

Revisión sistemática de la literatura de la gestión de riesgos en la gerencia de proyectos

Sergio Andrés Roperó Duarte

Trabajo de grado como requisito para optar al título de
Ingeniero Industrial

Director:

Carlos Eduardo Díaz Bohórquez
Magister en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Estudios Industriales y Empresariales
Bucaramanga
2017

Contenido

Introducción	11
Tabla de cumplimiento de objetivos	12
1. Generalidades del Proyecto.....	13
1.1 Título.....	13
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo general.....	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 Planteamiento del problema.....	13
1.4 Justificación	15
2. Metodología de la revisión.....	16
2.1 Protocolo de investigación.....	16
2.2 Pregunta de investigación	16
2.3 Identificación de estudios	17
2.3.1 Análisis bibliométrico.....	17
2.3.2 Selección de estudios	22
2.4 Evaluación de la calidad de los estudios.....	24
2.5 Recopilación de datos	25
3. Resultados.....	29
3.1 Proceso de gestión de riesgos	31
3.1.1 Concepto de riesgo.....	32
3.1.2 Identificación y valoración del riesgo.....	33
3.1.3 Planificación de la respuesta y control de riesgos.	48
3.2 Impacto en el desempeño de los proyectos debido de la implementación de procesos de gestión de riesgos.....	57

3.3 Herramientas y técnicas de ingeniería para la gestión de riesgos	59
3.4 Gestión de riesgos en la dirección de portafolios y programa de proyectos	63
3.5 Gestión de riesgos y la resistencia al cambio.....	64
3.6 Modelo de madurez para la gestión del riesgo.....	67
3.7 El rol de la ignorancia deliberada en la gestión de riesgos	71
3.8 Evaluación de riesgos en el contexto de la gestión de proyectos de inversión	75
3.9 Artículo científico	76
4. Conclusión	77
5. Recomendaciones	78
Referencias bibliográficas.....	79
Apéndices.....	88

Lista de tablas

Tabla 1. Creación de la ecuación de búsqueda	19
Tabla 2. Resumen de los estudios empleados para la revisión	25
Tabla 3. Indicadores de riesgos.....	37
Tabla 4. Indicadores de riesgo más comunes.....	38
Tabla 5. Preguntas empleadas en el estudio.....	55
Tabla 6. Ranking de las herramientas analizadas	61
Tabla 7. Principales características de cada nivel en relación con la gestión de riesgos. Una definición preliminar.....	70
Tabla 8. Tipos de ignorancia - significados	72

Lista de figuras

Figura 1. Documentos por año.....	20
Figura 2. Países con mayor número de publicaciones	21
Figura 3. Documentos por área de estudio.....	21
Figura 4. Instituciones con mayor número de publicaciones.....	22
Figura 5. Etapas del proceso de selección de estudios.....	24
Figura 6. Prototipo del modelo CRAM.....	34
Figura 7. Marco de referencia combinando la gestión de riesgos y el proceso de innovación	42
Figura 8. Modelo de identificación de riesgos	44
Figura 9. Enfoque para la evaluación del riesgo en los proyectos TI	47
Figura 10. Factores claves de evaluación y sus dimensiones	69
Figura 11. Taxonomía de la ignorancia	72

Lista de apéndices

Apéndice A. Artículo científico (Ver CD).....88

Resumen

Título: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN LA GERENCIA DE PROYECTOS**.*

Autor: SERGIO ANDRÉS ROPERO DUARTE***

Palabras claves: Riesgo; gestión de riesgos del proyecto; gerencia de proyectos, identificación; valoración; estrategia de respuesta; control; herramienta; revisión sistemática.

Contenido

La gestión del riesgo en un proyecto, sin importar su tipo, se plantea como uno de los pilares fundamentales para alcanzar sus objetivos y asegurar su éxito. En este estudio se hizo una revisión de la literatura relacionada con el tópico de gestión de riesgos en proyectos, con la finalidad de establecer un marco de referencia respecto a las posturas de diversos investigadores y estudiosos del tema alrededor del mundo.

En el documento se exponen las diversas interpretaciones o enfoques del concepto de riesgo e incertidumbre, así como los matices que estos pueden llegar a tener, dependiendo del autor que lo señala, el sector de la industria o el país en el que este se desempeña; señalando la importancia respecto a que el concepto de riesgo no siempre tiene una connotación negativa. A lo largo del documento, se describen investigaciones realizadas en diversos puntos del planeta, en las cuales se explica la importancia de la gestión de riesgos en los proyectos, y la forma en como dicha gestión permite hacer más fiable la ejecución de estos, e incrementa su probabilidad de éxito, al tener una comprensión completa de los aspectos más relevantes del proyecto como lo son el alcance, cronograma, costo y calidad, tomándolos como un todo, y no como partes individuales.

De la investigación realizada, se puede destacar: la importancia del uso de sistemas de gestión del conocimiento y lecciones aprendidas, con la finalidad de ser empleadas a futuro para facilitar y mejorar tanto la eficiencia como la eficacia en la identificación y control de riesgos; la utilización de herramientas y técnicas de gestión de riesgos; el desarrollo de modelos matemáticos y aplicaciones de software para apoyar la gestión integral del riesgo; así como los aspectos humanos que influyen en la adecuada administración del riesgo en un proyecto.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico – mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez; Magister en Ingeniería Industrial.

Abstract

Title: PROJECT RISK MANAGEMENT: A SYSTEMATIC REVIEW**

Author: SERGIO ANDRÉS ROPERO DUARTE**

Keywords: Risk, project risk management; project management; identification; assesment; response strategy; control; tool, systematic review.

Summary

Risk management in a project, regardless of its type, is considered as one of the fundamental pillars to achieve its objectives and ensure its success. This study made a review of the literature related to the topic of risk management in projects, with the aim of establishing a frame of reference regarding the positions of various researchers and scholars around the world.

The document presents the different interpretations or approaches of the concept of risk and uncertainty, as well as the nuances they may have, depending on the author who indicates it, the sector of the industry or the country in which the latter performs; pointing out the importance that the concept of risk does not always have a negative connotation. Throughout the document, are described researches carried out in various parts of the world, explaining the importance of risk management in projects, and the way in which such management makes them more reliable and increases their probability of success, having a complete understanding of the most relevant aspects of the project such as scope, schedule, cost and quality, taking them as a whole, and not as individual parts.

From the research carried out, it is possible to emphasize: the importance of the use of knowledge management systems and lessons learned, with the purpose of being applied in the future to facilitate and improve both efficiency and effectiveness in the identification and control of risks; the use of risk management tools and techniques; the development of mathematical models and software applications to support comprehensive risk management; as well as the human aspects that influence the proper administration of risk in a project.

* Bachelor Thesis

** Faculty of Engineerings Phisique Mechanics, School of Industrial and Managerial Studies, Director: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez ;
Magister in Industrial Engineering.

Introducción

La gestión del riesgo del proyecto es esencial para asegurar el éxito del proyecto (Yim et al, 2015). Muchas organizaciones fallan consistentemente en culminar proyectos exitosos. Las consecuencias de no cumplir con los objetivos del proyecto pueden ser significativas en entornos empresariales competitivos (Maylor et al, 2008). Los proyectos fallidos traen consigo muchas consecuencias; incluyendo pérdidas financieras, prensa negativa, pérdida de la confianza por parte del cliente y pérdida de ventaja competitiva. Existe una fuerte necesidad de la investigación para mejorar el éxito del proyecto (Yim et al, 2015).

La gestión del riesgo en los proyectos es actualmente uno de los principales temas de interés para los investigadores y profesionales que trabajan en el área de gestión de proyectos (Williams TM, 1995). La gestión del riesgo es una de las principales actividades de los directores de proyectos (Project Management Institute, 2013). La identificación de los eventos de riesgo es uno de los primeros pasos de la gestión de riesgos, demostrándose que la implementación de estrategias preventivas de gestión de proyectos reduce la ocurrencia de estos (Project Management Institute, 2013). Una buena comprensión de los eventos de riesgo, puede ayudar a los directores de proyectos a crear planes de gestión de riesgos más informados y puede conducir a reducir el riesgo del proyecto (De Bakker et al, 2012).

Sin duda alguna, la adecuada gestión de riesgos en un proyecto, podría marcar la diferencia entre su éxito o su fracaso. Dada la importancia de este tópico para la gerencia de proyectos, se planteó la realización de este trabajo de grado, bajo el título “Revisión sistemática de la literatura de la gestión de riesgos en la gerencia de proyectos”, perteneciente al Grupo de Investigación OPALO de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander.

Inicialmente se hizo una descripción de la metodología empleada para el desarrollo del proyecto: definiendo el protocolo de investigación; formulando la pregunta de investigación; haciendo la

identificación de los estudios mediante un análisis bibliométrico y la selección mediante el análisis preliminar de su contenido; evaluando su calidad y estado de ajuste respecto a los objetivos del estudio; recopilando por último la información más importante de los estudios, sobre la cual se hizo posteriormente una discusión de la información estudiada.

Posteriormente se hizo una descripción de los estudios analizados, abordando el proceso de gestión de riesgos desde el concepto mismo de riesgo, hasta su monitoreo y control. Por otra parte se analizaron las herramientas y técnicas de ingeniería que generalmente son empleadas para la gestión de riesgos, además de abordar como es la gestión de riesgos para un portafolio de proyectos.

Finalmente, se redactó un artículo científico en el cual se consolidó la información respecto a cómo se llevó a cabo la investigación, así como los resultados obtenidos gracias a esta.

Tabla de cumplimiento de objetivos

#	Objetivo	Cumplimiento
1	Diseñar un protocolo de revisión en el que se especifiquen los objetivos, criterios de elegibilidad de los estudios, así como los métodos a utilizar para identificar, evaluar, analizar y resumir los datos.	2. METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN
2	Realizar una revisión bibliográfica de documentos y artículos científicos desde la perspectiva de la gestión de riesgos en la ejecución de proyectos, mediante la aplicación de la metodología de revisión sistemática.	2.3. IDENTIFICACIÓN DE ESTUDIOS
3	Hacer un compendio y analizar las metodologías de gestión de riesgos en la gerencia de proyectos.	3. RESULTADOS
4	Elaborar un artículo publicable con base en los resultados obtenidos al culminar la investigación.	3.9. ARTÍCULO CIENTÍFICO

1. Generalidades del Proyecto

1.1 Título

Revisión Sistemática de La Literatura de La Gestión de Riesgos en La Gerencia de Proyectos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general Realizar un análisis de la de la literatura científica relacionada con la gestión de riesgos en la gerencia de proyectos mediante una revisión sistemática.

1.2.2 Objetivos específicos

- Diseñar un protocolo de revisión en el que se especifiquen los objetivos, criterios de elegibilidad de los estudios, así como los métodos a utilizar para identificar, evaluar, analizar y resumir los datos.
- Realizar una revisión bibliográfica de documentos y artículos científicos desde la perspectiva de la gestión de riesgos en la ejecución de proyectos, mediante la aplicación de la metodología de revisión sistemática.
- Hacer un compendio y analizar las metodologías de gestión de riesgos en la gerencia de proyectos.
- Elaborar un artículo publicable con base en los resultados obtenidos al culminar la investigación.

1.3 Planteamiento del problema

La materialización de riesgos no identificados durante las fases tempranas de planeación de los proyectos, es una de las causas más frecuentes para que estos fracasen o no logren los objetivos definidos al momento de su concepción, teniendo en cuenta que al no existir planes de respuesta para dichos riesgos, la forma en las que se les dará tratamiento no será la adecuada, recurriendo

en muchos casos a la improvisación y generando sobrecostos para el proyecto, mal uso del personal asociado a este y en cierta manera, distracción respecto a la esencia del proyecto, dado que se estarán gastando energías en situaciones que en primera medida debieron haberse prevenido desde el inicio del proyecto.

Estas desatenciones, generalmente causan retrasos en la ejecución de los proyectos; pérdidas de dinero asociadas al tratamiento de las consecuencias derivadas de las situaciones no previstas, re-planificación y asignación de nuevos recursos; reposición de materiales, partes o infraestructura afectadas por la materialización del riesgo; reducción en la calidad de los entregables, deterioro del ambiente de trabajo, desmotivación del personal y pérdida de la credibilidad frente a los interesados clave del proyecto, en especial del cliente que contrató su realización.

Cabe resaltar que la predisposición al riesgo, se ve influenciada por la capacidad de los Gerentes de Proyecto para identificar las situaciones que tienen potencial de causar daño a los intereses de la empresa en la ejecución de sus proyectos. Se requiere contar con personal capacitado que además de conocer los aspectos técnicos asociados a la ejecución del proyecto, también cuente con los conocimientos administrativos y gerenciales necesarios para asegurar que haya un correcto liderazgo de los diversos actores del proyecto y se utilicen correctamente los recursos inmersos en él.

Con base en los planteamientos descritos anteriormente, este trabajo se presenta como una oportunidad para analizar la forma en como se ha dado tratamiento a los riesgos en proyectos ejecutados en diversos puntos del globo, estudiando casos presentes en la literatura científica, y de esta manera conocer algunos de los resultados y mejores prácticas que podrían ser empleadas por empresas Colombianas en diversos sectores de la economía, durante la ejecución de sus propios proyectos.

El trabajo se estructuró para llevar a cabo el análisis del proceso de gestión de riesgos así: identificación, valoración, definición de estrategias, y monitoreo y control de riesgos.

Adicionalmente, se dedicó un aparte para conocer las herramientas y técnicas que apoyan la ejecución del proceso de gestión de riesgos en un proyecto.

1.4 Justificación

Uno de los aspectos más sensibles en la gerencia de proyectos, se encuentra enfocado en la implementación de las actividades para la minimización de los impactos de los riesgos que afectan los proyectos, o su eliminación en caso de ser posible. Entre los impactos más comunes de los proyectos, se encuentran los retrasos en el cronograma, sobrecostos (los cuales pueden llegar a ser iguales o superiores al presupuesto del proyecto), pérdida de calidad de los entregables, o el cierre anticipado del proyecto mismo.

Teniendo en cuenta las consecuencias negativas relacionadas con una inadecuada gestión de riesgos, se hace necesaria la revisión de las buenas prácticas metodológicas para su correcta gestión, contribuyendo de una manera activa a la disminución de imprevistos para los proyectos, aumentando así sus probabilidades de éxito y cumplimiento cabal de los objetivos planteados desde la concepción del proyecto.

Con este trabajo se desea recopilar e integrar la información existente sobre la adecuada gestión de riesgos, con la finalidad de generar una base de conocimientos que sirva como fuente de consulta para futuros interesados.

2. Metodología de la revisión

2.1 Protocolo de investigación

Esta revisión sistemática se llevó a cabo bajo la metodología desarrollada por David Tranfield (David Tranfield et al, 2003), complementada por la diseñada por Clara Aramburu en 2015 en España (Aramburu, 2015). Para esta se definieron las siguientes etapas: formulación de la pregunta de investigación; planteamiento del protocolo de investigación; formulación del plan de búsqueda de la literatura; obtención y evaluación de la calidad de los estudios; recopilación de los datos; y análisis, presentación e interpretación de los resultados.

2.2 Pregunta de investigación

La realización de la revisión que se muestra a continuación, partió de la base de la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las metodologías, herramientas y técnicas más destacadas y útiles para realizar la completa gestión de riesgos de un proyecto, permitiendo aumentar la probabilidad de su exitosa culminación?

De acuerdo a esta, se diseñó la ecuación de búsqueda preliminar y se filtraron los resultados, que posteriormente se usaron para extraer los estudios más relevantes que ayudaron a resolver la pregunta planteada.

2.3 Identificación de estudios

2.3.1 Análisis bibliométrico. Para la exploración de la literatura existente respecto al tema de estudio de la presente revisión sistemática, se debió buscar los documentos que habrían de ser utilizados para ello. Inicialmente se identificaron las palabras claves asociadas al tópico de investigación: gestión de riesgos, proyectos y gerencia. De acuerdo a lo descrito, se hizo una revisión preliminar respecto a la cantidad de artículos que podrían ser empleados, siguiendo las etapas descritas a continuación:

- Búsqueda de artículos relacionados con la gestión de riesgos, mediante la utilización de las diferentes bases de datos a las que se puede tener acceso por medio de la página de la biblioteca de la Universidad.
- Revisión del resumen o abstract de los artículos obtenidos, con la finalidad de encontrar términos complementarios que enriquecieran la búsqueda y permitieran acceder a un mayor número de estudios relevantes.
- Con base en los términos identificados, se realizó la combinación entre estos y de esa manera creó la ecuación de búsqueda definitiva.

En la

Tabla se muestran los componentes de la ecuación de búsqueda diseñada, así como los resultados obtenidos luego de su aplicación. Se utilizó la base de datos Scopus, debido a su facilidad de uso y a la posibilidad que ofrece para hacer el análisis bibliométrico de los estudios encontrados.

