. (2006): "Sistemas de Información Gerencial", Mc-Graw Hill, México, 2006.
- O'LEARY, D. (2000): "Enterprise Resource Planning Systems, Life Cycle. Electronic Commerce and risk", Cambridge University Press.
- ROPPONEN, J. y LYYTINEN, K. (2000): "Components of software development risk: how to address them? A project manager survey", *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 26, No. 2, pp. 98-112.
- SCOTT, J. D. y VESSEY, I. (2002): "Managing Risks in Enterprise Systems Implementations", *Communications of the ACM*, Vol.45, No. 4, pp. 74-81.
- SERRANO BEDIA, A.M., HERNANDO MOLINER, G. (2006): "La vertiente organizativa de los sistemas de planificación de recursos de la empresa (ERP): Revisión de la literatura y perspectivas de futuro de la investigación", *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 12, No. 3, pp. 63-76.
- SHERER, S. A. (1995): "The three dimensions of software risk: technical, organizational and environmental", *Proceedings of the Twenty-Eighth Hawaii International Conference*, USA.
- SUMMER, M. (2000): "Risk factors in enterprise-wide/ERP projects", *Journal of Information Technology*, Vol. 15, pp. 317-327.
- WALLACE, L., KEIL, M. y RAI, A. (2004): "Understanding software project risk: a cluster analysis", *Information & Management*, Vol. 42, No. 1, pp. 115-125.
- WESTON Jr., F. C. (2003): "ERP: The extended enterprise system", *Business Horizons*, Vol. 46, No. 6, 2003, pp. 49-55.
- YOON, Y., GUIMARAES, T. y CLEVENSON, A. (1998): "Exploring expert system success factors for business process reengineering", *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 15, No. 2-3, pp. 179-199.
- ZAFIROPOULOS, I., METAXIOTIS, K. y ASKOUNIS, D. (2005): "Dynamic risk management system for the modeling, optimal adaptation and implementation of an ERP system", *Information management & Security*, Vol.13, No.3, pp. 212-234.
- ZHOU, L., VASCONCELUS, A. y NUNES, M. (2008), "Supporting decision making in risk management through an evidence-based information systems project risk checklist", *Information Management & Computer Security*, Vol. 16, No. 2, pp. 166-186.