

Tipo de artículo: Artículo de Revisión

Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos en proyectos de software

Qualitative and quantitative analysis of risks in software projects. A review of the state of the art

Nayma Martín Amaro^{1*} , <https://orcid.org/0000-0002-1003-7224>

Dagoberto Félix Pérez Montesinos² , <https://orcid.org/0000-0002-3385-3419>

Pedro Yobanis Piñero Pérez³ , <https://orcid.org/0000-0002-7635-8290>

¹ Centro de Informatización de Entidades, Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio km 2 1/2, CP 17830 Cuba. nayma@uci.cu

² Centro de Informatización de Entidades, Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio km 2 1/2, CP 17830 Cuba. dagofp@uci.cu

³ Departamento de Gestión de Proyectos, Facultad 3, Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio km 2 1/2, CP 17830 Cuba. ppp@uci.cu

* Autor para correspondencia: nayma@uci.cu

Resumen

La disciplina de Gestión de Riesgos ha crecido mucho en el área de tecnologías de la información en los últimos años, particularmente ha tenido un gran impulso en proyectos de desarrollo de software. Hoy en día es posible encontrar métodos formales para realizar una gestión de riesgos rigurosa y que brinde resultados positivos al proyecto. A pesar del desarrollo vertiginoso de la industria del software, resulta significativo el número de proyectos que no culminan con éxito y entre los factores se encuentran una mala gestión de los riesgos en los proyectos. Debido a ello se cuenta con apoyo en la comunidad investigadora. Varias han sido las técnicas y metodologías que se ha implementado en función de mejorar estos procesos dentro de la Gestión de Riesgos. Existen algunas propuestas metodológicas específicas para el área de software, y se han encontrado en la literatura análisis de las fortalezas y debilidades de estos métodos en su aplicación en proyectos concretos. Los principales objetivos de este artículo son introducir los conceptos básicos de la Gestión de Riesgos y caracterizar los elementos que contiene la Gestión de Riesgos y principalmente las etapas de análisis de los mismos, ya sea cualitativo o cuantitativo. La investigación servirá como material de estudio para el curso de Gestión de Riesgos de la Maestría en Gestión de Proyectos. Además, presenta una reseña de los métodos disponibles y brinda un resumen de soluciones o herramientas de apoyo a este proceso, lo cual permitirá identificar elementos comunes, analizar los resultados que se obtienen y de aquí poder definir líneas de trabajo e investigaciones futuras.

Palabras clave: Gestión de Riesgos, Análisis de Riesgos, Análisis cualitativo, Análisis cuantitativo.

Abstract

The discipline of Risk Management has grown a lot in the area of information technologies in recent years, particularly has had a great momentum in software development projects. Nowadays, it is possible to find formal methods to carry out serious risk management and to provide positive results to the project. But despite the dizzying development of the software industry, the number of projects that do not reach a successful conclusion is significant, and among the factors are poor project risk management. It is due to this that they have support in the research community and several have been the techniques, methodologies, etc. that has been implemented in order to improve these processes within the Risk Management. Now, although there are some specific methodological proposals for the software area, it is not easy to find in the literature an analysis of the



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

strengths and weaknesses of these methods in their application in specific projects. Hence, the main objectives of this article are to introduce the basic concepts of the Risk Management, to characterize, in terms of the elements contained in the Risk Management and mainly the stages of analysis of the same, whether qualitative or quantitative. In addition, it presents a review of the available methods and provides a summary of solutions or tools to support this process, which will identify common elements, analyze the results obtained and hence be able to define lines of work and future research.

Keywords: Risk Management, Risk Analysis, Qualitative Analysis, Quantitative Analysis.

Recibido: 10/11/2020

Aceptado: 13/03/2021

Introducción

La Gestión de Proyectos (GP) es una de las disciplinas de mayor crecimiento en la actualidad. Ello es debido a que la propia idea de proyecto ha trascendido a su interpretación tradicional asociada típicamente a la construcción de un producto o un sistema material singular, y se extiende a subconjuntos cada vez mayores de la actividad empresarial (Victorio, 2008). El entorno actual de desarrollo de proyectos de software se caracteriza por cambios tecnológicos acelerados, presiones económicas, trabajo en equipos multidisciplinarios, recursos y tiempo limitado. Debido a esto y a otros factores, la industria del software se encuentra dentro del número creciente de empresas y organizaciones que están adaptando e incorporando la GP a sus actividades cotidianas. Actualmente, la GP dispone de una extensa bibliografía de procedimientos y recomendaciones, en las que se definen áreas de conocimiento, materias, fases o procesos (dependiendo del estándar) que orientan a los directores de proyectos hacia el éxito, dentro de éstas, se encuentra la Gestión del Riesgo (GR), que tiene como objetivo aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto (Obando Montoya, 2015). La GR cuenta con 7 etapas, entre las que se destacan el análisis cualitativo y el análisis cuantitativo de los riesgos. Este análisis no es un fin en sí, si no que se adapta a la actividad continua de la GP. Este permite determinar cómo es, cuánto vale y cómo de protegidos se encuentran nuestros proyectos.