Tabla1. Creación de la ecuación de búsqueda

Periodo de Tiempo	2000 – 2017	
Base de Datos	Scopus	
Términos	Risk, Project, Management, Methodology, Plan, Planification, Analysis, PMI (Project Management Institute)	
Criterios de Inclusión	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos en cuyo abstract o resumen, se encuentren adyacentes las palabras “PROJECT RISK MANAGEMENT”. • Documentos en español e inglés. • Documentos con fecha de publicación posterior al año 2000. • Documentos que incluyan artículos. 	
Ecuación de búsqueda (Creada en Scopus)		
<i>ABS (risk management) OR (project risk management) OR ((project risk management) AND pmi) OR (risk management plan) OR (contingency plan AND projects) OR (risk control AND projects) OR (project PRE/1 risk PRE/1 management) OR (project risk management AND experiences) AND (pmi) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2011) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2010) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2009) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2008) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2007) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2006) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2005) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2004) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2003) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2002) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2001) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2000))</i>		
Resultados	Scopus	883
COMBINACIÓN		RESULTADOS
ABS (risk PRE/1 management)		15.332
ABS (risk PRE/1 control)		1.913
ABS (risk PRE/1 management) AND (project)		4027
ABS (project PRE/1 risk PRE/1 management)		225
ABS (risk PRE/1 management) AND (PMI)		162
ABS (project PRE/1 risk PRE/1 management) AND (PMI)		40

Fuente: Elaboración propia

Una vez diseñada la ecuación de búsqueda, e identificado los estudios que podrían ser de utilidad para la investigación, se hizo el análisis estadístico de los resultados obtenidos, describiendo la cantidad de artículos publicados en el intervalo de tiempo establecido; países con mayor participación; áreas de estudio e instituciones con mayor número de publicaciones.

Durante los primeros años del siglo, el tema de estudio de este trabajo de grado; la gestión del riesgo en la gerencia de proyectos, no era un tópico popular de investigación. Sin embargo, a partir de 2005 fue en franco ascenso pasando de 10 estudios en ese año hasta 96 en 2011, situándose en su pico máximo durante el año 2015, con 144 investigaciones. Ver Figura.

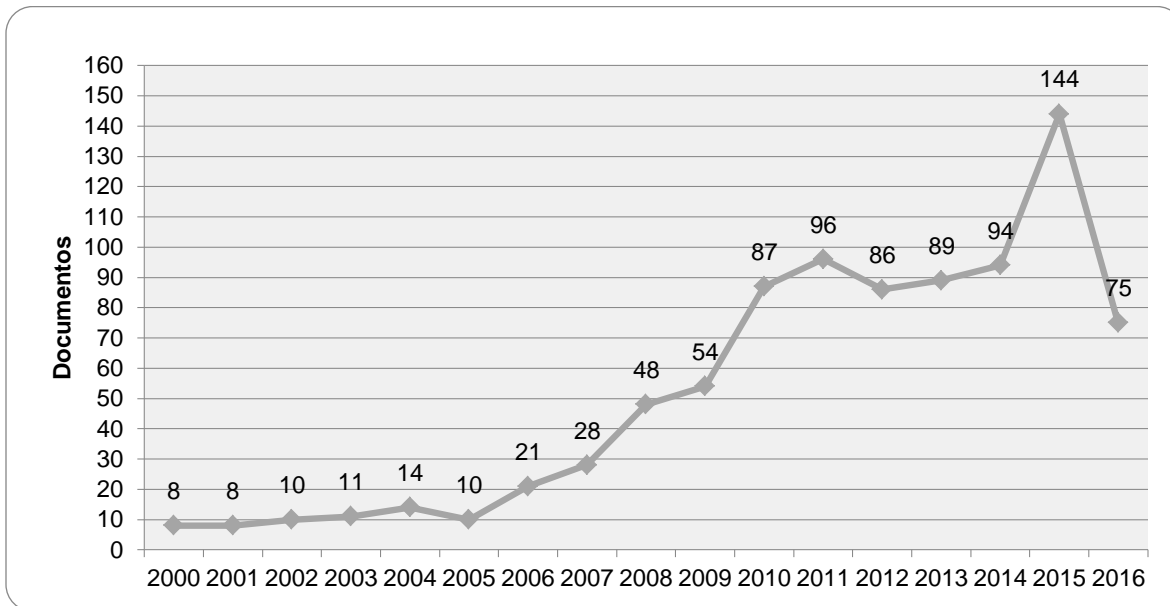


Figura 1. Documentos por año

Fuente: Base de datos Scopus

Según los datos desplegados en la Figura, se puede evidenciar que Estados Unidos y el Reino Unido tienen una amplia ventaja sobre los demás países que aparecen allí incluidos, en lo que respecta a la producción intelectual en cuanto a la gestión de riesgos en la gerencia de proyectos; situación que puede corresponder a la posición a nivel internacional como potencia económica de estos dos países, los cuales cuentan con instituciones enfocadas a la investigación en este tópico reconocidas a nivel mundial, tales como el Project Management Institute (PMBOK) con sede en Pennsylvania, Estados Unidos y la Office of Government Commerce (PRINCE2), ubicada en el Reino Unido. En Sudamérica, el primer país que aparece es Brasil, el cual ocupa la posición número 11 con 24 publicaciones, mientras que Colombia ocupa apenas puesto 56 con solo 3 artículos.

En cuanto a las áreas de estudio sobre las cuales se han generado mayor número de publicaciones relacionadas con la gestión de riesgos en la gerencia de proyectos, se resaltan los negocios, gerencia y contabilidad; la ingeniería; las ciencias de la computación y la medicina, tal como se muestra en la Figura.

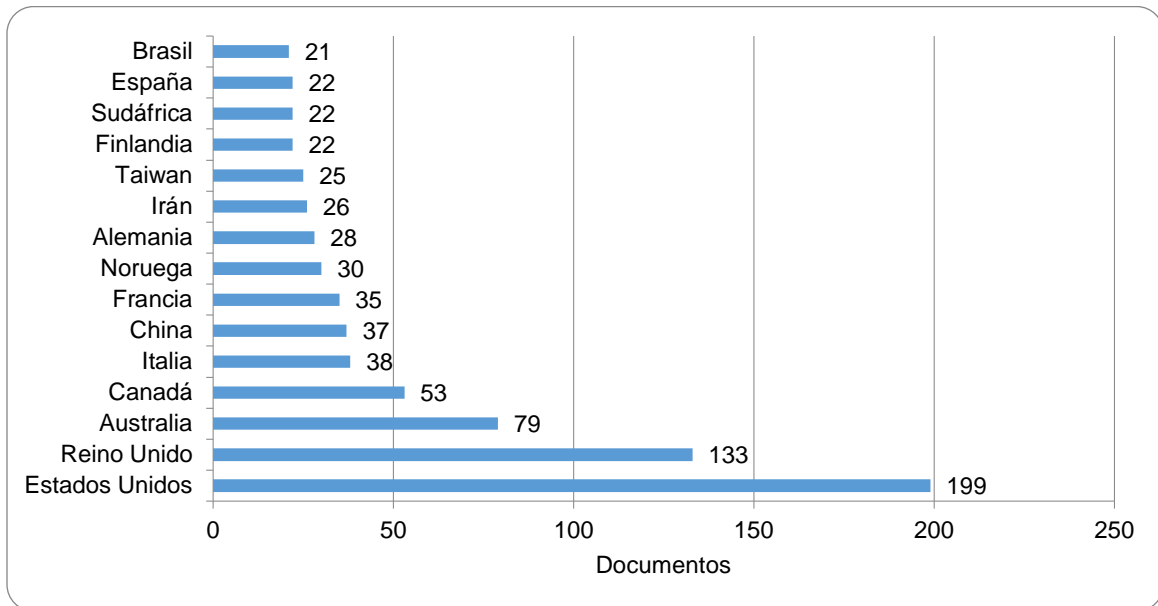


Figura 2. Países con mayor número de publicaciones

Fuente: Base de datos Scopus

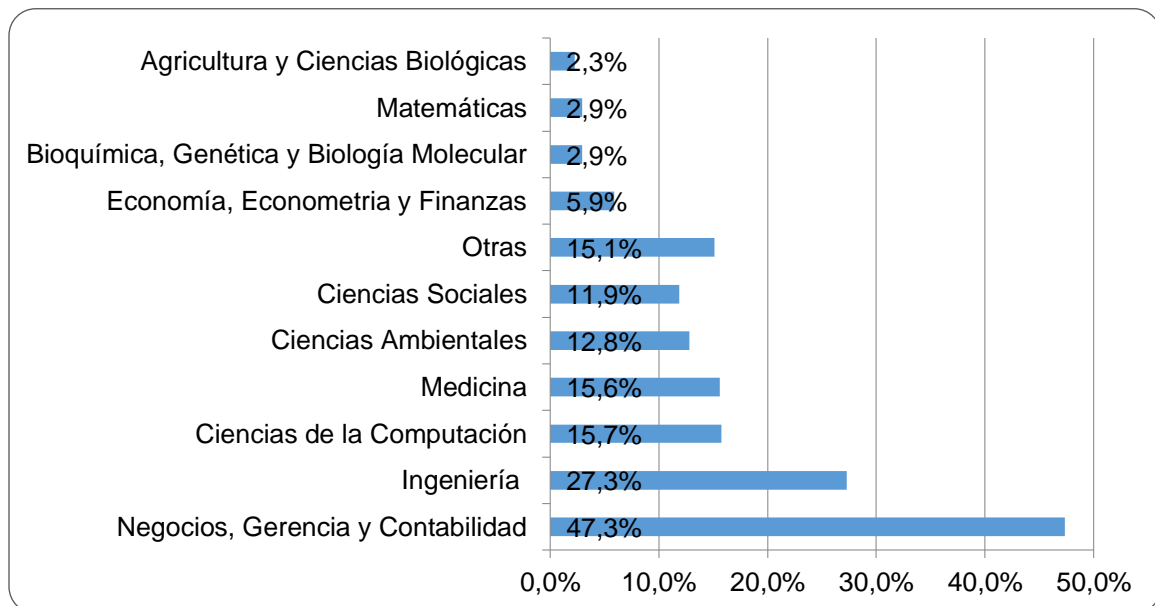


Figura 3. Documentos por área de estudio

Fuente: Base de datos Scopus

En la Figura, se evidencia que la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología, (19), Universidad Aalto, Ecole Centrale Paris y la Universidad Tecnológica de Sydney, cada una con 12 publicaciones, son las que han tenido una mayor producción intelectual respecto al tema de estudio.

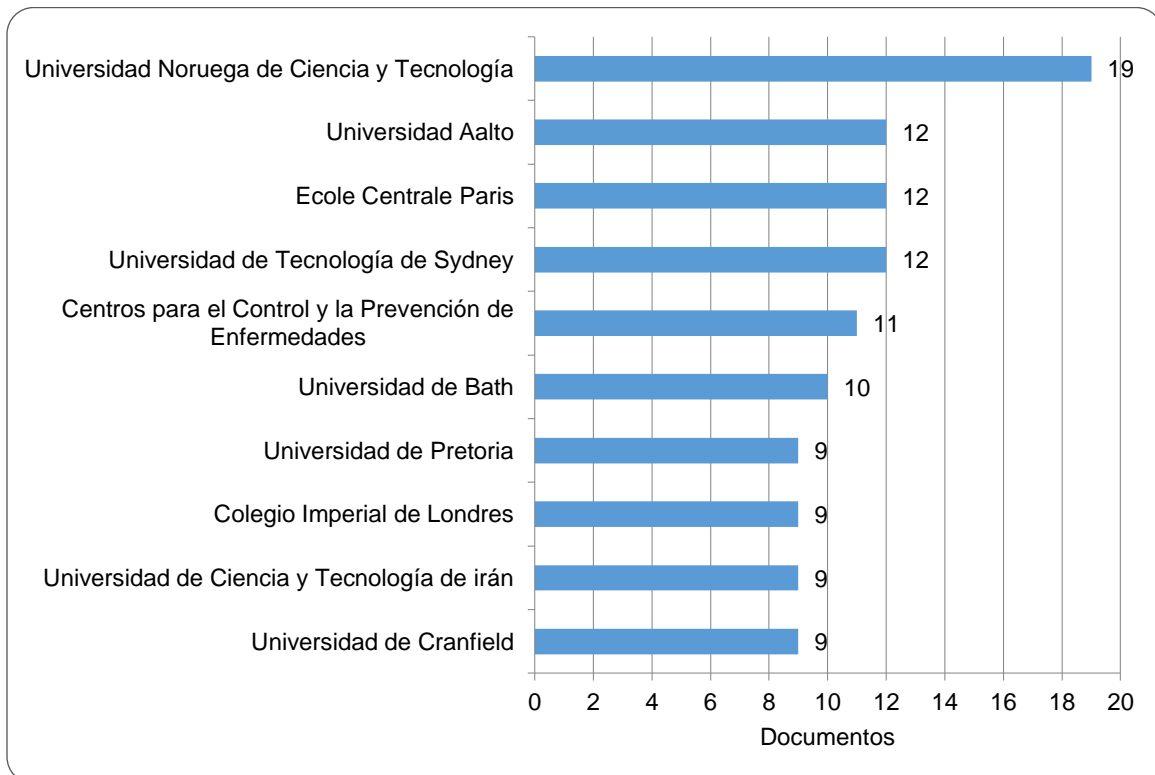
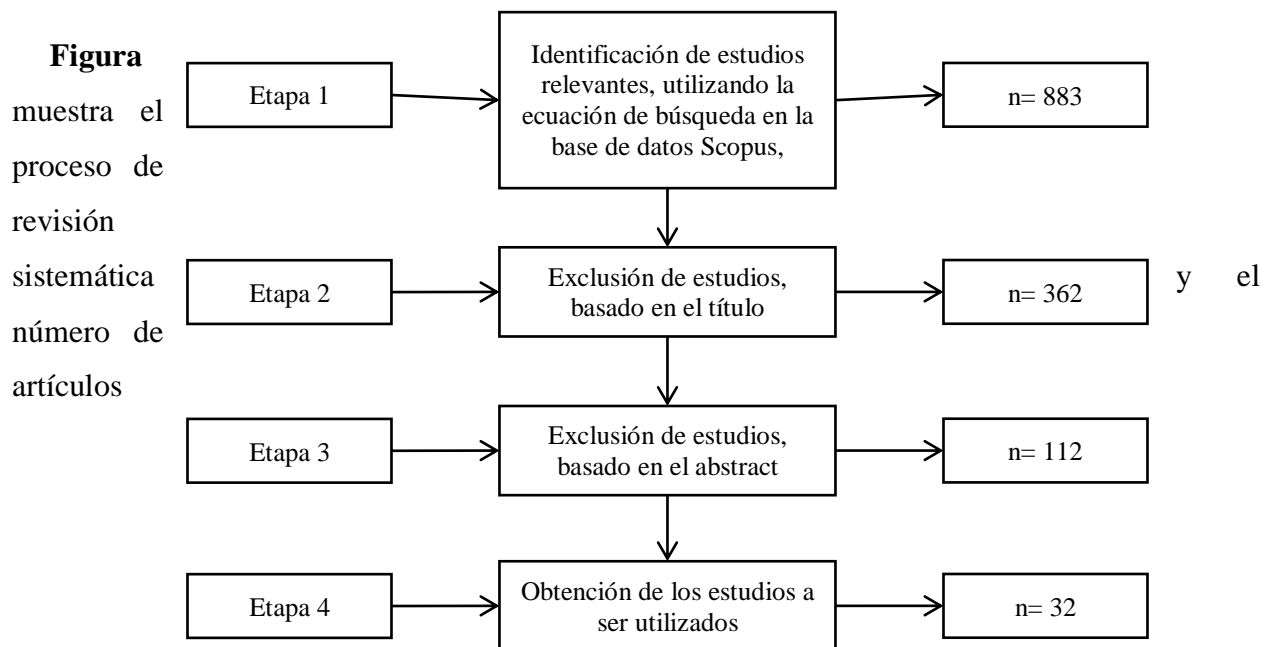


Figura 4. Instituciones con mayor número de publicaciones

Fuente: Base de datos Scopus

Los resultados expuestos en este aparte, dan constancia acerca de la existencia de literatura para la realización de esta investigación y desde la cual se pudo extraer información actualizada y muy valiosa respecto a los avances y mejoras aplicadas a las metodologías de gestión de riesgos mayormente utilizadas en la actualidad.

2.3.2 Selección de estudios. La



identificados en cada etapa. En la primera etapa, se identificaron los estudios mediante la ecuación de búsqueda diseñada y sus criterios de inclusión, según lo cual se obtuvieron 883. Luego de revisar los títulos de dichos estudios, y escogiendo aquellos que estuvieran relacionados con el tópico del estudio, se llegó a 362. Una vez que se revisó el abstract de cada uno de estos, se encontró que 112 cumplían con lo requerido por la investigación. Al realizar la lectura crítica y aplicar los criterios de calidad para cada uno de estos textos, fueron 32 los que finalmente se tomaron como referencia para la obtención de los resultados mostrados en el siguiente capítulo.