La aplicación de diferentes metodologías de GR, ha permitido mapear de manera detallada un sin número de riesgos que afectan a los proyectos de software, construir extensas matrices y construir modelos probabilísticos de tiempo y costo a partir del análisis de escenarios de materialización de los riesgos. Sin embargo y a pesar del avance obtenido a la fecha resulta, significativo el número de proyectos que no culminan con éxito y entre los factores se encuentran una mala gestión de los riesgos en los proyectos, ya que por ejemplo los riesgos técnicos del software son la medida de la probabilidad y severidad de que se produzcan efectos adversos en el desarrollo, adquisición, mantenimiento, etc. de sistema. En este sentido, el software cuenta con características particulares que lo distancian mucho de cualquier otro tipo de proyecto como pueden ser su complejidad y abstracción. A los ojos del cliente el software es moldeable, todo



Esta obra está bajo una licencia **Creative Commons de tipo Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

lo puede y nunca es demasiado tarde para modificarlo; siendo justamente éste último punto uno de los 10 principales riesgos (Jaureche Ballefín, 2012). Es debido a esto que cuentan con apoyo en la comunidad investigadora y varias han sido las técnicas, metodologías, etc. que se ha implementado en función de mejorar estos procesos dentro de la GR (Caballero & Kuna , 2018).

Los principales objetivos de este artículo son introducir los conceptos básicos de la GR, caracterizar, en cuanto a los elementos que contiene la GR y principalmente las etapas de análisis de los mismos, ya sea cualitativo o cuantitativo. Además, presenta una reseña de los métodos disponibles y brinda un resumen de soluciones o herramientas de apoyo a este proceso, lo cual permitirá identificar elementos comunes, analizar los resultados que se obtienen y de aquí poder definir líneas de trabajo e investigaciones futuras.

Materiales y métodos

No es menos cierto que existen metodologías y métodos para el análisis de riesgos en diferentes sectores de la economía, por lo que la industria del software no queda exenta de esto. El desarrollo de este trabajo contiene algunos trabajos en el marco de las metodologías utilizadas en el mundo, es decir, los métodos acá especificados cumplen su uso en la gestión de proyectos, lo cual no quiere decir que sea la única materia de aplicación, pero para efectos de este documento están centrados en el desarrollo de estos.

Los métodos y herramientas que se presentan a continuación están enmarcados en términos cualitativos y cuantitativos, los cuales resuelven de una manera confiable la identificación y evaluación de los riesgos. Estas soluciones se basan en los métodos Delphi, entrevista, métodos de análisis documental de la literatura científica. Algunos casos abarcan el proceso completo de Gestión de Riesgos y otros solo se centran en el análisis.

Tabla 1. Métodos y herramientas para el análisis de los riesgos en proyectos de desarrollo de software.

	Título del Artículo	Resultados
1	Análisis y Gestión de Riesgo en Proyectos Software (Caballero & Kuna , 2018) .	El resultado de este proyecto es generar un método para el análisis y gestión de riesgos en el TI y una herramienta software para la gestión del mismo, integrando las mejoras prácticas de la metodología provista por el SEI análisis y gestión de riesgos basados en taxonomías y MAGERIT V3. La misma está orientada a las pequeñas y medianas organizaciones, la cuales poseen un presupuesto acotado para la inversión.
2	Modelo de gestión del riesgo	La importancia de la presente investigación radica en la facilidad de aplicación



	en proyectos informáticos Mogripi (Barrera, Sánchez , & Rojas Contreras, 2016).	del modelo desarrollado, el cual consta de tres procesos fundamentales: preparar la gestión del riesgo, valorar los riesgos y tratamiento de los riesgos. Por cada uno de los procesos se tiene un objetivo definido y las actividades claves a realizar para dar cumplimiento con el objetivo trazado. Se basa en las mejores prácticas de estándares existentes orientado a la gestión del riesgo en proyectos informáticos.
3	Estimación de riesgos en la etapa de planeación en proyectos de software (Obando Montoya, Lucero, 2015)	El artículo hace referencia a que los proyectos de desarrollo de software están expuestos a numerosos riesgos los cuales deben ser tratados en etapas tempranas del proyecto para su efectiva gestión y tratamiento. El modelo de gestión de riesgos propuesto en este artículo se basó en la recopilación de los aspectos considerados más relevantes en las normas internacionales PMBOK, CMMI, ISO/IEC 12207 e ISO/IEC VDA 15507, logrando un modelo compuesto por cuatro fases importantes: planificación de la gestión de riesgos, identificación de riesgos, análisis de riesgos y evaluación de riesgos. La aplicación del modelo en la empresa PRUEBA1 reveló la identificación de los riesgos en una etapa temprana del proyecto, permitiendo la definición de estrategias de respuesta y la realización de planes de acción, que dieron como resultado la eliminación de posibles amenazas y la disminución de factores de riesgo. La aplicación del modelo de gestión de riesgos alertó desde etapas tempranas del proyecto, contra las amenazas que afectan los costos, el cronograma y la calidad de los productos.
4	Proceso para gestionar riesgos en proyectos de desarrollo de software (Pérez Moya & Zulueta Véliz, 2013)	Se propone un proceso para gestionar riesgos en proyectos de desarrollo de software a partir de los enfoques planteados por SEI 2006 y las descripciones de PMI 2008. El proceso propuesto incluye la descripción de las técnicas aplicables, así como de los roles que intervienen y los subprocesos planificación de la gestión de riesgos, identificación y análisis de los riesgos, definición y aplicación de acciones para la resolución de eventualidades, comunicación y control de los riesgos y, evaluación del proceso de gestión de riesgos, que conforman la propuesta.
5	Métodos de Gestión de Riesgos	Uno de los dos aportes de esta tesis es haber descrito (utilizando un marco



	en Proyectos de Software (Jaureche Ballefín, 2012)	común) y comparado distintos métodos de gestión de riesgos partiendo del método que dio el punta pié inicial a ésta práctica. Sirve como referencia básica del estado del arte de métodos de gestión de riesgos aplicables a proyectos de software. Queda disponible un ejemplo práctico en el cual se documenta el proceso y resultado de la implementación de RiskIt en un proyecto real.
6	Risk Management in Implementing Wind Energy Project (YuriiRolik, 2017)	Se ha realizado un análisis de posibles riesgos en el proceso de implementación de un proyecto específico, se han desarrollado y propuesto medidas para reducir su impacto negativo en el proyecto. El objeto de estudio es un proyecto de energía eólica, es decir, un parque eólico que funciona como parte del sistema energético nacional. Se han examinado las herramientas actuales de gestión estratégica, como el análisis DAFO y la matriz de McKinsey, que son útiles para la identificación de los riesgos del proyecto. Asimismo, se estableció un sector que caracteriza las perspectivas de desarrollo del proyecto para posteriormente ser utilizado como herramienta de identificación de riesgos. Tras la identificación de riesgos, se desarrollaron y propusieron implementar medidas específicas de apoyo estatal y medidas especiales de gestión de proyectos con el objetivo de limitar la influencia negativa de los posibles riesgos del proyecto.
7	Application of the swot analysis in project management in business organizations (Borislava Galabova, 2018)	Esta investigación resume las oportunidades de aplicación de uno de los métodos clásicos de planificación estratégica, el análisis DAFO, en el proceso de gestión de proyectos. Se derivan algunos beneficios de su uso, basados en una revisión y análisis críticos. Se retoman las buenas prácticas, aplicables a proyectos empresariales.
8	Risk management of innovative project (Sujkova, O. A, 2020)	El artículo analiza los problemas de identificación de factores de certeza e incertidumbre de la condiciones para la implementación de un proyecto innovador. Se muestran los conceptos de «incertidumbre» y «riesgo» del proyecto. Considerando que los riesgos son principalmente la posibilidad de consecuencias adversas para los objetivos del proyecto, se dan recomendaciones para gestionar los riesgos de un proyecto innovador basado