Figura 5. Etapas del proceso de selección de estudios

Fuente: Elaboración propia

2.4 Evaluación de la calidad de los estudios

Esta etapa se analizaron los estudios que superaron los 3 filtros de selección inicial, pasando a hacer una lectura crítica la literatura seleccionada, de tal manera que fuese posible establecer si estos se ajustaban a los requerimientos de la investigación en lo que respecta a su contenido y conveniencia técnica. Para llegar a esto, cada documento resultante se leyó en su totalidad y se escogió de acuerdo a las condiciones descritas a continuación:

- Contribución significativa en el aspecto teórico acerca de la importancia de planificar, identificar y controlar los riesgos que puedan afectar el adecuado desempeño y cumplimiento de metas de un proyecto.
- Determinación de los aspectos conductuales que posea un Gerente de Proyectos a la hora de establecer una postura respecto a la forma de abordar los riesgos en el proyecto que se encuentra liderando.
- Identificación de las condiciones internas o cultura organizacional con la que debe contar la empresa que lleve a cabo el proyecto, que vayan a favor o en contra del correcto desarrollo de las actividades necesarias para el correcto manejo de los riesgos del proyecto.

- Especificación, establecimiento o descripción de las buenas prácticas que deben implementarse para asegurar la correcta gestión de los riesgos durante el desarrollo de un proyecto, sin importa de qué tipo sea este.

2.5 Recopilación de datos

La información necesaria para la ejecución de la revisión se obtuvo luego del escrutinio de cada uno de los estudios seleccionados previamente, analizando su pertinencia y aporte conceptual, así como verificando la presentación de metodologías relacionadas con la identificación, valoración, control y respuesta a riesgos. En la Tabla se muestran los estudios que fueron empleados para la realización de la revisión.

Tabla 2. Resumen de los estudios empleados para la revisión

#	Título del estudio	Autor (es)	Año	Ubicación	Diseño del estudio
1	Project risk planning in high-tech new product development	Jorge Ayala-Cruz	2016	Puerto Rico	Caso de estudio
2	Facilitating organisational decision making: A change risk assessment model case study	Apostolopoulos, C., Halikias, G., Maroukian, K., & Tsaramirsis	2016	Reino Unido	Caso de estudio
3	Project risk planning in high-tech new product development	Jorge Ayala-Cruz	2016	Puerto Rico	Caso de estudio
4	Improving risk identification process in project management.	De Godoi Contessoto, A., Sant Ana, L. A., De Souza, R. C. G., Valêncio, C. R., Donegá, G. F., Amorim, A. R., & Esteca, A. M. N.	2016	Brasil	Creación de aplicación software
5	A study of the impact of project classification on project risk indicators.	Rachel Yim Jason Castaneda Toni Doolen Irem Tumer Richard Malak	2015	EEUU	Caso de estudio
6	Generating project risk response strategies based on CBR (case-based reasoning): A case study	Zhi-Ping Fan Yong-Hai Li Yao Zhang	2015	Northeastern University, China	Caso de estudio
7	Diagnosing organizational risks in software projects:	Simon L.R. Vrhovec Tomaž Hovelja, Damjan Vavpotič,	2015	Eslovenia	Caso de estudio

#	Título del estudio	Autor (es)	Año	Ubicación	Diseño del estudio
	Stakeholder resistance	Marjan Krisper			
8	The Importance of Risk Assessment in the Context of Investment Project Management: a Case Study	M. Bernadete Junkes Anabela P. Tereso Paulo S.L.P. Afonso	2015	Brasil	Caso de estudio
9	Towards a Model of Integration between Risk Management and Lesson Learning System for Project Management	Vanessa Manotas Philippe Clermont Laurent Geneste Ana Ximena Halabi	2015	Francia Colombia	Revisión de la literatura
10	The project risk management process, a preliminary study	Luiz Henrique Rodrigues-da-Silva José António Crispim	2014	Portugal	Revisión de la literatura
11	An optimization method for selecting project risk response strategies	Zhang, Y Fan, Z.	2014	China	Simulación
12	Integrating risk management in the innovation project	John Bowers Alireza Khorakian	2014	Reino Unido	Caso de estudio
13	Risk management in small construction projects in Singapore: Status, barriers and impact	Bon-Gang Hwang Xianbo Zhao Li Ping Toh	2014	Singapur	Revisión Sistemática
14	Risk management in construction projects: a knowledge-based approach	Alfredo Federico Serpella, Ximena Ferrada, Rodolfo Howard, Larissa Rubio	2014	Chile	Revisión de la literatura
15	Quality risk management model for railway construction projects	LI Qing	2014	China	Caso de estudio
16	An empirical investigation on how portfolio risk management influences project portfolio success	Juliane Teller Alexander Kock	2013	Alemania	Encuesta
17	Managing Project Risk at the Enterprise Level: Exploratory Case Studies in China	Jun Ying Liu Patrick X. W. Zou Wei Gong	2013	China	Caso de estudio
18	Procurement management: analyzing key risk management factors	Howard, R. & Serpell, A	2012	Estados Unidos	Caso de estudio
19	actors affecting contractors' risk attitudes in construction projects: Case study from	Wang J, Yuan H. F	2011	China	Caso de estudio

#	Título del estudio	Autor (es)	Año	Ubicación	Diseño del estudio
	China.				
20	Deliberate ignorance in project risk management	Elmar Kutsch Mark Hall	2010	Reino Unido	Caso de estudio
21	Does risk management contribute to IT project success? A meta-analysis of empirical evidence	Karel de Bakker	2010	Países Bajos	Revisión de la literatura
22	Beyond risk mitigation: enhancing corporate innovation with scenario planning	Worthington, W.J., Collins, J.D. and Hitt, M.A.	2009	Estados Unidos	Revisión de la literatura
23	Risk management in a multi-project environment: an approach to manage portfolio risks	Olsson	2008	Suecia	Caso de estudio
24	Risk and risk management in software projects: A reassessment.	Bannerman, P.	2008	Australia	Caso de estudio
25	Risk management applied to projects, programs, and portfolios	Hynuk Sanchez	2008	Canadá	Revisión de la literatura
26	A survey study of critical success factors in agile software projects.	Chow, T., Cao, D.-B.,	2008	Estados Unidos	Encuesta
27	Understanding project complexity: implications on project management	Vidal, L.A., Marle, F.	2008	Francia	Revisión de la literatura
28	A new perspective on Renn and Klinke's approach to risk evaluation and management	Kristensen, V., Aven, T. and Ford, D.	2006	Noruega	Revisión de la literatura
29	Using risk to balance agile and plan-driven methods.	Boehm, B. Turner, R.	2003	Estados Unidos	Caso de estudio
30	Use and benefits of tools for project risk management	T. Raz E. Michael	2001	Israel	Encuesta
31	Identifying software project risks: an international	Schmidt, R., Lyytinen, K., Keil, M., Cule, P.,	2001	Hong Kong Finlandia Estados Unidos	Encuesta
32	A Knowledge-based System for Identifying Potential Project Risks.	Hm Leung, KB Chuah, VM Rao Tummala.	1998	Hong Kong	Caso de estudio

Fuente: Elaboración propia

3. Resultados

La incertidumbre es una parte inherente de cualquier proyecto (Miller & Lessard, 2001). La incertidumbre se define como un estado de conocimiento limitado en el que no es posible conocer un resultado futuro (Thunnissen, 2003). La incertidumbre no siempre conduce a un riesgo, dando en ocasiones lugar a que se presenten oportunidades. Por lo tanto, la incertidumbre no debe evitarse completamente en la gestión de proyectos (Howell et al, 2010). (Kwan & Leung, 2011) definen el riesgo como "un evento potencial que afectará adversamente la capacidad de un sistema de cumplir su misión en caso de que ocurra el riesgo". Los riesgos, si no se gestionan o se mitigan, pueden resultar en el fracaso del proyecto.

La incertidumbre se define como la ausencia de distribuciones objetivas de probabilidad asociadas con los eventos que pueden llegar a ocurrir (Manktelow, 2015). En este contexto, puede presentarse en tres grupos genéricos: incertidumbre sobre los precios y componentes de la inversión, incertidumbre sobre los plazos de implementación del cronograma e incertidumbres respecto a la ocurrencia de eventos (Helliard et al, 2002).

Kristensen et al. (2006) proponen nueve diferentes componentes de incertidumbre para analizar los riesgos:

- *Extensión del daño*; se describe como los efectos adversos en unidades naturales como muertes, lesiones, pérdidas de producción, etc.
- *Probabilidad de ocurrencia*; se describe como una estimación de la frecuencia relativa de una función de pérdida, ya sea discreta o continua.
- *Incertidumbre sobre las consecuencias*; representada por las distribuciones de probabilidad para las cantidades observables.
- *Ubicuidad*; describe la dispersión geográfica de los daños potenciales.
- *Persistencia*; describe la extensión temporal de los daños potenciales.

- *Reversibilidad*; describe la posibilidad de restaurar la situación al estado antes de que ocurriera el daño.
- *Efectos de retraso*; describe el tiempo de latencia entre el evento inicial y el impacto real del daño. El tiempo de latencia podría ser de naturaleza física, química o biológica.
- *Violación de la equidad*; describe la discrepancia entre los que disfrutaban de los beneficios y los que asumen el riesgo.
- *Potencial de movilización*; debe entenderse como una violación de los intereses y valores individuales, sociales y culturales que generan conflictos sociales y reacciones psicológicas de individuos y grupos que se sienten influenciados por las consecuencias del riesgo. El potencial de la movilización también podría resultar de las desigualdades percibidas en la distribución del riesgo y los beneficios.

La gestión del riesgo del proyecto es un proceso para identificar, evaluar y mitigar sistemáticamente los riesgos, buscando aumentar la probabilidad de éxito del proyecto (Maytorena et al, 2007). La gestión ideal del riesgo, aprovecha las oportunidades presentadas por la incertidumbre, al tiempo que mitiga el riesgo antes de que se presenten resultados perjudiciales. Las técnicas de gestión de riesgos están limitadas por la información disponible, que a menudo depende de la etapa en que se encuentre el proyecto. Los Gerentes de Proyecto deben adoptar un enfoque integral al identificar los riesgos y utilizar las entradas provistas por los empleados, el conocimiento organizativo del proyecto, así como herramientas analíticas (Yim et al, 2015).

En general, la gestión del riesgo del proyecto incluye tres fases: identificación, evaluación y respuesta al riesgo (Fan et al, 2008). La identificación del riesgo se refiere al reconocimiento y documentación de los riesgos asociados. La evaluación del riesgo se refiere al examen de los riesgos identificados, a la definición de los riesgos y a la estimación del valor de los riesgos. La respuesta al riesgo se refiere a la generación e implementación de estrategias adecuadas para prevenir y controlarlos (Zhi-Ping Fan et al, 2015). Una vez identificados y evaluados los riesgos del proyecto, se deben generar y adoptar estrategias adecuadas para su respuesta (Zou et al, 2007). A menudo se considera que la gestión de riesgos es crucial para el éxito del proyecto, ya

que fomenta el control de eventos o situaciones que pueden amenazar su correcta ejecución (De Bakker et al, 2011).

3.1 Proceso de gestión de riesgos

Varios autores han formulado diferentes enfoques de gestión de riesgos. (Cooper y Chapman, 1987) identificaron el enfoque de gestión de riesgos como un análisis de riesgo multifásico que cubre la identificación, evaluación, control y gestión de riesgos. (Hertz y Thomas, 1983) lo propusieron como una secuencia lógica de pasos consistentes en la identificación de riesgos, la medición de riesgos y la evaluación y reevaluación de riesgos. Además, vinculaban la gestión de riesgos con la planificación estratégica y la gestión. Por otra parte, (Charette, 1989) trató el análisis de riesgo y la gestión del riesgo como dos conceptos separados, y definió la ingeniería de riesgos como un proceso que consistía en análisis y gestión del riesgo. (Boehm, 1991) sugirió un proceso que consta de dos fases principales: la evaluación del riesgo, que incluye la identificación, análisis y priorización, y el control del riesgo, que incluye la planificación de la gestión de riesgos, el seguimiento y la acción correctiva. (Fairley, 1994) habla de siete pasos: (1) Identificar factores de riesgo; (2) Evaluar las probabilidades y los efectos del riesgo; (3) Desarrollar estrategias para mitigar los riesgos identificados; (4) Monitorear los factores de riesgo; (5) Invocar un plan de contingencia, (6) Gestionar la crisis; (7) recuperarse de la crisis.

El Instituto de Ingeniería de Software (Dorofee AJ et al, 1996), una fuente líder de metodologías para la gestión de proyectos de desarrollo de software, considera la gestión de riesgos del proyecto en cinco fases distintas (identificación, análisis, planificación de la respuesta, seguimiento y control). El Project Management Institute (PMI, 1996) presenta cuatro fases del proceso PERM: identificación; cuantificación; respuesta y control.

(Kliem y Ludin, 1997) describen un proceso de cuatro fases (identificación, análisis, control y presentación de informes) que se asemeja a los cuatro pasos de Deming para la gestión de la calidad (planear, hacer, verificar y actuar). (Chapman y Ward, 1997) esbozan un proceso de gestión de riesgos genérico que consta de nueve fases: definir los aspectos clave del proyecto;

centrarse en un enfoque estratégico de la gestión de riesgos; Identificar dónde pueden surgir los riesgos; estructurar la información acerca de los supuestos y relaciones de riesgo; asignar la propiedad de los riesgos y las respuestas; estimar el grado de incertidumbre; evaluar la magnitud relativa de los diversos riesgos; planificar las respuestas y gestionar mediante el seguimiento y control de la ejecución.

Es evidente a partir de esta breve revisión de los procesos más representativos en la gestión del riesgo, que existe un acuerdo general sobre lo que se incluye en el proceso, con las diferencias dependiendo de las variaciones en el nivel de detalle y en la asignación de actividades a etapas y fases.

3.1.1 Concepto de riesgo. El riesgo puede definirse como "cualquier problema potencial que amenace el éxito de un proyecto" (Yim et al, 2015). El enfoque en la gestión del riesgo del proyecto ha pasado de los métodos cuantitativos a los procesos estructurados de gestión del riesgo con el fin de comprender e integrar la gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Artto, 1997). Por su parte, la metodología PRINCE2 define el riesgo como "un evento incierto o un conjunto de eventos que, de ocurrir, tendrán un efecto positivo o negativo sobre el logro de los objetivos".

Un riesgo se mide mediante una combinación de la probabilidad de que se produzca una amenaza u oportunidad percibida y la magnitud de su impacto en los objetivos. El PMBOK (2013) lo define como "un evento o condición incierto que, en caso de ocurrir, tiene un efecto positivo o negativo sobre uno o más objetivos del proyecto". Una definición más simple del riesgo en términos de probabilidad de ocurrencia y su impacto, se puede dar por la siguiente ecuación (Kendrick, 2009) (Kerzner, 2000):

Riesgo= Probabilidad x Impacto

En efecto, la estimación del riesgo puede abordar la siguiente pregunta: "¿qué puede ocurrir mal?" En otras palabras, ¿cuál es la probabilidad de que un evento se desvíe de su curso previsto? (Charalampos, 2016).

3.1.2 Identificación y valoración del riesgo. Investigadores de la Universidad de la Ciudad de Londres, publicaron en 2015 un estudio en el cual se propone un nuevo modelo llamado CRAM (Change Risk Assessment Model - Modelo de Evaluación del Riesgo del Cambio), el cual busca contribuir a la falta de formalidad de los modelos de negocio, especialmente en el área de evaluación del riesgo asociado a los cambios y la toma de decisiones. Una de las motivaciones para proponer este modelo, estuvo fundamentada en la relación tan estrecha existente entre la identificación de riesgos y la aparición de cambios a lo largo del proyecto, ya sea por el normal avance en el desarrollo de sus etapas, o por la toma de decisiones que de alguna manera afecten los costos, tiempo, alcance o cronograma del proyecto.

Este modelo está basado en la construcción de un árbol de jerarquía de riesgos del cambio, para descomponer y poblar racionalmente los nodos padre/hijo con atributos más detallados (Ver Figura). La única restricción en la disposición jerárquica de elementos, es que cualquier elemento en un nivel, debe ser capaz de estar relacionado con algunos elementos en el siguiente nivel superior; esto sirve como un criterio para evaluar el impacto relativo de los elementos en el nivel inferior.

Con la ayuda de la modelización y especialmente de CRAM, los riesgos asociados a los cambios del negocio o proyecto se pueden evaluar numéricamente y ser priorizados. Se identificaron y categorizaron varios factores de riesgo y atributos relacionados. Esto faculta a los directores de proyecto u otras partes interesadas para tomar las decisiones adecuadas sobre si asumir o abandonar los cambios respectivos de la organización o del proyecto (Apostolopoulos et al, 2016).