		en datos de un análisis DAFO y diseñar una estrategia de minimización de riesgos.
9	Risk Management in Agile Software Development: A Survey (M Hammad, I Inayat, M Zahid, 2019)	El artículo hace referencia al desarrollo de software ágil, menciona que algunas de las actividades formales de gestión de proyectos son descuidado debido a la documentación y la planificación pesadas. Las metodologías ágiles suelen centrarse en desarrollo rápido sobre documentación considerable que es contraria a la naturaleza del riesgo en el proceso de gestión. Afirma que ignorar el proceso de gestión de riesgos es inevitable. Y pretende explorar más sobre las prácticas de gestión de riesgos seguidas en métodos ágiles.
10	Risk management and corporate social responsibility (S Kim, G Lee, HG Kang, 2021)	En este artículo se introduce un método innovador para identificar el beneficio de la gestión de riesgos de la responsabilidad social corporativa (RSC). La volatilidad implícita en las opciones captura las expectativas de los mercados financieros sobre el riesgo futuro de una empresa, por lo que si la RSC está relacionada con los beneficios de la gestión del riesgo, y la relación con una menor volatilidad implícita.

Resultados y discusión

La GR en proyectos de software ha madurado considerablemente en los últimos años, impulsado por nuevas tendencias. Está dejando de ser otra área del conocimiento en los proyectos de desarrollo de software y transformándose en un enfoque de análisis integral de proyectos. Diferentes compañías reconocidas a nivel mundial han realizado importantes desarrollos en el campo de GR en proyectos de software, generando modelos más robustos, alejando el concepto de riesgo de un tema emocional a temas matemáticos y estadísticos.

¿Qué es un riesgo?

La palabra “riesgo” viene del italiano Risicare, que significa desafiar, retar, enfrentar, atreverse. En el nuevo diccionario español - latino etimológico se define como, peligro, poner en peligro a uno, suscitarle algún peligro, lanzarse, arrojarse al peligro. En algunos escritos se refiere a la proximidad de un daño. En el libro “Administración de Riesgos un Enfoque Empresarial” (Mejia, 2006) se mencionan diferentes definiciones que se encuentran en la



literatura tradicional referente al tema de riesgos algunas de ellas consideradas como las más representativas entre las que se encuentran:

Riesgo es la probabilidad de pérdida, riesgo es incertidumbre, riesgo es la dispersión del resultado actual con relación al esperado, riesgo es la probabilidad de que el resultado sea diferente a lo esperado, riesgo es una amenaza evaluada en cuanto a su probabilidad de ocurrencia y la gravedad de sus consecuencias posibles, y la definición más completa, riesgo es la posibilidad de ocurrencia de un evento que puede afectar el cumplimiento de los objetivos.

En el caso de los proyectos de software, la definición más común es en términos de exposición a los factores específicos que representan una amenaza para alcanzar los resultados esperados de un proyecto. Generalmente se define como el impacto de la probabilidad ponderada de un evento en un proyecto. De manera simple $R = P * I$ donde R es la exposición al riesgo atribuible a un factor de riesgo en particular, P es la probabilidad de que el evento no deseado ocurra y I es el impacto o la magnitud de la pérdida si se produce el evento (Bannerman, 2008) (Obando Montoya, 2015).

Por lo que un riesgo de manera general no es más que un evento o condición incierto, que si se produce tendrá un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad.

Gestión de Riesgos

La Gestión de Proyecto dispone de una extensa bibliografía de procedimientos y recomendaciones, en las que se definen áreas de conocimiento, materias, fases o procesos (dependiendo del estándar) que orientan a los directores de proyectos hacia el éxito, dentro de éstas, se encuentra la Gestión del Riesgo (GR). Esta no es más que el proceso de identificar, analizar y responder a los riesgos a lo largo de la vida de un proyecto y tiene como objetivo aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto (Obando Montoya, 2015). Para esto cuenta con varias etapas o momentos según (Institute, 2017), que garantizan de alguna manera la correcta gestión de los mismos, entre las que se encuentran, en un inicio, la elaboración de un plan de gestión de riesgos, luego sigue la identificación de los riesgos y por supuesto el análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos, entre otras.

Como ya se había mencionado anteriormente la GR cuenta con etapas entre las se destacan las relacionadas con el análisis de los riesgos, como se muestra en la figura 1.