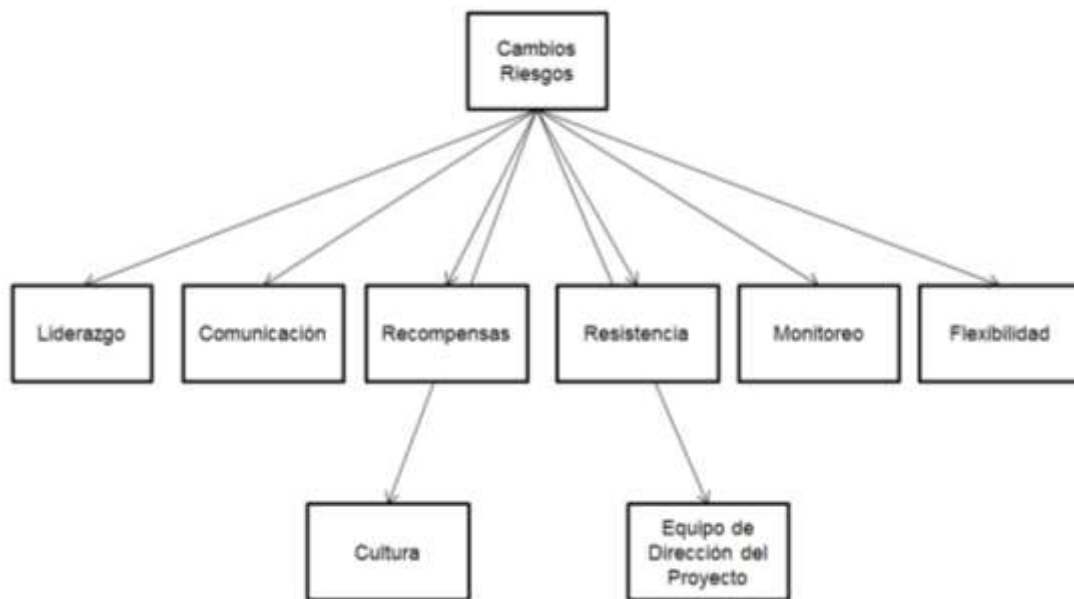


Figura 6. Prototipo del modelo CRAM
(Apostolopoulos et al, 2016).

Este modelo se trata de un enfoque novedoso, tanto teórica como prácticamente, que añade la noción de evaluación de riesgos para la gestión del cambio dentro de las metodologías de gestión de proyectos. CRAM intenta tener en cuenta varios factores de riesgo que rodean al ambiente del proyecto, y que influye en su éxito del proyecto. Estos factores de riesgo son modelados y pueden ser evaluados numéricamente en un enfoque de modelo jerárquico de arriba hacia abajo. Sin embargo, no todos los riesgos son iguales o tienen las mismas prioridades. Una aplicación útil del modelo, por ejemplo, ayudará al gerente de proyecto a comprender las relaciones entre los diferentes factores del modelo y mejorar su capacidad de juzgar, medir y evaluar los riesgos.

Los insumos del modelo incluyen factores de riesgo que están relacionados con los cambios del proyecto o de la organización y en un contexto más amplio para la gestión del cambio.

La importancia del método CRAM radica en que puede ser considerado como un método global de evaluación del riesgo asociado a los cambios, que se puede aplicarse independientemente del tipo de proyecto, tamaño u organización.

En el primer trimestre de 2016, se publicó desde la Universidad de Puerto Rico, una investigación titulada: "Planificación de Riesgos en Proyectos para el Desarrollo de Nuevos Productos de Alta Tecnología"; esta investigación presenta la implementación y demostración de un esquema modificado de gestión de riesgos para proyectos que integra el esquema propuesto por el Project Management Institute (PMI) con la simulación Monte Carlo para mejorar la eficacia de proyectos de desarrollo de nuevos productos (DNP) de alta tecnología (Cruz, 2016).

Una simulación de proyecto utiliza un modelo que traduce las incertidumbres detalladas especificadas para el proyecto en su impacto potencial sobre los objetivos del mismo. Las simulaciones se realizan habitualmente mediante la técnica Monte Carlo. En una simulación, el modelo del proyecto se calcula muchas veces (mediante iteración) utilizando valores de entrada (p.ej., estimaciones de costos o duraciones de las actividades) seleccionados al azar para cada iteración a partir de las distribuciones de probabilidad para estas variables. Para un análisis de riesgos de costos, una simulación emplea estimaciones de costos. Para un análisis de los riesgos relativos al cronograma, se emplean el diagrama de red del cronograma y las estimaciones de la duración (Cruz, 2016).

La gestión de riesgos utilizando marcos genéricos combinados, como la gestión del riesgo de proyectos de PMI, y la simulación Monte Carlo, proporciona una manera efectiva de evaluar los resultados objetivos de los proyectos complejos. Este enfoque conduce a un sistema de análisis en el que los escenarios basados en variabilidades en los elementos de la tarea pueden trazar muchas consecuencias posibles: la interacción entre el costo, el cronograma y las medidas de desempeño impulsa el análisis. Los eventos de riesgo son intrínsecos en los proyectos de desarrollo de nuevos productos, que se basan en algunas suposiciones y estimaciones que reflejan la comprensión de la organización de la situación actual en la fase de formulación del proyecto. Sin embargo, los acontecimientos raramente van según el plan, así que el proyecto debe adaptarse a un ambiente siempre cambiante.

El marco de gestión de riesgos del proyecto que incluye la simulación de Monte Carlo, proporcionó un proceso sistemático para identificar, analizar y responder a los riesgos del

proyecto. La eficacia del marco modificado se demostró a través de un caso de estudio para un proyecto de desarrollo de nuevos productos de una empresa de alta tecnología. El marco revisado presentado en este estudio se basa en la literatura existente y adopta un enfoque más analítico para la evaluación del riesgo, basado en proyectos similares de desarrollo de nuevos productos, bajo el cual la empresa redujo la incertidumbre de la duración y costo del proyecto.

En 2013, se llevó a cabo una investigación para determinar si la clasificación de los proyectos puede ser utilizada por los directores de proyectos para identificar proactivamente los eventos de riesgo en los proyectos de diseño de ingeniería. Este estudio comparó los tipos de eventos de riesgo experimentados durante el proyecto, utilizando indicadores de riesgo, al emprender tres tipos diferentes de proyectos: proyectos de cumplimiento¹, operativos y estratégicos. Se desarrollaron indicadores de riesgo para captar las circunstancias (eventos de riesgo) con potencial predictivo sobre la probabilidad de que ocurriera un riesgo durante un proyecto dado (Yim et al, 2015).

Este estudio fue diseñado para explorar la relación entre la clasificación del proyecto y los tipos de eventos de riesgo encontrados durante su ejecución. Una vez que se establecen los objetivos del proyecto, se conoce su clasificación. Si se puede utilizar la clasificación de proyectos para predecir los tipos o la probabilidad de riesgos, los resultados de esta investigación podrían utilizarse para informar la identificación anterior de las estrategias apropiadas de gestión del riesgo.

Once proyectos de ingeniería fueron seleccionados para su estudio; cada uno de estos proyectos tuvo lugar dentro de una sola división de una gran organización de diseño de ingeniería durante el mismo período de 24 meses. Se desarrollaron dos conjuntos de preguntas de la entrevista, con el objetivo de obtener detalles sobre los eventos de riesgo que enfrentan los equipos de proyecto durante el ciclo de vida de un proyecto en particular. Dichas entrevistas se hicieron de acuerdo a la clasificación que se muestra en la Tabla.

¹ Este tipo de proyectos surge de un requisito de hacer algo, impuesto por el gobierno o un organismo regulador externo, más no como una elección de la organización. Tal es el caso de leyes que son emitidas para estandarizar la ejecución de ciertas prácticas de un sector productivo.

Tabla 3. Indicadores de riesgos

Fuente del riesgo	Descripción del grupo de riesgo
Relacionado con el entorno externo	<ul style="list-style-type: none"> ● Condiciones económicas ● Cliente: seguridad ● Cliente: cambio de características / prioridades ● Acciones de los competidores y su impacto ● Cambios tecnológicos ● Efectos de los subcontratistas ● Conformidad de calidad
Relacionado con la organización	<ul style="list-style-type: none"> ● Necesidad de cambios en la normalización de procedimientos ● Datos/documentación inadecuados disponibles ● Conocimiento específico del modelo requerido ● Experiencia en el cargo ● Asuntos presupuestarios para el proyecto (monto o puntualidad de la financiación)
Relacionado con la gestión de alto nivel	<ul style="list-style-type: none"> ● Habilidades para la planificación y gestión ● Capacidades de la dirección en comunicación y coordinación de asignaciones de proyectos ● Las habilidades de la gerencia para el control del proyecto ● Apoyo de la dirección del proyecto
Gerente funcional y equipo	<ul style="list-style-type: none"> ● Capacitación / conocimientos técnicos y habilidades suficientes de los administradores funcionales (suficiente horas-hombre y capacitación disponibles). ● Habilidades de comunicación entre el administrador funcional y los miembros del equipo del proyecto. ● Capacidad del administrador funcional y miembros del equipo para coordinar las tareas y el horario. ● Identificar y resolver problemas del gerente funcional y del miembro del equipo del proyecto. ● Compromiso del responsable funcional y miembros del equipo con el proyecto. ● Habilidad del responsable funcional y miembros del equipo para priorizar o intercambiar proyectos o áreas de proyectos según sea necesario. ● Marco de referencia / necesidad de entender cómo el proyecto encaja en el panorama general.
Relacionado con el proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ● Urgencia del proyecto. ● Unicidad de las actividades del proyecto. ● Múltiples objetivos de competencia dentro del proyecto. ● Riesgo identificado tarde en el proyecto aumentando así la potencia. ● Cuestiones de seguridad. ● Requiere comunicación entre diferentes grupos. ● Proyecto afecta a diferentes grupos. ● Gran número de acciones necesarias para completar el proyecto (densidad del proyecto). ● Limitaciones de tiempo. ● Disponibilidad de recursos adecuados (recursos generales). ● Disponibilidad de habilidades / personal experimentado (el proyecto es insuficiente). ● Necesita certificación de producto. ● Retraso en el inicio del proyecto. Tiempo significativo entre el entendimiento del problema y el iniciar la aplicación de una solución que lo resuelva.

Fuente: Yim et al (2015)

Luego de realizar la investigación, se encontró que los indicadores de riesgo más comunes entre los once proyectos analizados, son los que se muestran en la Tabla.

Tabla 4. Indicadores de riesgo más comunes

Indicador de riesgo	Cumplimiento	Operacional	Estratégico
Necesidad de un procedimiento estandarizado.	8,60%	6,80%	4,50%
Documentación inadecuada.	5,80%	4,30%	4,50%
Comunicación de alto nivel.	4,00%	4,30%	3,90%
Falta de comprensión del panorama general del proyecto.	5,10%	3,80%	4,50%
Cambios generados por el cliente	4,60%	11,70%	6,30%
Falta de comunicación entre los diferentes grupos del proyecto.	5,30%	4,50%	13,00%

Fuente: Yim et al (2015)

Los riesgos relacionados con los procedimientos estándar y la documentación, se produjeron con frecuencia en los once proyectos. Estos riesgos se asignaron cuando ocurría alguna de las siguientes situaciones: los procedimientos estándar ya no eran aplicables; una normalización adicional hubiera beneficiado al proyecto; o cuando un procedimiento estándar existente impedía que una tarea específica se completara eficientemente. Por ejemplo, como lo explicó un entrevistado, la necesidad de nuevos procedimientos estándar fue vista como una forma de mejorar la comprensión de los proyectos por parte de los miembros del equipo del proyecto.

Otro indicador de riesgo común entre todos los proyectos fueron los riesgos relacionados con la comunicación por parte de la alta dirección. La comunicación de metas y prioridades por parte de la alta dirección es importante para todos los tipos de proyectos. Los objetivos y tareas de los proyectos estratégicos dependen en gran medida de la gerencia y, una clara comunicación de las prioridades del proyecto, la división de tareas y las responsabilidades del equipo, son importantes para evitar que se produzcan riesgos para los proyectos. También se ha encontrado que una comunicación inadecuada por parte de la dirección, causa excesos de planificación del proyecto.

La documentación inadecuada se asignó en tres casos generales: cuando los requisitos del proyecto por escrito eran poco claros o vagos, cuando los empleados no tenían acceso a la información que necesitaban para completar una tarea y cuando la documentación era inexacta, obsoleta o requería actualizarse. En la mayoría de los casos, la documentación mencionada eran

documentos que contenían los requisitos del proyecto. Por ejemplo, "[El proyecto] podría haber ido mejor si hubiéramos pasado más tiempo para asegurarnos de que todos estaban en la misma página sobre el trabajo que había que hacer y cuáles eran todos los requisitos". Por ejemplo, los requisitos del proyecto no estaban bien documentados y, como resultado, el equipo del proyecto se encontró con varios incidentes críticos durante el transcurso del proyecto. La necesidad de contar con requisitos definidos han sido bien documentados en la literatura. (Parsons-Hann & Liu, 2005) encontraron que los requisitos incompletos eran la "mayor razón para el fracaso del proyecto".

Otro de los indicadores común de riesgo, se relacionó con la necesidad de una mejor comprensión de cómo las tareas individuales del proyecto afectan a toda la organización. Este código de indicador de riesgo se asignó a un texto que capturaba instancias cuando los impactos de las tareas del proyecto no eran bien comprendidos. (Vidal & Marle, 2008) afirmaron que las interdependencias dentro de un sistema de proyectos aumentan la complejidad del proyecto, y esta creciente complejidad, puede amenazar su éxito. Debido a la gran cantidad de proyectos realizados, los directores de proyecto y los miembros del equipo del proyecto a menudo no entendían cómo las tareas específicas cabían dentro de un contexto organizacional más amplio.

Del mismo modo, (Chow & Cao, 2008) citaron que la mala definición del alcance y la deficiente planificación del proyecto, como factores que contribuyen a su fracaso del proyecto. Cuando el alcance de un proyecto está claramente definido, es más fácil la planificación adecuada del proyecto. Cuando se trabaja en sistemas complejos, los proyectos de diseño a menudo implican hacer cambios en uno o varios sistemas simultáneamente, mientras se mantienen otras interacciones dentro del producto. Los miembros del equipo del proyecto pueden no poseer el conocimiento de cómo interactúan actualmente diferentes subsistemas. Parece que una comprensión clara de tales interdependencias entre sistemas es importante para reducir el riesgo del proyecto.

Los resultados indican que el tipo de eventos de riesgo que ocurren en los proyectos, varía según su clasificación. Se encontró que tanto el tipo como la frecuencia de los indicadores de

riesgo variaban según la clasificación del proyecto. Estos resultados sugieren que los planes de gestión de riesgos pueden ser personalizados al inicio del proyecto basándose en su clasificación, lo cual puede aumentar su probabilidad de éxito (Yim et al, 2015).

En 2014 se llevó a cabo un estudio que buscaba analizar la forma más adecuada de conducir la gestión de riesgos en proyectos de innovación, teniendo en cuenta que estos estaban caracterizados por una alta tasa de fracaso en su puesta en marcha. Una gestión más explícita del riesgo podría ayudar a asegurar el éxito en proyectos de innovación; sin embargo, una gestión de riesgos excesiva o inadecuada podría ahogar la creatividad, la cual es fundamental en este tipo de proyectos. En el desarrollo del artículo, se presentan las recomendaciones para aumentar la probabilidad de finalización exitosa de proyectos de innovación, sin importar el área en que estos sean ejecutados (Bowers & J Khorakian, 2014).

Para esta investigación, se empleó un modelo estándar de diseño de cinco etapas: creatividad, selección, incubación, implementación y aprendizaje (Ver

Figura 7. Marco de referencia combinando la gestión de riesgos y el proceso de innovación

Fuente: Bowers & J Khorakian (2014).

). La primera etapa crítica de la creatividad consiste en examinar el entorno interno y externo: las necesidades de los clientes, los productos de los competidores y la I + D interna pueden ser fuentes de creatividad. La selección sigue a medida que la empresa evalúa los méritos relativos de ideas competitivas, considerando la estrategia de la organización y las limitaciones operacionales. En la etapa de incubación, la empresa desarrolla un prototipo, utilizándolo para identificar problemas y resolverlos antes de avanzar a la actividad a mayor escala de las siguientes etapas. Durante la implementación, la empresa escala el prototipo a plena producción y lanza el producto al mercado. Ya sea que la innovación sea exitosa o no, la experiencia debe proporcionar una oportunidad para aprender, con la compañía expandiendo su base de conocimiento para apoyar futuros proyectos de innovación (Tidd et al, 2005). Dada la alta tasa de fracasos en proyectos de innovación, esta capacidad de gestionar el conocimiento es lo más importante. Muchos proyectos de innovación fracasan, pero todavía pueden hacer una valiosa

contribución, ayudando a desarrollar la experiencia que conduce al éxito futuro (Worthington, 2009).

Cada una de las etapas de este proceso de innovación puede ser vista como una actividad de recopilación de información. Esto puede implicar una variedad de acciones específicas incluyendo ensayos de prototipos, pruebas de seguridad de laboratorio, modelado informático, investigación de mercados, investigaciones de materias primas potenciales y evaluación de disponibilidad de habilidades. La información se revisa en el nodo de decisión posterior considerando criterios apropiados. Los criterios específicos pueden variar entre las organizaciones que reflejan el contexto local, pero serán consistentes con aquellas generalmente consideradas críticas para el éxito en la innovación de productos (Keizer et al., 2002). Cada decisión implica determinar las perspectivas de la innovación y los méritos de avanzar a la siguiente etapa, o abandonar el proyecto. Este ciclo de recopilación de información, análisis y gestión de la ejecución es en sí mismo una forma de gestión de riesgos. Sin embargo, la gestión del riesgo del proyecto hace que este proceso sea más explícito, formalizando la recopilación y el análisis de la información, reconociendo al mismo tiempo que muchos de los datos son inciertos. El análisis de riesgos implica estimar la probabilidad de que la innovación logre los objetivos deseados y también identificar las incertidumbres restantes que deben abordarse en las etapas subsiguientes del proceso de innovación.

Si bien las decisiones pueden resultar en el abandono de proyectos de innovación que se consideran de alto riesgo, los resultados no siempre tienen que ser un "progreso" o "abandono" binario. A veces el resultado puede ser una recomendación de que la decisión de proceder se aplase hasta que se proporcionen datos adicionales dando como resultado un ciclo de innovación más iterativo en lugar de una simple progresión lineal, como se observa en el modelo.

Esta investigación muestra la relación directa entre el proceso normal de innovación y la gestión de riesgos, con la finalidad de aumentar la probabilidad de éxito de este tipo de proyectos, desde el punto de vista técnico, de diseño financiero y de mercadeo.

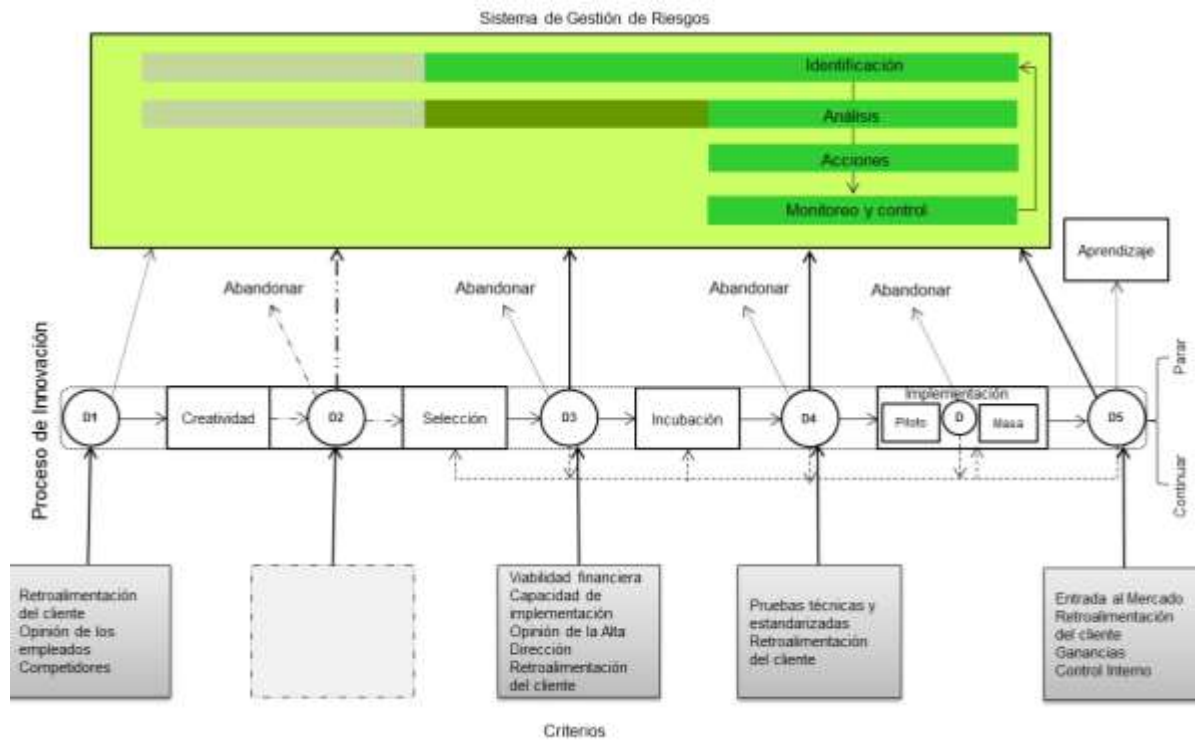


Figura 7. Marco de referencia combinando la gestión de riesgos y el proceso de innovación²

Fuente: Bowers & J Khorakian (2014).

En 1998 se publicó por parte de investigadores conjuntos de la Universidad de Michigan y la Universidad de la Ciudad de Hong Kong, un estudio en el cual se proponía un sistema basado en el conocimiento para identificar los riesgos potenciales del proyecto. Un sistema basado en el conocimiento es un programa de computador, enriquecido con la sabiduría y la experiencia humana que ha sido probada en situaciones y proyectos anteriores, la cual es usada para modelar la resolución de problemas. Dicho sistema tiene dos módulos principales: una base de conocimientos y un motor de inferencia. La base de conocimientos contiene conocimientos altamente especializados de las áreas problemáticas según lo previsto por los expertos. Incluye hechos problemáticos, reglas, conceptos y relaciones. Por su parte, el motor de inferencia es el procesador de conocimiento que trabaja con la información disponible de un problema dado,

² D1, D2, D3, D4 y D5, nodos de decisión.

junto con el conocimiento almacenado en la base de conocimientos, para sacar conclusiones o proporcionar recomendaciones.

Este modelo explica la causalidad del riesgo y se utiliza para determinar el conocimiento del riesgo que debe ser adquirido y representado en la base de conocimiento. Como se muestra en la Figura, el conocimiento de riesgo de dominio se clasifica en términos de factores de riesgo, riesgos de proyecto y efectos de riesgo. Los factores de riesgo, que pueden clasificarse como internos o externos, pueden influir en los factores de éxito del proyecto, tales como el costo, el cronograma y el desempeño técnico. A estas influencias se les conoce como riesgos del proyecto. Los impactos de estos riesgos se denominan efectos de riesgo. Mediante el uso de la estructura de desglose del trabajo (EDT), es posible vincular los paquetes de trabajo que están relacionados con el riesgo identificado.

Como resultado de este proyecto, se desarrolló un prototipo de este sistema para un proyecto de construcción de líneas de transmisión de extra alto voltaje. Los resultados de este prototipo demuestran claramente la aplicabilidad del sistema, y pueden emplearse de manera efectiva a un entorno de proyecto de ingeniería real. Este sistema representa una herramienta de gestión de riesgos para los gerentes de proyectos o ingenieros de proyectos en la identificación y evaluación de factores de riesgo e interpretación de los resultados. Además, el sistema puede reducir considerablemente el tiempo dedicado a realizar análisis de riesgos y recomendar acciones apropiadas de respuesta al riesgo para controlar y manejar los factores de riesgo identificados.

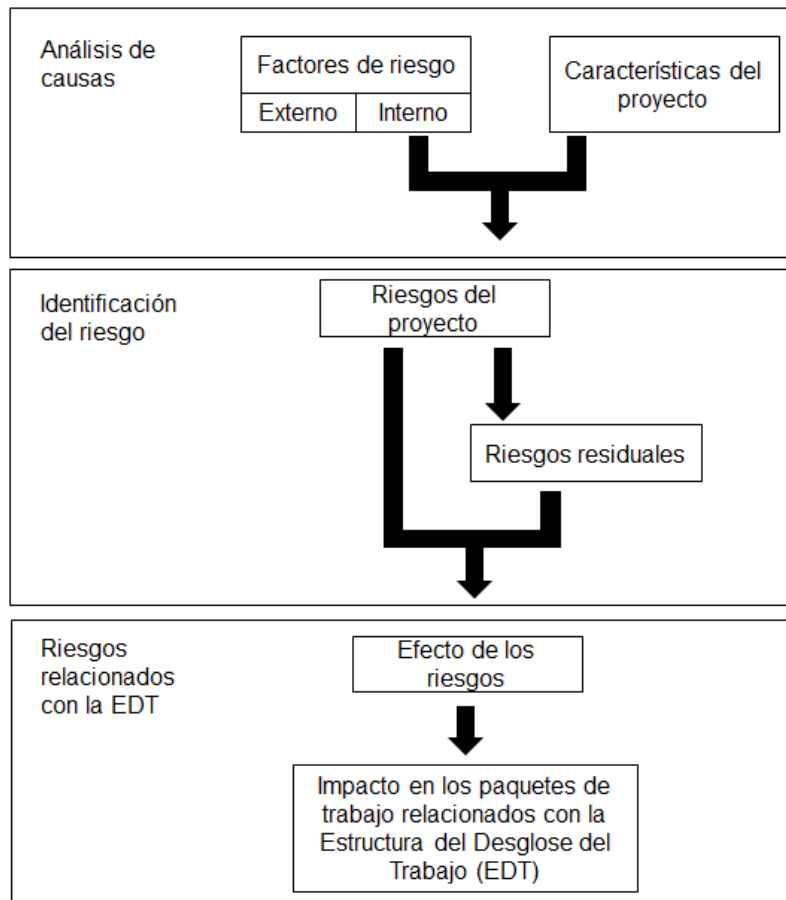


Figura 8. Modelo de identificación de riesgos

Fuente: (Leung et al, 1998)

Además, la base de conocimientos se puede actualizar y se pueden desarrollar más reglas de producción, si es necesario, sin mucha dificultad. La disponibilidad de sistemas como éstos permitiría a más directores de proyecto o ingenieros, utilizar procesos de gestión de riesgos más a menudo para identificar y evaluar los riesgos del proyecto y desarrollar acciones de respuesta a los mismos; y por lo tanto puede ayudar a reducir el impacto de las barreras para usar las herramientas de gestión de riesgos (Leung et al, 1998).

Siguiendo con el tópico del estudio anterior, en una investigación realizada conjuntamente entre la Universidad de Toulouse (Francia) y la Universidad de la Sabana (Colombia) en 2015, se analizó la importancia en el uso de los sistemas de lecciones aprendidas para el mejoramiento del

proceso de gestión de riesgos, basado en la utilización de información histórica acerca de ello (Manotas-Niño, 2015).

La primera vocación del Sistema de Lecciones Aprendidas (LLS, por sus siglas en inglés), consiste en recopilar, organizar y almacenar información relevante que permita caracterizar el éxito y el fracaso de las acciones pasadas para transformarlas en experiencias y conocimientos útiles para futuras acciones.

Recogiendo las definiciones presentadas por varios autores, se define una experiencia como la respuesta a un evento desencadenante; positivo o negativo, que reúne toda la información generada, para caracterizar lo sucedido desde su ocurrencia, hasta la verificación del desempeño obtenido y el conocimiento explícito utilizado para generar la respuesta apropiada al evento. Así, una experiencia es la respuesta de un evento y contiene los componentes, el contexto del evento, los actores, los procesos y el método implementado (Rakoto, 2002).

Este tipo de estudios deja en evidencia la importancia de la utilización sistemática de las lecciones aprendidas de proyectos anteriores ejecutados en una empresa en particular o en un sector de la industria, en aras de incrementar la probabilidad de éxito de iniciativas que se pongan en marcha, y en especial como es el tema de estudio de esta investigación; facilitar y mejorar la gestión del riesgo. Esto permitirá evitar incurrir en actividades innecesarias o hasta perjudiciales para el proyecto, teniendo en cuenta que se podrá hacer uso del conocimiento de directores de proyectos anteriores, los cuales tuvieron que destinar recursos físicos, humanos, tecnológicos y/o financieros para llegar a una solución que probablemente sea útil para el fin requerido por un nuevo proyecto en ejecución.

La pregunta de si la gestión de riesgos contribuye al éxito de los proyectos de tecnología de la información, es considerada relevante por las personas tanto de comunidades académicas como de profesionales ya desde hace mucho tiempo, teniendo en cuenta que proyectos de este tipo, tienen una alta tasa de fracaso. En 2009 se desarrolló un meta-análisis de la evidencia empírica

que apoya o se opone a la afirmación de que la gestión de riesgos contribuye al éxito del proyecto de TI (Bakker, 2010).

La definición tradicional de éxito de un proyecto según (Turner & Cochrane, 1993), basada en criterios de tiempo, presupuesto y requisitos, se utiliza frecuentemente en publicaciones que estudian la gestión de riesgos en relación con el éxito de proyectos de tecnologías de la información. Sin embargo, debido a suposiciones incorrectas que sólo son válidas en ciertas situaciones, esta definición de éxito no se ajusta muy bien al contexto de los proyectos de tecnologías de la información.

En los últimos 10 años, se ha llegado a generar mucho conocimiento gracias a una extensa investigación empírica sobre las causas que conducen a la falla en los proyectos de tecnologías de la información. Sin embargo, todavía hay poca evidencia empírica acerca de la utilización de este conocimiento y de que los riesgos en los proyectos de tecnologías de la información sean realmente manejables.

Estos autores consideran la gestión del riesgo principalmente un proceso de evaluación ex-post. El objetivo de este proceso consiste en enumerar y cuantificar los riesgos y encontrar las causas del fallo del proyecto de software. Esta información se utiliza en el siguiente proyecto para evitar que estos riesgos se produzcan. En la Figura se presenta este proceso gráficamente, mostrando que:

- Los factores de riesgo conocidos son la entrada para un proyecto;
- El proceso de gestión de riesgos del proyecto recoge información sobre los riesgos y fracasos del proyecto, lo que conduce a nuevos factores de riesgo;
- Estos nuevos factores se añaden a la lista de factores de riesgo conocidos, formando juntos la entrada para el próximo proyecto.



Figura 9. Enfoque para la evaluación del riesgo en los proyectos TI

Fuente: (Bakker, 2010).

El enfoque de evaluación abordado en las publicaciones que trataron este tópico de investigación en el período 1997-2009, ha proporcionado información nueva y valiosa sobre los factores de riesgo que tienen un impacto en el éxito del proyecto de tecnologías de la información. Tanto los factores de riesgo técnicos como los factores de riesgo organizacionales, como el apoyo de la alta dirección y la participación de los usuarios, son altamente influyentes.

Muchas de estas ideas se basan en extensas investigaciones empíricas. Sin embargo, se concluye que la pregunta central de esta investigación (relacionada con el papel de la gestión de riesgos para alcanzar el éxito de un proyecto), no puede ser respondida usando el enfoque de evaluación de la gestión de riesgos como el único instrumento para abordar la cuestión del éxito del proyecto, ya que este enfoque se centra en encontrar factores de riesgo más que en cómo manejar los riesgos.

Por lo tanto, la contribución del enfoque de evaluación al éxito del proyecto sigue siendo poco clara. La literatura indica que el conocimiento de los riesgos por sí solo no es suficiente para contribuir al éxito del proyecto (Bakker, 2010).

3.1.3 Planificación de la respuesta y control de riesgos. La literatura describe opciones genéricas de respuesta a los riesgos del proyecto. Dentro de estas opciones de alto nivel, se pueden formular respuestas específicas según las circunstancias del proyecto, la amenaza, el costo de la respuesta y los recursos requeridos para la respuesta. Típicamente, las estrategias de respuesta al riesgo apuntan a reducir o eliminar la probabilidad de que ocurra la amenaza (es decir, para reducir P); limitar el impacto del riesgo si este se materializa (reducción I); o una combinación de ambos. Estas estrategias se formulan e implementan en respuesta a nuevos riesgos cuando son identificados y evaluados como una amenaza que debe ser controlada. En la literatura se encuentran cuatro estrategias comunes de respuesta al riesgo:

- Evitar. Estas estrategias tienen como objetivo evitar que un efecto negativo ocurra o impacte en un proyecto. Esto puede implicar, por ejemplo, cambiar el diseño del proyecto para que la circunstancia bajo la cual un evento de riesgo particular pudiera ocurrir, finalmente no pueda surgir, o para que el evento tenga poco impacto en el proyecto si lo hace (Boehm & Turner, 2003).
- Transferir. Esta estrategia implica trasladar la responsabilidad de un riesgo a un tercero. Esta acción no elimina la amenaza al proyecto; simplemente pasa la responsabilidad de su gestión a otra persona. Teóricamente, esto implica una relación entre responsable principal y agente, en la cual el agente está mejor capacitado para manejar el riesgo, resultando en un mejor resultado general para el proyecto. Esta puede ser una estrategia de alto riesgo porque la amenaza sobre el proyecto aún permanece, la cual el responsable principal debe soportar en última instancia, pero cuyo control directo es entregado al agente. Las estrategias comunes de transferencia de riesgos incluyen seguros, contratos, garantías y subcontratación. En la mayoría de los casos, una prima de riesgo de algún tipo se paga al agente para tomar posesión del riesgo. El agente debe entonces desarrollar su propia estrategia de respuesta para dicho riesgo.
- Mitigación. La mitigación del riesgo es una o más acciones de refuerzo diseñadas para reducir una amenaza a un proyecto reduciendo su probabilidad y/o impacto potencial antes

de que se materialice el riesgo. En última instancia, el objetivo consiste en gestionar el proyecto de tal manera que el evento de riesgo no ocurra o, si lo hace, el impacto puede ser contenido a un nivel bajo (es decir, "manejar la amenaza en cero efectos").