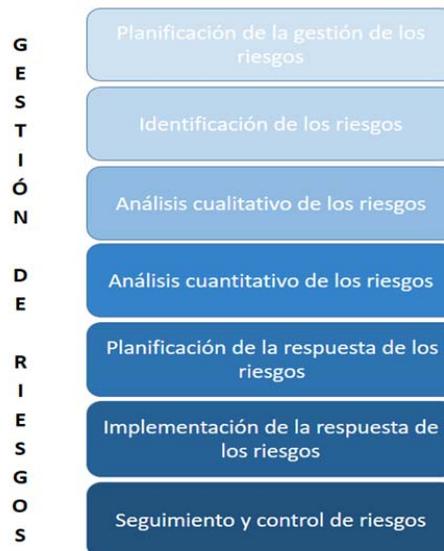


Figura 1: Etapas de la Gestión de Riesgos (PMBOK)

Análisis de los riesgos

El análisis de un riesgo consiste en determinar los valores de probabilidad, impacto, frecuencia y certidumbre de la información con el uso de las técnicas definidas en el plan de gestión de riesgos para posteriormente ordenarlos. Permite detener los riesgos de comunicación con el cliente. Se realiza con el objetivo de evaluar, caracterizar y priorizar los riesgos, para luego determinar su exposición. Para adelantarse a los riesgos es necesario diseñar escalas que pueden ser cuantitativas, cualitativas o una combinación de ambas. Algunos documentos de entradas para este subproceso son el registro de riesgos, plan de gestión de riesgo, proyecto técnico, lista de riesgos, cronograma del proyecto, plan de respuestas y el registro de lecciones aprendidas. Los roles responsables de ejecutarlo son el jefe de proyecto y el equipo de gestión de riesgos (Pérez Moya & Zulueta Véliz, 2013).

Análisis cualitativo de los riesgos

El análisis cualitativo comienza al concluir la identificación de los riesgos. En el proceso de análisis cualitativo de los riesgos se debe clasificar, cada riesgo identificado de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y con el nivel de impacto sobre los objetivos del proyecto. La clasificación de los riesgos, permite definir las acciones que se darán a los mismos de acuerdo a las estrategias de respuesta establecidas en el proyecto. Dicha clasificación también permitirá priorizar las respuestas a aquellos riesgos de impacto



negativo que requieren una acción urgente (Pérez Moya & Zulueta Véliz, 2013) (Obando Montoya, 2015). O sea, está centrado en caracterizar y priorizar los riesgos para identificar relaciones con otros riesgos, causas e influencias. Permite entonces definir estrategias de mitigación de riesgos más efectivas y eficientes y este análisis debe realizarse periódicamente. Entre los métodos utilizados con este fin se pueden encontrar los siguientes:

Métodos cualitativos

Método Delphi: El método Delphi se basa en la opinión de un grupo de expertos sobre eventos posibles en el futuro. El grupo de selección deber estar conformado por personas conocedoras de los eventos de riesgos y debe estar en la capacidad de predecir los acontecimientos futuros que los lleven a tratar un tema complejo y sus soluciones. Esta capacidad de predicción según se expone en (Tamayo & Hincapié Mejía, 2016) se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos. Tiene su validez en la capacidad de los expertos para dar probabilidades certeras que eliminen la incertidumbre o riesgo de ocurrencia de un evento.

Para un adecuado desempeño y desarrollo del método es muy importante tener presente las siguientes cuatro fases:

Fase 1: Formulación del problema.

Fase 2: Elección de expertos.

Fase 3: Elaboración y lanzamiento de los resultados.

Fase 4: Desarrollo práctico y explotación de resultados.

Método de lluvia de ideas: El método de lluvia de ideas es usado para la identificación de los riesgos. Consiste en la reunión de diferentes personas con capacidades de identificar las potenciales fallas, peligros asociados y riesgos de un proyecto para alimentar una discusión que resalte la imaginación de los invitados y lleve a pensamientos de riesgos factibles para un proyecto. La clave para el éxito de esta herramienta es la estimulación correcta de la discusión, en donde los participantes sean guiados hacia el área deseada y así otorgar los datos más valiosos (Tamayo & Hincapié Mejía, 2016).

Método de entrevistas estructuradas y semiestructuradas: Las entrevistas, estructuradas o semiestructuradas son una técnica importante para recoger datos. El entrevistador debe de permanecer neutral y ser capaz de hacer que el entrevistado exprese sus verdaderos sentimientos y creencias.

Método de listas de verificación: Estas se basan en los históricos, bases de datos o conocimientos de peligros y riesgos que se presentan o se han presentado en los proyectos de la misma índole o en la región de impacto. Son comúnmente



usadas y desempeñadas para respuestas básicas, es decir, respuestas asociadas al sí y no, lo cual facilita la tabulación de los datos y la visualización de los resultados.