- **Aceptación.** La aceptación del riesgo puede incluir una gama de estrategias de respuesta pasiva y activa. Una de ellas consiste en aceptar pasivamente que el riesgo existe, pero optar por no hacer nada al respecto, aparte de, tal vez, supervisar su estado. Esta puede ser una respuesta apropiada cuando la amenaza es baja y la fuente del riesgo es externa al control del proyecto (Schmidt et al, 2001). Alternativamente, la amenaza puede ser real pero hay poco que se pueda hacerse al respecto hasta que esta se materialice. En este caso, las contingencias se pueden establecer para manejar la condición cuando llegue ocurrir. La contingencia puede estar en forma de provisión de fondos adicionales u otras reservas, o puede ser un plan de acción detallado (plan de contingencia) que se pueda implementar rápidamente cuando surja el problema. La validación y el mantenimiento de los planes de contingencia es una parte crítica de esta estrategia, con la finalidad de asegurar que los planes de contingencia funcionen como se espera cuando sea necesario.

En general, las estrategias de respuesta al riesgo son eficaces para proporcionar opciones generales a considerar en la formulación de respuestas a las amenazas previstas del proyecto. Cada una de ellas requiere que se formule, ejecute y reevalúe una respuesta específica a lo largo del proyecto conforme se desarrolle la naturaleza del riesgo o este cambie significativamente (Bannerman, 2008).

En 2014 se publicó un estudio por parte de la Universidad del Noreste en China, en el cual se propone un método novedoso para resolver el problema de selección de estrategias de respuesta al riesgo. En el método se desarrolla un modelo de optimización que integra tres elementos críticos: el costo, el cronograma y la calidad del proyecto.

Al resolver el modelo, se podría obtener la solución óptima para determinar las estrategias de respuesta al riesgo más deseables para hacer frente a los eventos de riesgo. Si la solución óptima no se encuentra, o los gerentes de proyectos no están satisfechos con la solución, otra vía puede

ser utilizada para apoyarlos en la obtención de las estrategias deseables. Esta se basa en un proceso iterativo que consiste en hacer concesiones entre el presupuesto del proyecto, el tiempo y la calidad, de acuerdo con los requisitos objetivos y los juicios de los gerentes de proyecto. El proceso iterativo llega a su fin si se alcanzan los objetivos predefinidos por estos (Zhang & Fan, 2014).

El problema abordado en este estudio, consistía en seleccionar las estrategias de respuesta al riesgo más deseables. Para resolver el problema, se utilizan variables de decisión de cero-uno para indicar si se implementa alguna estrategia de respuesta al riesgo para hacer frente a eventos de riesgo. Si se selecciona la estrategia de respuesta al riesgo, la variable de decisión es igual a uno; de lo contrario, es igual a cero. Por lo tanto, es apropiado aplicar la técnica de programación entera de cero-uno para resolver el problema de optimización discreta. A continuación se presentan las variables del modelo:

- W Conjunto de actividades del proyecto, $W = \{W_1, \dots, W_l\}$.
- R Conjunto de eventos de riesgo, $R = \{R_1, \dots, R_n\}$.
- A Conjunto de estrategias de respuesta al riesgo candidatas, $A = \{A_1, \dots, A_m\}$.
- B Presupuesto para implementar estrategias de respuesta al riesgo.
- W_k La actividad de trabajo, $k = 1, 2, \dots, l$.
- R_j El j -ésimo evento de riesgo, $j = 1, 2, \dots, n$.
- A_i La i -ésima estrategia de respuesta al riesgo, $i = 1, 2, \dots, m$.
- c_i Costo de implementar la estrategia de respuesta al riesgo A_i .
- s_j^k Número estimado de días de retraso en la ejecución de la actividad W_k una vez que el evento R_j ocurra
- q_j^k Número estimado de reducción de la calidad en la ejecución de la actividad W_k una vez que el evento R_j ocurra
- e_{ij} El efecto de respuesta al riesgo estimado (es decir, la reducción de la

	<i>pérdida esperada del evento de riesgo) después de implementar la estrategia de respuesta al riesgo A_i para hacer frente al evento de riesgo R_j</i>
	<i>El número estimado de días de adelanto para realizar la actividad W_k después de implementar la estrategia de respuesta al riesgo A_i para hacer frente al evento de riesgo R_j</i>
s_{ij}^k	<i>Estimación en la mejora de la calidad de realizar la actividad W_k después de implementar la estrategia de respuesta al riesgo A_i para hacer frente al evento de riesgo R_j</i>
q_{ij}^k	<i>Duración entre la fecha de finalización de la actividad W_k y la fecha de inicio de la actividad sucesora</i>
ε^k	<i>Límite superior de reducción de la calidad de la actividad W_k que no afectará a sus actividades sucesoras.</i>
δ^k	<i>Límite superior respecto al tiempo de retraso para la entrega del proyecto</i>
T_{max}	<i>Límite superior respecto a la reducción de la calidad del proyecto</i>
Q_{max}	<i>Conjunto de todos los pares de estrategias que se excluyen entre si</i>
\vec{M}	<i>Conjunto de todos los pares de estrategias que cooperan entre si</i>
\bar{M}	<i>La variable de decisión binaria entera x_{ij} es igual a 1 si la estrategia de respuesta al riesgo A_i se implementa para el evento de riesgo R_j; de otro modo x_{ij} es igual a 0.</i>
x_{ij}	

Para optimizar la selección de las estrategias de respuesta al riesgo del proyecto, se utiliza un modelo de programación entera para maximizar los efectos totales de la respuesta al riesgo, considerando al mismo tiempo el presupuesto, el cronograma y la calidad del proyecto.

La función objetivo del modelo se utiliza para seleccionar un conjunto de estrategias que maximicen el efecto estimado de la respuesta al riesgo después de implementar estrategias de respuesta al riesgo para hacer frente a los eventos de riesgo.

Las limitaciones del modelo se pueden dividir en dos tipos. Un tipo son las restricciones relativas a los tres elementos clave: incluye cómo establecer el umbral del presupuesto para implementar estrategias de respuesta al riesgo y asegurar que cada actividad debe ser completada dentro de un tiempo predeterminado y en un cierto nivel de calidad. La otra hace referencia a las restricciones relativas a las estrategias de respuesta al riesgo. Generalmente, existen requisitos reales que limitan las combinaciones de estrategias que pueden seleccionarse. El modelo permite tres tipos de parejas de restricciones: exclusión débil, fuerte exclusión y cooperación. La exclusión débil significa que no se puede seleccionar más de una estrategia en un par; la exclusión fuerte significa que se debe seleccionar una estrategia en un par; la cooperación significa que la selección de una estrategia requiere que se seleccione otra estrategia específica.

Las siguientes suposiciones deben hacerse antes de que el modelo se construya, esto con el fin de hacer más conveniente del análisis:

- Supuesto 1: Los eventos de riesgo son mutuamente independientes.
- Supuesto 2: Los eventos de riesgo afectan adversamente las actividades del proyecto.
- Supuesto 3: Las actividades de trabajo se ven afectadas positivamente por la implementación de las estrategias de respuesta al riesgo.
- Supuesto 4: El dinero es la única restricción de recursos considerada en el modelo.

Basado en ello, se puede construir el siguiente modelo de programación entera:

$$\text{Max } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (e_{ij} x_{ij}) \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m (c_i \max_j x_{ij}) \leq B, \quad j=1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n s_j^k - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (s_{ij}^k x_{ij}) \leq \varepsilon^k, \quad k=1, 2, \dots, l-1 \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n q_j^k - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (q_{ij}^k x_{ij}) \leq \delta^k, \quad l=1, 2, \dots, l-1 \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n s_j^l - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (s_{ij}^l x_{ij}) \leq T_{max} \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n q_j^l - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (q_{ij}^l x_{ij}) \leq Q_{max} \quad (6)$$

$$x_{ij} + x_{i'j'} \leq 1, \quad (A_i, A_{i'}) \in \overleftrightarrow{M}, \quad i, i' = 1, 2, \dots, m, \quad j, j' = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$x_{ij} + x_{i'j'} = 1, \quad (A_i, A_{i'}) \in \overleftrightarrow{M}, \quad i, i' = 1, 2, \dots, m, \quad j, j' = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$x_{ij} - x_{i'j'} \leq 0, \quad (A_i, A_{i'}) \in \overline{M}, \quad i, i' = 1, 2, \dots, m, \quad j, j' = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$$x_{ij}, x_{i'j'} \in \{0, 1\}, \quad i, i' = 1, 2, \dots, m, \quad j, j' = 1, 2, \dots, n. \quad (10)$$

En el modelo, la función objetivo (1) maximiza todos los efectos estimados de la respuesta al riesgo. La restricción (2) asegura que el costo de la implementación de las estrategias de respuesta a los riesgos cumpla con los requisitos presupuestarios, y el "max_j" en la restricción (2) puede garantizar que el costo de implementar cada estrategia de respuesta al riesgo no se puede contar más de una vez. La restricción (3) asegura que cada actividad de trabajo (excepto la última) se termine en tiempo estipulado o al menos no afectará el inicio según lo programado para sus actividades sucesoras. En la restricción, el valor del parámetro ε_k se puede obtener del cronograma del proyecto y $\varepsilon_k \geq 0$. La restricción (4) asegura que cada actividad de trabajo (excepto la última) preserve un cierto nivel de calidad o al menos no afecte la ejecución normal de sus sucesoras. Se observa que los gerentes de proyectos son sensibles a la idea de que la calidad del proyecto podría verse comprometida debido a recortes en el presupuesto o a la compresión de actividades. Cuando la calidad puede determinarse objetivamente utilizando las especificaciones técnicas, es un proceso lento y difícil para los administradores integrar una variedad de especificaciones que deben ser estrictamente respetadas. Por lo tanto, la calidad de una actividad puede medirse subjetivamente por el juicio de los gerentes.

En el modelo se supone que la calidad esperada de las actividades del proyecto, bajo condiciones normales se sitúa en el 100%, y aquellas bajo otras condiciones indican la reducción o mejora relativa de la calidad por evaluación subjetiva de los directores de proyecto, es decir, $0 \leq q_j^k, q_{i'j'}^k, \delta^k \leq 1$. La restricción (5) indica que la última actividad debe ser completada antes de la fecha de terminación planificada del proyecto y $T_{\max} \geq 0$. La restricción (6) indica que la última actividad debe cumplir con la norma de calidad del proyecto y $0 \leq Q_{\max} \leq 1$. La restricción (7) establece que las estrategias A_i y $A_{i'}$ se excluyen entre sí. La restricción (8) asegura que solo una estrategia debe ser seleccionada en el caso de presentarse la necesidad de exclusión. La

restricción (9) establece que la selección de una estrategia requiere que se seleccione también otra estrategia específica. La restricción (10) es un indicador de modo binario.

En 2008 se ejecutó un caso de estudio que incluyó 17 agencias del sector público australiano que habían realizado proyectos de desarrollo de software. En esta iniciativa, se analizó este tipo de proyectos desde su complejidad como emprendimientos multidimensionales en cualquier contexto, ya sea privado o público, que son particularmente susceptibles al fracaso. Se encontró que la noción de riesgo como una amenaza de impacto negativo es relevante para los proyectos de software y que hay una necesidad importante de manejar tales amenazas para lograr resultados benéficos en el proyecto. Los hallazgos de este estudio, cuestionan algunas concepciones convencionales acerca de la gestión de riesgos y la gestión de proyectos. Por ejemplo, se encontró que los proyectos de software no se ajustan a una estructura uniforme, como se supone en gran parte de la literatura. Esto introduce variaciones a los retos que de por sí, ya tiene la gestión de riesgos en un proyecto. Los hallazgos también sugieren que la gestión formal del proyecto no es suficiente para asegurar el éxito del proyecto, y que depende en gran medida de la capacidad y experiencia del Gerente del Proyecto y su equipo de trabajo (Bannerman, 2008).

Para obtener los datos con los que posteriormente se extraerían las conclusiones del trabajo, se aplicó una encuesta en la cual se trataban seis prácticas de dirección de proyectos: resultados del proyecto, gobernanza, dirección del proyecto, gestión de riesgos, implementación y terceras partes. Las preguntas empleadas y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Preguntas empleadas en el estudio

Preguntas	Puntaje	Rango
Resultados del proyecto		
¿Qué tan exitoso fue el proyecto?	8	5–9
¿Se alcanzaron los objetivos empresariales?	8.9	7–10
¿Se completó el proyecto dentro del presupuesto?	9	6–10
¿Se completó el proyecto dentro del calendario previsto?	8.4	7–10
¿Se completó el proyecto dentro del alcance?	8.8	6–10
Gestión del proyecto		
¿Qué tan efectivo fue el comité directivo?	7.9	3–10
¿Qué tan eficaz fue el patrocinador del proyecto?	8	1–10
¿Cómo se comprometió la alta dirección?	9.2	4–10
¿Qué implicación tuvo la alta dirección?	7.7	3–10
¿Este compromiso/participación benefició al proyecto?	7.9	1–10
Gestión de proyectos		
¿Qué tan bien se manejó el proyecto?	7.8	6–9
¿El gerente del proyecto tenía una visión clara del proyecto?	7	4–10
¿Qué tan apropiada fue la metodología utilizada?	7.4	1–10
¿Qué tan bien se controló el progreso vs el plan?	7.1	2–10
¿El proyecto tuvo un control efectivo del cambio?	8.2	2–10
¿Se llevó a cabo una revisión oficial posterior al proyecto?	6.5	1–10
Gestión de riesgos		
¿Utilizó una metodología específica de gestión de riesgos?	4.6	1–10
¿Qué tan bien se identificaron los riesgos al iniciarse el proyecto?	6.9	1–10
¿Cuán bien se manejaron los riesgos durante todo el proyecto?	6.6	1–10
¿Qué tan bien se priorizaron los riesgos cuando se identificaron?	5.3	1–10
¿Se predeterminaron los planes de mitigación / contingencia?	7.6	1–10
¿Se asignó la responsabilidad para monitorear los riesgos?	6.4	1–10
¿Se presentaron problemas imprevistos durante el proyecto?	7.7	1–10
Implementación		
¿Qué tan fácil fue la implementación?	6.5	2–10
¿Qué tan exitosa fue la implementación?	8.4	4–10
¿Cuán grande fue el impacto en la organización?	7.1	2–10
¿Qué tan importante fue el proyecto para los objetivos estratégicos?	7.9	2–10
¿Cuán bien se manejaron los cambios organizativos?	6.9	4–9
Terceros		
¿Qué tan eficaz fue la participación de terceros en el proyecto?	7.5	2–10
¿Cuán bien se manejaron las relaciones con terceros?	8.1	5–10

Fuente: (Bannerman, 2008)

Mediante la realización de este trabajo, se obtuvo tres conclusiones generales. En primer lugar, contar con la capacidad para realizar una buena gestión de riesgos puede jugar un papel importante en la gestión de proyectos de software. En segundo lugar, la conceptualización y el desarrollo de la teoría de gestión del riesgo en la literatura no cubren los requisitos de la práctica para manejar las amenazas asociadas con el espectro completo de incertidumbres que enfrentan los proyectos de software. En tercer lugar, la práctica de la gestión de riesgos se queda atrás en

cuanto al entendimiento del riesgo y su gestión según lo encontrado en la literatura de investigación.

Tomando el estado de la investigación de gestión de riesgos en la literatura como el punto de referencia, este estudio encontró que las organizaciones tienden a demorar en la plena aplicación de este conocimiento en la práctica. Por ejemplo, después de la identificación de riesgos al inicio del proyecto al momento en que se documenta el plan de gestión del proyecto, la gestión de riesgos tendió a ser relegada al director del proyecto, quien a menudo solo se encargó de actualizar superficialmente el registro de riesgos antes de cada reunión del comité directivo. Además, las listas de chequeo tendían a ser utilizadas ingenuamente y la práctica de gestión de riesgos a menudo no se mantenía a lo largo de todo el proyecto ni se evaluaba al final del proyecto. Si este hallazgo puede generalizarse a otras organizaciones, surgen varias implicaciones prácticas para los gestores de proyectos y las partes interesadas.

Una estrategia que puede aumentar la adopción y la concienciación es incluir explícitamente la evaluación del papel y la contribución de la gestión del riesgo en las revisiones posteriores a la implementación.

Uno de los desafíos que enfrenta la práctica de la gestión de riesgos en las organizaciones, es que los ejecutivos de negocios y los gerentes, son impulsados por resultados demostrables, generalmente relacionados con el desempeño. Si un proyecto importante tiene éxito, puede ser difícil atribuir inequívocamente cualquier parte de ese resultado a la gestión del riesgo. También es muy poco probable que el éxito del proyecto se atribuya a la gestión del riesgo. Por el contrario, el éxito suele atribuirse a la buena fortuna (incluso a la suerte) o, más probablemente, a la reclamación de varias personas involucradas como resultado de sus habilidades y contribuciones únicas al proyecto. Sobre esta base, puede resultar fácil para una organización que ha tenido éxito en un proyecto, minimizar la importancia de la gestión de riesgos en el próximo proyecto. Esto puede suceder implícitamente, al no ser tan formal en la ejecución de los procesos de gestión de riesgos la próxima vez, o incluso explícitamente, como alguna forma de recorte de recursos o costos.

Esta posibilidad apunta a la importancia de llevar a cabo una revisión posterior a la implementación e incluir explícitamente una evaluación formal de la función, desempeño y contribución de la gestión de riesgos en el proyecto en esa revisión. Esta revisión se plantea como una oportunidad para evaluar y mejorar cualquier lista de verificación de riesgos, marcos, procesos de gestión de riesgos, estrategias de respuesta al riesgo y herramientas y técnicas utilizadas por la organización, y asegurar que las lecciones aprendidas se reporten para beneficio de proyectos subsiguientes. También puede elevar el perfil de la gestión de riesgos para facilitar los resultados empresariales. Se ha argumentado que si "no aprendemos" de nuestras experiencias en proyectos de software, "aprenderemos a fallar" (Lyytinen & Robey, 1999).

3.2 Impacto en el desempeño de los proyectos debido de la implementación de procesos de gestión de riesgos

En un estudio llevado a cabo por la Universidad de Singapur en 2015, se expone que la gestión de riesgos debe implementarse en proyectos de construcción para asegurar el logro de sus objetivos, independientemente de su tamaño. Este estudio tuvo como objetivo investigar cómo se lleva a cabo la gestión de riesgos en pequeños proyectos en Singapur en términos de estatus, barreras e impacto de la gestión de riesgos en el desempeño del proyecto.

Para alcanzar los objetivos de dicha investigación, se aplicó un cuestionario y se recolectaron datos de 668 proyectos presentados por 34 empresas. Los resultados del análisis indicaron un nivel relativamente bajo de implementación de gestión de riesgos en proyectos pequeños, y que la "falta de tiempo", "falta de presupuesto", "margen de beneficio bajo" y "poco económico", eran las barreras prominentes. Además, los resultados, informaron la correlación positiva entre la implementación de técnicas de gestión de riesgos y la mejora en la calidad, el costo y el desempeño de la programación de los proyectos pequeños, respectivamente (Bon-Gang et al, 2014).

Los pequeños proyectos son propensos a más riesgos, ya que enfrentan más desafíos que los grandes proyectos debido a sus características inherentes, tales como limitaciones de recursos,

cronograma de proyecto apretado, competencia y bajo margen de beneficio. Por lo tanto, los pequeños proyectos deben ser manejados con diligencia para evitar retrasos en su cronograma y e incurrir en exceso de costos. Sin embargo, la gestión de riesgos se pasa por alto a menudo porque es una estrategia tediosa y costosa que implica la recopilación y análisis intensivo de información (Mubarak, 2010). En Hong Kong, (Mok et al, 1997) descubrieron que sólo el 35% de los directores de proyecto hacían hincapié en la gestión de riesgos en proyectos que cuestan menos de 10 millones de dólares de Hong Kong, mientras que más del 90% reconoció la importancia de la gestión de riesgos en proyectos por valor de más de 100 millones de dólares de Hong Kong.

Estudios previos indicaron que los pequeños y medianos contratantes, los cuales contratan principalmente proyectos pequeños, no otorgan suficiente importancia a la gestión de riesgos en los mismos debido a que sus contratistas carecían de suficiente conocimiento respecto a esta (Ho & Pike, 1992) (Smith & Bohn, 1999), especialmente sobre la aplicación de técnicas de análisis de riesgo (Frey & Patil, 2002). Además, debido a la desproporción entre los recursos necesarios para llevar a cabo una adecuada gestión de riesgos y el bajo margen de beneficio de pequeños proyectos, se desalentó a muchas empresas a hacer inversiones en dicha herramienta (Griffith & Headley, 1997). Por otra parte, la intensa competencia obliga a las empresas a pagar sus ofertas tan bajas que no pueden tener un exceso de presupuesto para contingencias (Smith & Bohn, 1999).

Varios estudios revelaron que los beneficios de la gestión de riesgos, eran enormes en proyectos de construcción. Por ejemplo, esta podría mejorar la calidad de la estimación de costos y la toma de decisiones (Mills, 2001), ayudar a los proyectos a completarse a tiempo y dentro del presupuesto (Klemetti , 2006). Sin embargo, pocos estudios han indicado los sus beneficios en pequeños proyectos y el impacto en el desempeño en cuanto a la calidad, los costos y el cronograma del proyecto. Los resultados de esta investigación pueden extrapolarse a proyectos de otros sectores de la industria, dado que la buena planificación y gestión de riesgos, permitirá aumentar la probabilidad de alcanzar los objetivos operativos y financieros definidos inicialmente para el proyecto.

3.3 Herramientas y técnicas de ingeniería para la gestión de riesgos

Un proceso de gestión de riesgos en proyectos es una cadena racional de prácticas mediante la cual los encargados de la toma de decisiones, planifican y ejecutan acciones y controlan los resultados para mantener la implementación del proyecto bajo ciertas condiciones (parámetros de tiempo, costo y calidad), con el fin de proporcionar directrices para la selección de las mejores prácticas teniendo en cuenta la madurez organizacional y la complejidad del proyecto. Rodrigues-da-Silva (2014) propuso un estudio en el cual se llevó a cabo una revisión de la literatura relacionada con la gestión del riesgo en cuanto a las herramientas y técnicas que podrían aportar de una mejor manera al éxito del proyecto. Mediante dicha investigación, fue posible identificar 14 estudios relevantes, de los cuales se extrajo 60 técnicas con las cuales planteó un marco teórico para clasificar y asociar esas prácticas a cada fase del ciclo de vida del proyecto y a cada proceso de gestión del riesgo del proyecto. Entre las técnicas identificadas en este estudio, se encuentran:

- Registro de Riesgos
- Formulario de Documentación de Riesgos
- Lista de control de riesgos
- Técnicas de reunión de información
- Revisión Periódica del Riesgo
- Clasificación de riesgos del proyecto
- Lluvia de ideas
- PERT
- Entrevista con expertos
- Ponderación
- Método Delphi
- Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF)
- Análisis de los Modos de Fallo, Efectos y Criticidad (AMFEC)
- Análisis de árbol de fallas o análisis de árbol de sucesos
- Cuestionarios y entrevistas

- Análisis de Peligros (HAZAN)
- Estudios de Peligros y Operabilidad (HAZOP)
- Análisis de costos del ciclo de vida
- Diagrama de Ishikawa
- Método de la Ruta Crítica
- Simulación Monte Carlo
- DOFA
- Análisis de Valor Ganado
- Curva S
- Encuesta de satisfacción del cliente
- Prototipado

A pesar de que las herramientas mostradas en este estudio, no se encuentran categorizadas según su nivel de utilización, sirven como un marco de referencia a las que se podrían llegar a utilizar en la ejecución de un proyecto, dado que esta investigación estuvo enfocada en definir las herramientas que podrían llegar a ser utilizadas según la fase del proceso de gestión de riesgos en la que se estuviera el proyecto.

Por otra parte, en 2001 se llevó a cabo un estudio diseñado para identificar las herramientas más utilizadas y las que están asociadas con el éxito de la gestión de proyectos en general, y con la gestión del riesgo de proyecto en particular (Raz, 2001). De un listado de 100 herramientas iniciales, sugeridas como comúnmente utilizadas, se empleó la ayuda de un panel de cinco expertos en gestión de riesgos en proyectos, los cuales se encargaron de eliminar las herramientas cuya finalidad era la misma o que no se utilizaban en la práctica, así como añadiendo otras que no estaban incluidas en la lista preliminar. Luego de ello, se solicitó el diligenciamiento de una encuesta en cual se calificaba cada una de las estrategias de 1 a 5 de acuerdo con su nivel de contribución respecto a la gestión del riesgo a 400 Directores de Proyecto, de los cuales 84 la enviaron completa de vuelta. Luego de la evaluación por parte de estos, se organizaron las herramientas según la calificación obtenida, como se aprecia en la Tabla.

Tabla 6. Ranking de las herramientas analizadas

#	Herramienta	Calificación
1	Simulación	4.00
2	Asignación de responsabilidades	3.99
3	Evaluación del impacto del riesgo	3.86
4	Control de la configuración	3.81
5	Gestión de los contratistas	3.77
6	Reporte de riesgos críticos a la Gerencia Senior	3.75
7	Prototipado	3.75
8	Lluvia de ideas	3.74
9	Lista de actividades con limitaciones de tiempo	3.7
10	Gestión de los requerimientos	3.69
11	Control de calidad	3.69
12	Planeación para la mitigación del riesgo	3.61
13	Benchmarking	3.58
14	Evaluación de la probabilidad del riesgo	3.57
15	Gestión de calidad	3.39
16	Revisión de la evaluación del riesgo	3.30
17	Ranking de riesgos	3.29
18	Encuesta de satisfacción del cliente	3.27
19	Reporte periódico de estado de los riesgos	3.20
20	Revisión periódica de los documentos	3.18
21	Replanificación del proyecto para la mitigación del riesgo	3.17
22	Programas de entrenamiento	3.11
23	Replanificación del proyecto	2.94
24	Reporte periódico de riesgos	2.88
25	Reporte periódico de los planes de mitigación del riesgo	2.80
26	Medición del costo-beneficio durante la planificación del riesgo	2.69
27	Análisis de tendencias y desviaciones	2.69
28	Medición del costo-beneficio durante el control del riesgo	2.68
29	Formato para la documentación del riesgo	2.65
30	Evaluación del marco de tiempo del riesgo	2.58
31	Reporte periódico de tendencias	2.58
32	Planes de contingencia para la mitigación del riesgo de falla	2.43
33	Clasificación del riesgo	2.38

#	Herramienta	Calificación
34	Análisis de causa-efecto durante la planificación del riesgo	2.33
35	Análisis de causa-efecto durante el control del riesgo	2.27
36	Lista de chequeo	2.20
37	Procedimiento para el cierre de riesgos	2.20
38	Presentación grafica de la información referente a los riesgos	1.82

Fuente: (Raz, 2001)

Durante el 2016, desde la Universidad Estatal de Sao Paulo, se desarrolló una investigación relacionada con el uso integrado de la Técnica Delphi y la Estructura de Desglose de Riesgo - RBS para contribuir a la identificación de riesgos, considerando las oportunidades y amenazas en un proyecto, para potenciar los efectos beneficiosos de las oportunidades y evitar los efectos nocivos de las amenazas. Para la evaluación de los resultados se realizó la mejora de un sistema denominado Sistema de Ayuda a la Gestión de Proyectos - SAPM, con el fin de apoyar la ejecución automatizada de la gestión de riesgos con énfasis en el proceso de identificación de riesgos, ya que esta es una etapa crucial para la gestión de riesgos en proyectos. Como resultado del trabajo, se observó que el uso combinado de la Técnica Delphi y la RBS, permite que el proceso de identificación de riesgos pueda ser realizado de forma rápida y segura a través del anonimato de los involucrados (una de las características de la Técnica Delphi, con la finalidad de que los participantes no alteren sus opiniones, basadas en la opinión de sus pares) y la visualización global del proyecto (De Godoi et al, 2016).

Dos técnicas bien conocidas de evaluación y análisis de riesgos son el Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF) y el Análisis de los Modos de Fallo, Efectos y Criticidad (AMFEC). Estos pueden ser utilizados para evaluar el riesgo en cualquier etapa del proyecto. Sin embargo, su utilidad suele ser limitada en las primeras etapas de los proyectos cuando los detalles del proyecto son en gran parte desconocidos. En general, muchas técnicas para la identificación de riesgos requieren un conocimiento profundo de los proyectos anteriores y se basan en análisis retrospectivos por parte de expertos en la materia. El desarrollo de técnicas más predictivas de identificación de riesgos podría proporcionar una tremenda visión a los directores de proyecto, particularmente (Teoh, 2004).

3.4 Gestión de riesgos en la dirección de portafolios y programa de proyectos

Teller (2013) desarrolló un trabajo en el cual se analiza el efecto que tiene la gestión de riesgos de un portafolio de proyectos (colección de proyectos separados y programas, que son desarrollados bajo un mismo patrocinador y generalmente compiten por recursos escasos (Pennypacker & Dye, 2002), sobre el éxito del mismo, teniendo en cuenta el portafolio como un todo, más como la suma de proyectos individuales no relacionados. El estudio provee evidencia de que la identificación de riesgos del portafolio, la formalización del proceso de gestión del portafolio, la cultura de gestión de riesgos de la empresa, influyen directamente en la transparencia de riesgo (relacionada con la capacidad para identificar riesgos potenciales con gran impacto, reconocer las fuentes de riesgo, así como detectar los riesgos cruzados del portafolio debido a sus interdependencias en el portafolio), mientras que la prevención del riesgo, el monitoreo, y la integración de la gestión del riesgo en la dirección de un portafolio de proyectos, están directamente conectados con la capacidad del proyecto de reconocer y neutralizar las causas de los riesgos, que ya materializados, amenazan su buen desempeño y por ende su éxito (Teller y Kock, 2013).

Por otra parte, Olsson condujo un caso de estudio y desarrolló un marco de referencia que comparaba la gestión de riesgos de un proyecto, con la gestión de riesgos de un portafolio. Los hallazgos sugieren que la gestión de riesgos de un portafolio ayuda a identificar riesgos comunes y tendencias para el portafolio de proyectos, haciendo que la experiencia ganada en la ejecución de proyectos anteriores sea fácilmente accesible, además de muy útil (Olsson, 2008).

A pesar de que la literatura aplicada a la gestión de riesgos para toda una organización es conocida bajo el dominio de Gestión del Riesgo Organizacional, existe una brecha importante entre esta y la Gestión de Riesgo en Proyectos. Ambos están bien documentados, pero al buscar guías específicas de gestión de riesgos para programas y portafolios de proyectos, resulta difícil encontrar una referencia que presente procesos, herramientas y enfoques de análisis para extraer beneficios y controlar y monitorear las amenazas u oportunidades para lograr el cumplimiento de las metas estratégicas de la organización. Desde una perspectiva estratégica, este es un inconveniente sobresaliente, dado que los programas y portafolios son los medios para transferir

finalmente las necesidades estratégicas a proyectos y actividades operacionales. Los estándares o enfoques genéricos pueden adaptarse a estos niveles; Sin embargo, un enfoque de gestión de riesgos desarrollado específicamente para programas o portafolio de proyectos, serviría como importante soporte en el desarrollo de las labores de los profesionales que hacen las veces de sus directores (Sánchez, 2009).

3.5 Gestión de riesgos y la resistencia al cambio

Los factores críticos de éxito y fracaso de los proyectos de software han sido ampliamente estudiados. Sin embargo, la gestión del riesgo del proyecto de software rara vez ha investigado el papel que juegan los riesgos de tipo organizacional. Mediante el empleo de la teoría de resistencia al cambio, en 2014 en Eslovenia, se llevó a cabo un estudio en el que se desarrolló un marco de diagnóstico de riesgo organizacional, con la finalidad de mostrar cómo se pueden entender y manejar mejor este tipo de riesgos. Los factores de riesgo organizacionales pueden tener causas básicas subyacentes no triviales. Un fracaso para diagnosticarlos puede resultar en respuestas de riesgo ineficaces que abordan sólo los síntomas, mas no su causa raíz (Simon et al, 2015).

(Lewin, 1947) fue uno de los primeros investigadores en utilizar el término resistencia al cambio definido como la fuerza contra el cambio en las organizaciones. La resistencia al cambio ha sido estudiada a fondo tanto en psicología gerencial como en el campo de las tecnologías de la información. La investigación de psicología gerencial se enfocó principalmente en individuos y algunos investigadores incluso consideraron la resistencia como un rasgo personal. La investigación en el campo de los sistemas de información, se centró en la resistencia del usuario, definida como la oposición de un usuario individual o grupos de usuarios a un cambio asociado con un proyecto de software. La resistencia del usuario puede estar presente antes, durante y/o después de un proyecto de software. Algunos autores incluso argumentan que la resistencia de los usuarios está incrustada en el proceso de cambio y, por lo tanto, es inevitable.

Por sí mismo, la resistencia del usuario no es ni positiva ni negativa, aunque se asocia comúnmente con una connotación negativa. Por un lado, puede ser destructivo y consumir recursos excesivos. Por otro lado, puede haber buenas razones para la resistencia del usuario. En tales casos, la resistencia del usuario puede ser constructiva, por ejemplo, si revela defectos del nuevo software. Por lo tanto, la resistencia del usuario necesita una gestión adecuada, ya sea positiva o negativa.

En este estudio se concluyó que los factores de riesgo más importantes relacionados con la resistencia al cambio al momento de ejecutar un proyecto, se encontraron los que se muestran a continuación:

- *Falta de compromiso de la alta dirección:* La dirección debe establecer y seguir claramente una visión para apoyar y alentar el cambio. Si otras partes interesadas no perciben que la administración siga la visión formal asociada con el nuevo software, es poco probable que sean sus defensores voluntarios.
- *Resultados pasados:* Los resultados de los proyectos de software pasados influyen en las expectativas sobre el proyecto actual e impulsan las reacciones afectivas y de comportamiento por parte del equipo del proyecto.
- *Pensamiento grupal:* La presión de los compañeros y el pensamiento restringido que los grupos imponen, rechazan o incluso castigan ideas e información que se desvían demasiado de las generalmente aceptadas en el grupo.
- *Velocidad y complejidad:* Cambios rápidos y complejos en el entorno de la empresa que inhiben su capacidad para analizar una situación concreta correctamente.
- *Miopía:* Incapacidad de la administración para mirar hacia el futuro con claridad, dado que se da mayor importancia a las metas de corto plazo sobre las de largo plazo.