Método HAZOP: Es una metodología completa y rigurosa que se basa en la idea de que los riesgos son ocasionados a partir de desviaciones en las variables de un proceso con respecto a las condiciones normales de operación. Para que la aplicación de esta metodología sea exitosa requiere que se cuente con unos insumos para el desarrollo de las reuniones, tales como: diseño detallado, listas de materiales, descripción de los procesos y estudios previos que se hayan hecho de peligros. Se parte entonces del supuesto de que los insumos están correctos y que los diseños están pensados para ser viables (Crawley & Tyler, 2015).

Método del análisis causa-efecto: Es un método utilizado para identificar las posibles causas y efectos de un riesgo o problema, organizando los contribuyentes potenciales en categorías que representan todas las hipótesis que se deben considerar; todo por medio de la construcción e interpretación de un diagrama causa-efecto, o espina de pescado. el método puede desarrollarse, si se desea, como inicialmente fue creado; es decir, únicamente utilizando el lado izquierdo del modelo el cual comprende solamente las causas del problema, o avanzar más allá con el lado derecho para soportar los efectos del mismo (Sánchez Guerrero, 2003).

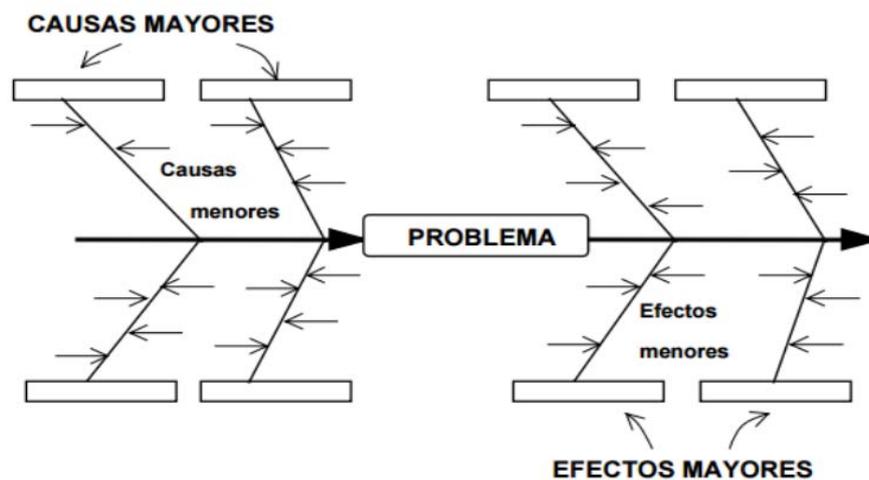


Figura 2: Diagrama de método causa-efecto (tomado de (Sánchez Guerrero, 2003)).

Análisis cuantitativo de los riesgos

El análisis cuantitativo se ejecuta después del análisis cualitativo o cuando se considere necesario reevaluar los riesgos. De acuerdo a (Institute, 2017) el análisis cuantitativo de los riesgos es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. Puede entenderse como el



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

análisis numérico de los efectos combinados de los riesgos individuales identificados para el proyecto y otras fuentes de incertidumbre sobre los objetivos generales del proyecto. Centra la atención en la cuantificación de los riesgos de forma objetiva. Permite analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos del proyecto.

Métodos cuantitativos

Al igual que los métodos cualitativos, también se pueden encontrar en la literatura varios métodos para el análisis cuantitativo de los riesgos y a continuación se presentan algunos.

Método de las cadenas de Markov: El desarrollo del método parte de la identificación previa de los riesgos y de las probabilidades actuales para el estado en donde las mismas se encuentran, es decir, se debe construir un vector fila con la información actual del estado en donde están cada una de las variables según las posibles posiciones o estados que pueden obtener al comienzo del desarrollo. Adicionalmente, se debe construir lo que denomina el método como la matriz de transición, la cual corresponde a las probabilidades de que las variables salten de su estado inicial a cualquiera de los estados siguientes en el intervalo de tiempo definido por el mismo (Tamayo & Hincapié Mejía, 2016).

Método del análisis costo-beneficio: Consiste en la implementación o la incursión numérica de los beneficios o costos de actividades que, para el objeto de estudio, pueden ser para evaluación o mitigación del riesgo. Esta incursión permite el análisis directo de las diferencias de los costos y consecuencias en unidades computables o calificables. Este método puede ser implementado además durante cualquiera de las siguientes etapas de un proyecto: estudio de perfil, análisis de pre factibilidad, análisis de factibilidad, diseño, ejecución u operación (Tamayo & Hincapié Mejía, 2016).

Método de Monte Carlo: Este método es una opción cuando las técnicas analíticas no están en capacidad de entregar resultados relevantes; esto sucede porque se tiene incertidumbre en los datos de entrada. Por lo general, la información que ingresa es determinística, pero para esta simulación se introducen variables que pueden tomar diferentes valores, y para eso se le debe dar un tratamiento estadístico particular a cada una de ellas (Tamayo & Hincapié Mejía, 2016).

Método de los índices de riesgo: Es un método cualitativo que permite una migración a una etapa numérica o semicuantitativa por medio de la cual se busca una migración u obtención de resultados para facilitar el análisis y la evaluación de los riesgos, ya que los índices buscan tener la apertura de realizar comparaciones de criterios que



intervengan en los mismos ámbitos a través de escalas ordinarias. El análisis en general busca entonces identificar riesgos potenciales y su calificación asociada a una actividad, con lo cual pretende delimitar el alcance a través de valorar su nivel de riesgo (Tamayo & Hincapié Mejía, 2016).

Método de las redes bayesianas: Son un modelo probabilístico que representa la distribución de varias variables aleatorias y la relación entre ellas. Este es un método que está compuesto por un análisis cualitativo complementado con una fracción cuantitativa.

- *Cualitativo*: se encarga de identificar las variables y las relaciones que existen entre ellas. Esto permite determinar cuándo un resultado depende de la condición de otra variable. A esto se le conoce como inferencia (Pérez, 2016). Para hacer esta determinación se basa en evidencias o datos históricos.
- *Cuantitativo*: mide la fuerza entre las relaciones antes mencionadas.

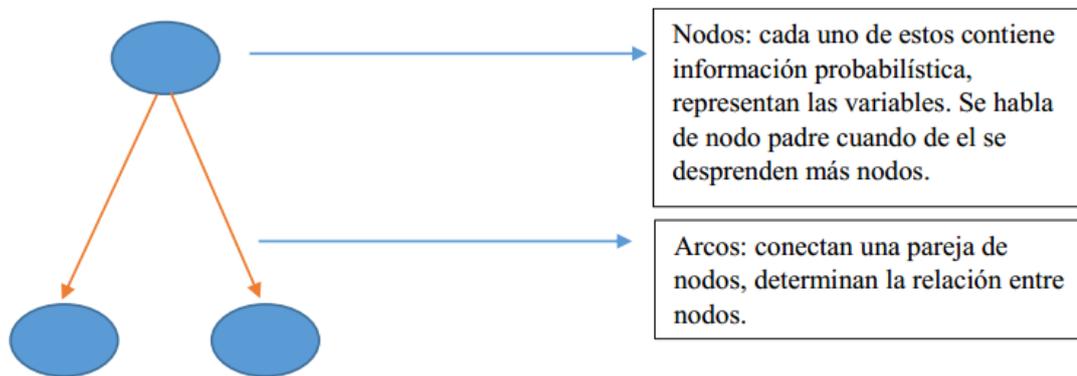


Figura 3: Esquema general de las redes bayesianas (elaboración propia).

Conclusiones

Todos los proyectos de desarrollo de software en alguna etapa de su ciclo de vida presentan riesgos o amenazas que si llegaran a materializarse afectarían los objetivos del proyecto, y por el contrario, si se identifican en una etapa temprana del proyecto se les podría dar un adecuado tratamiento, y si bien, no se elimina el riesgo se disminuiría de manera significativa su impacto. Muchos de los fracasos en proyectos de software se deben a una mala implementación de la gestión de riesgos o a la ausencia de una adecuada gestión de riesgos.

En este trabajo se presentaron elementos de la GR de manera general, así como ejemplos de aplicación en proyectos de software haciendo uso de estándares internacionales o mejores prácticas de estos. Aunque todos estos trabajos están orientados al proceso de GR en su totalidad, cabe destacar que se presentaron métodos para el análisis de los



riesgos como una de las etapas de la GR. La realización de este trabajo a partir del análisis de estas soluciones, muestra claramente que las técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo deben combinarse y en el caso del análisis cuantitativo debe realizarse no solo después de culminado el análisis cualitativo, sino siempre que sea necesario evaluar los riesgos. De este análisis de los riesgos, y se muestra en estos trabajos, se establecen las estrategias de mitigación más efectivas en aras de lograr eficiencia en este proceso.

Agradecimientos

A la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), en especial a los profesores del Departamento de Gestión de Proyectos donde se realizó la investigación.

Conflictos de intereses

Los autores de la presente investigación declaran que no poseen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Nayma Martín Amaro.

Análisis formal: Nayma Martín Amaro.

Investigación: Nayma Martín Amaro.

Metodología: Nayma Martín Amaro, Dagoberto Félix Pérez Montesinos.

Administración del proyecto: Pedro Piñero Pérez.

Software: Nombre y Apellidos del autor.

Supervisión: Dagoberto Félix Pérez Montesinos.

Validación: Nayma Martín Amaro, Pedro Piñero Pérez.

Visualización: Nayma Martín Amaro, Pedro Piñero Pérez.

Redacción – borrador original: Nayma Martín Amaro.

Redacción – revisión y edición: Nayma Martín Amaro, Pedro Piñero Pérez

Financiamiento

El presente trabajo no requirió financiación. La misma forma parte de una investigación del curso de Gestión de Riesgos en la Maestría en Gestión de Proyectos de la Universidad de las Ciencias Informáticas.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Referencias

- Bannerman, P. L. (2008). Risk and risk management in software projects: A reassessment. *The Journal of Systems and Software*, 2118–2133.
- Barrera, R. J., Sánchez, M., & Rojas Contreras, W. M. (2016). Modelo de gestión del riesgo en proyectos informáticos Mogripi. *I+D Revista de Investigaciones*, 8(2), 15 -24.
- Borislava Galabova. (2018). SOCIAL STUDIES APPLICATION OF THE SWOT ANALYSIS IN PROJECT MANAGEMENT IN BUSINESS ORGANIZATIONS. *Science & Research* 21 Volume II, Number 2.
- Caballero, S., & Kuna, H. (2018). Análisis y Gestión de Riesgo en Proyectos Software. *XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Crawley, F., & Tyler, B. (2015). *HAZOP: Guide to Best Practice*. (3ra Edición ed.). Elsevier.
- Correa Correa, Carlos Daniel Moreno Bernal, Yudy Liliana Agudelo Fonseca, Pablo Emilio (2020). *Diagnóstico de las prácticas de gestión de proyectos en el área de servicio al cliente para la compañía Jhonson & Jhonson*.
- Institute, P. M. (2017). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Project Management Institute, Inc. .
- Jaureche Ballefín, S. (2012). *Métodos de Gestión de Riesgos en proyectos de software*. Tesis de maestría, Universidad de la República Oriental del Uruguay.
- Mejia, R. (2006). *Administración de Riesgos un Enfoque Empresarial*. 30-32.
- Obando Montoya, L. (2015). *Estimación de Riesgos en la Etapa de Planeación en Proyectos de Software*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión.
- Obando Montoya, Lucero. (2015). *Estimación de riesgos en la etapa de planeación en proyectos de software*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56439>.
- Pérez Moya, O., & Zulueta Véliz, Y. (2013). *Proceso para gestionar riesgos en proyectos de desarrollo de software*. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 7(2), 206-221.
- Pérez, F. (2016). *Redes bayesianas*. Obtenido de <https://fdoperez.webs.ull.es/doc/Conocimiento5.pdf>
- Rudas Tayo, L. P. (2017). *Modelo de gestión de riesgos para proyectos de desarrollo tecnológico*. Tesis de maestría.
- Sánchez Guerrero, G. d. (2003). *Técnicas participativas para la planeación*.



- Tamayo, D. Á., & Hincapié Mejía, M. (2016). *Un estado del arte del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos en proyectos*. Tesis de Maestría, Universidad EAFIT, Medellín.
- Victorio, J. N. (2008). *Un modelo para la simulación híbrida de la producción de software a medida en un entorno multiproyecto*. Universidad de Sevilla.
- YuriiRolik.(2017). *Risk Management in Implementing Wind Energy Project*. Procedia Engineering Volume 178, Pages 278-288.
- M Hammad, I Inayat, M Zahid. (2019). *Risk Management in Agile Software Development: A Survey*. International Conference. DOI: 10.1109/FIT47737.2019.00039 Publisher: IEEE Conference Location: Islamabad, Pakistan
- S Kim, G Lee, HG Kang. (2021). *Risk management and corporate social responsibility*. Strategic Management Journal. <https://doi.org/10.1002/smj.3224>.
- Sujkova, O. A.(2020). *Risk management of innovative project*. Innovative development of vocational education. No1 (25).
- Gutiérrez Martínez, César Pablo. (2021). *Metodología de Adaptación de los Procesos de Gestión de Proyectos a Marcos de Referencia*. <http://hdl.handle.net/10609/126631>.