- *Mentalidad reactiva*: Las partes interesadas pueden ofrecer resistencia si creen que los obstáculos presentados son inevitables.
- *Conservatismo*: Este se manifiesta como resistencia cuando el nuevo software hace cambiar los procesos de operación y la estructura de trabajo, obteniendo como resultado que los usuarios prefieran quedarse con la antigua forma de hacer las cosas a las que están acostumbrados.
- *Falta de valor percibido*: Las partes interesadas pueden resistirse si los beneficios del nuevo software son relativamente bajos en comparación con los beneficios del software antiguo, lo que resulta en una baja motivación hacia el cambio.
- *Problema de acción colectiva*: Negativa de los usuarios a utilizar plenamente el nuevo software o identificarse con él debido a la dificultad de decidir quién va a tomar la iniciativa, o presentándose una apatía generalizada.
- *Amenazas percibidas*: Los individuos pueden asociar un cambio y las incertidumbres que este conlleva, con diferentes tipos de amenazas. Por ejemplo, las partes interesadas pueden resistirse porque temen la incertidumbre, perder su trabajo, ser transferidas lejos de sus amigos, perder el estatus o sacrificar inversiones pasadas.
- *Política organizacional*: La política organizacional está entre las fuentes más prominentes de resistencia. Por ejemplo, el proyecto de software puede causar una redistribución de recursos que podrían afectar el equilibrio de poder entre los diversos grupos de interés en la organización
- *Costos directos*: Una interrupción temporal del trabajo cotidiano, un aumento temporal del riesgo de fracaso organizacional y un exceso de esfuerzo directamente relacionado con el proyecto de software.
- *Brecha de capacidades*: La brecha entre las tareas que se deben realizar y las competencias y capacidades de los usuarios.

- *Creencias inconmensurables*: Un fuerte desacuerdo entre los grupos sobre la naturaleza del problema y sus consecuentes soluciones alternativas.

Estos factores de riesgo deben ser analizados al momento de realizar la planificación del proyecto, con la finalidad de conocer si podrían llegar a ser un obstáculo durante su ejecución y posterior consecución de los resultados esperados para el mismo, para de esta manera diseñar las estrategias de respuesta a riesgos que sean necesarias para minimizar su efecto o en el mejor de los casos, eliminarlos.

3.6 Modelo de madurez para la gestión del riesgo

Investigadores del Departamento de Ingeniería de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, desarrollaron en 2014 un proyecto enfocado en el diseño de un modelo preliminar de madurez organizacional en cuanto a su capacidad y predisposición para realizar una buena gestión de riesgos (Serpella, 2014).

En dicho estudio se expone lo importante que resulta para una empresa que tiene un enfoque basado en proyectos, conocer su estado actual en lo relacionado a la forma en como administra el riesgo. Cada uno de los niveles mostrados en la

Tabla, permite a la empresa comprender la situación actual en la que se encuentra, así como proyectar aquello que debería hacer en cuanto a la organización y documentación de sus procesos operativos y de gestión de riesgos; su cultura organizacional; el fortalecimiento de sus mecanismos de comunicación; así como la gestión del conocimiento y utilización de lecciones aprendidas de proyectos anteriores para mejorar la probabilidad de éxito de los proyectos que ha de ejecutar en adelante.

Este modelo se basa en dos elementos principales: 1) factores de evaluación que incluyen un conjunto de dimensiones para cada uno de ellos, como se muestra en la Figura, y 2) niveles de evaluación para cada factor y sus dimensiones como se muestra en la

Tabla.



Figura 10. Factores claves de evaluación y sus dimensiones

Fuente: Howard & Serpell (2012)

Tabla 7. Principales características de cada nivel en relación con la gestión de riesgos. Una definición preliminar.

Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Nivel V
<p>La organización no es consciente de la necesidad de la gestión de riesgos y carece de un enfoque estructurado para afrontar el riesgo y la incertidumbre. Por lo general, la organización es débil incluso en los temas básicos de gestión de proyectos. El éxito en este tipo de organizaciones depende de las características de los individuos y no de las propias. La organización reacciona después de que ocurren los problemas. No hay proactividad para anticiparse a los problemas. No se intenta identificar el riesgo del proyecto, con el propósito de desarrollar planes de mitigación. Escaso o poco intento por aprender de proyectos anteriores o utilizar las lecciones aprendidas para prepararse ante la incertidumbre.</p>	<p>Aunque la organización es consciente en cierto grado sobre los beneficios potenciales de la gestión de riesgos, esta no se implementa efectivamente en cada proyecto. La organización sabe que puede aprender de los errores del pasado, pero este conocimiento no está formalizado y las capacidades de aplicación son limitadas. No hay una manera de compartir las lecciones aprendidas derivadas de los proyectos anteriores ejecutados en la organización. Existen procesos y sistemas básicos para la gestión de riesgos, sin embargo no hay un procedimiento estructurado o formal. La organización aplica gestión de riesgos normalmente a través de un pequeño número de personas designadas dentro de proyectos específicos o asignando recursos parciales para su realización</p>	<p>La organización ha desarrollado e implementado un sistema formal de gestión de riesgos. Los proyectos utilizan experiencias previas, especialmente para la identificación de riesgos para cada nuevo proyecto. Los éxitos de proyectos anteriores pueden repetirse. En general, los beneficios asociados a la gestión de riesgos se entienden en los niveles superiores de la organización. Los proyectos emplean personal con las habilidades en gestión de riesgos requeridas que tienen los recursos adecuados disponibles para desarrollar este proceso. La probabilidad, el impacto y la gravedad de los eventos de riesgo se miden cualitativamente.</p>	<p>Los beneficios de la gestión de riesgos se entienden en todos los niveles de la organización. Existe un proceso estándar para la gestión de riesgos que puede ser adecuado para un proyecto particular. Hay un enfoque proactivo para la gestión de riesgos. Las actividades de gestión de riesgos son extensivas a las partes interesadas del proyecto principal, tanto internas como externas. Se implementan y documentan diversas estrategias, así como los resultados de la gestión de riesgos. Estos se analizan posteriormente.</p>	<p>La organización es capaz de adaptarse, empoderar equipos y organizarse de acuerdo con los protocolos de la empresa, para reducir los riesgos existentes y hacer frente a los riesgos emergentes. La mejora continua y la innovación en cuanto a la gestión del riesgo se llevan a cabo de forma periódica, mejorando con las nuevas tecnologías. La organización ha establecido un plan integral de gestión de riesgos con objetivos definidos y el uso de mediciones tanto cualitativas como cuantitativas. Los miembros del equipo están atentos al riesgo y las oportunidades con un enfoque proactivo y con un ambiente que realza el trabajo en equipo. Existe integración y colaboración entre las redes sociales, institucionales y de otras partes interesadas.</p>

Fuente: (Serpella, 2014)

3.7 El rol de la ignorancia deliberada en la gestión de riesgos

Una investigación desarrollada en 2009 en la Universidad de Cranfield (Reino Unido), trató un tópico muy interesante, al colocar como hipótesis, que una de las causas de la poca aplicación de un proceso sistemático de gestión de riesgos, estaría asociado a la ignorancia deliberada por parte del director de proyectos, así como de su equipo de trabajo; dicho de otra manera, de la decisión consciente de no utilizar los estándares existentes para realizar una adecuada administración del riesgo en la dirección de proyectos (Kutsch & Hall, 2010).

Recientemente, se ha prestado cierta atención a la ignorancia en diversos contextos. Las investigaciones se han concentrado cada vez más en la búsqueda de la certidumbre y en cómo superar la ignorancia, que a menudo se cita como falta de conocimiento "verdadero". Aunque esta definición merece crédito, el desarrollo de una única definición sería inapropiado, dado que la ignorancia es un concepto multidimensional que cuenta con varias facetas, tal como se muestra en la Figura, en la cual es posible apreciar la taxonomía de la ignorancia desarrollada por (Smithson, 1989).

En particular, puede hacerse una distinción útil entre la ignorancia deliberada, impulsada por factores sociales y/o condicionantes, y la ignorancia como un impulso afectivo, lo que significa que está fuera de control, tanto sistémica como cognitivamente. El concepto de error, incluyendo sus diversos subconceptos (ver Tabla), como la distorsión, se refiere a la connotación pasiva del conocimiento incompleto (ser ignorante).

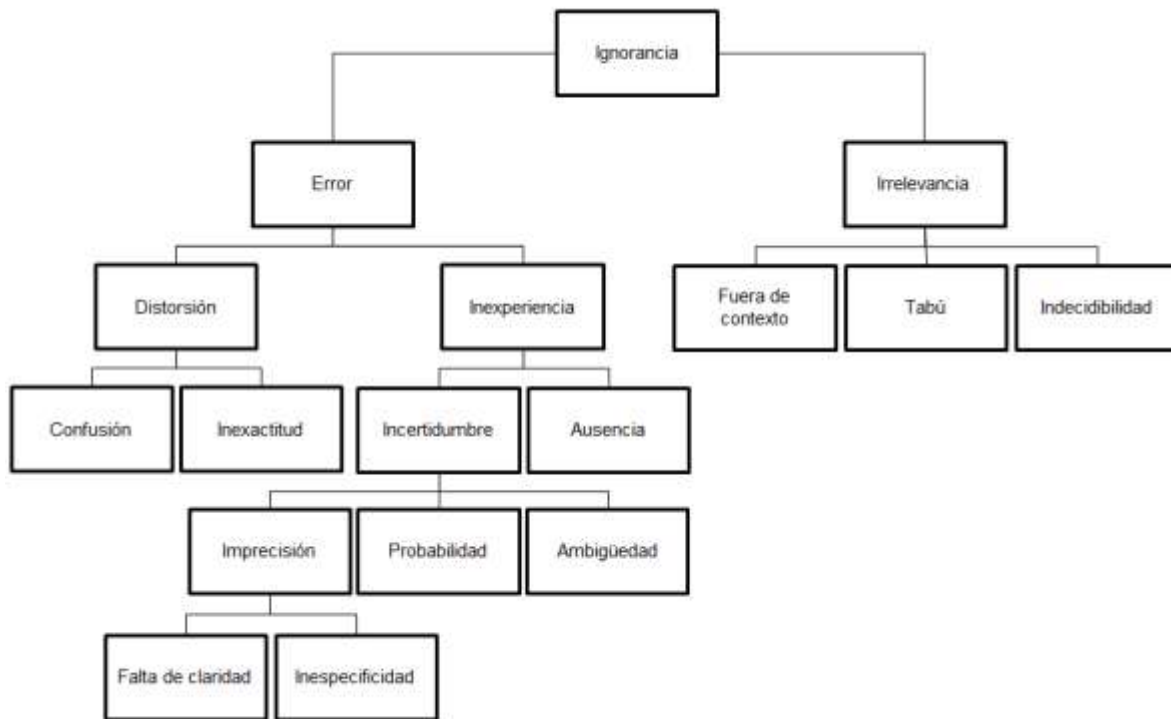


Figura 11. Taxonomía de la ignorancia

Fuente: (Kutsch & Hall, 2010)

Tabla 8. Tipos de ignorancia - significados

Término	Significado
Error	
<i>Distorsión</i>	
Confusión	Sustituciones equivocadas
Inexactitud	Sesgo
<i>Inexperiencia</i>	
Incertidumbre	
Imprecisión	Pertenencia o no de elementos a un conjunto
Falta de claridad	Cualidad de ser indistinto
Inespecificidad	Falla al indicar en detalle suficiente para permitir identificación
Probabilidad	Posibilidad de obtener resultados
Ambigüedad	Posibilidad de tener múltiples resultados en procesos o sistemas
Ausencia	Falta de conocimiento
Irrelevancia	
Fuera de contexto	Temas que según la opinión de los expertos involucrados en el proyecto, no pudieron ser negociados en términos de relevancia cognitiva
Tabú	Irrelevancia socialmente reforzada. Cuestiones que la gente no debe saber, tratar, preguntar o investigar
Indecidibilidad	Cuestiones que no pueden ser determinadas como verdaderas o falsas porque se consideran

Término	Significado
	insolubles, o cuentan con soluciones que no son verificables

Fuente: (Kutsch & Hall, 2010)

El conocimiento perfecto sobre el estado futuro de un ambiente, no es posible y el error siempre ocurrirá a pesar de los intentos de corrección a través de la clarificación y la exactitud. Por el contrario, el ignorar deliberadamente se define como irrelevancia que se puede manejar a través de la aplicación de mecanismos específicos de defensa. No es que la información falte o esté equivocada (error), sino que la presencia de cierta información en particular, no es considerada importante por las partes interesadas encargadas de la gestión de riesgos, en un contexto particular. Si bien los individuos tienen un control limitado sobre el grado de error, sí tienen un control importante en cuanto a las medidas que se eligen para considerar la información relacionada con el riesgo como irrelevante.

La primera y más evidente clase de irrelevancia es la fuera de contexto, que se refiere a la información que se declara 'de interés', lo que resulta en una limitación de la gama de información y los riesgos que los gerentes de proyectos consideran pertinentes para enfocarse. Parte de la literatura sobre la gestión del riesgo de los proyectos se refiere a lo fuera de contexto. Por ejemplo, (Margolis, 2003) argumenta: "los expertos en general aprenden a concentrarse en lo que es crítico según su experiencia, ignorando cualquier otra cosa".

Otro sub-concepto es el de tabú. Los tabúes reflejan una restricción moral y/o cautelar puesta en acción basada en lo que se considera inapropiado. El proceso de gestión de riesgos del proyecto requiere que el director del proyecto exponga los riesgos con el fin de analizarlos y responder a ellos. No obstante, la exposición también puede crear ansiedad entre las partes interesadas, y los pensamientos negativos pueden ser suprimidos. En un caso extremo, la exposición de los riesgos puede resultar en la cancelación del proyecto, debido a que las partes interesadas toman en cuenta nuevos riesgos y deciden no seguir adelante con un proyecto que ahora es percibido como demasiado arriesgado. Como resultado, los directores de proyecto pueden limitar el grado en el que se identifican nuevos riesgos. Los riesgos, aunque legítimos, pueden ser suprimidos durante la fase de identificación del riesgo y ser finalmente ignorados.

El último aspecto de la irrelevancia es la indecidibilidad. Esto se refiere a si la información se considera verdadera o falsa. Debido a la falta de datos estadísticos para predecir los riesgos futuros, los directores de proyectos a menudo se basan en estimaciones subjetivas. Sin embargo, otras partes interesadas pueden no confiar en la credibilidad de estas estimaciones. Por lo tanto, durante la fase de identificación y análisis del riesgo, los interesados pueden estar en desacuerdo sobre cuáles de los riesgos se consideran verdaderos, obteniendo como resultado de que algunos riesgos sean considerados como no pertinentes, quedando excluidos de cualquier gestión activa.

Pocos estudios han investigado este tipo de ignorancia, especialmente en el contexto de la gestión de proyectos. Aunque algunos estudios han intentado abordar la importancia de la deficiente toma de decisiones de manera intencionada por parte de los gerentes de proyectos encargados de la gestión del riesgo. La mayoría de la evidencia es descriptiva y está basada en supuestos y no en hallazgos empíricos. Por lo tanto, estos hallazgos carecen de relevancia teórica.

Como conclusión de este estudio, se tiene que la gestión de riesgos va más allá de la aplicación de las metodologías existentes para desarrollar esta importante tarea, sino que juega un papel fundamental la evaluación del director de proyecto y su capacidad de dejar a un lado sus prejuicios, e incluir todos los aspectos que podrían representar un peligro para la consecución de las metas del proyecto. A pesar de que diversas metodologías existentes, hacen un análisis exhaustivo de la forma en cómo se podría llevar a cabo una buena gestión del riesgo, el presentarse un sesgo en la identificación del mismo, podría generar una brecha negativa, que en el peor de los casos, impediría al proyecto cumplir con el objetivo principal para el cual fue concebido, con las consecuencias adversas que esto podría representar.

3.8 Evaluación de riesgos en el contexto de la gestión de proyectos de inversión

El Departamento de Ciencias Contables de la Universidad Federal de Rondonia (Brasil), desarrolló en 2015 un caso de estudio en conjunto con el Banco da Amazonia, con la finalidad de hacer un análisis de las metodologías utilizadas para el tratamiento de los riesgos asociados a proyectos de inversión, teniendo en cuenta que la financiación de un proyecto con un alto nivel de riesgo, que eventualmente fracase, podría llevar a que la entidad financiera incurra en pérdidas monetarias que afecten sus márgenes de desempeño.

Visualizando el riesgo en su sentido básico, como la posibilidad de pérdida financiera o, más formalmente, la variabilidad de los rendimientos asociados con un activo concreto, la toma de decisiones basada en el riesgo se presenta como una herramienta esencial para una gestión eficaz y eficiente de los proyectos, donde las actitudes de los tomadores de decisiones hacia los riesgos, juegan un papel muy importante, dado que ello permitirá hacer una gestión más eficaz de los mismos, o por el contrario incrementará la probabilidad de que estos se llegasen a presentar, tal como lo explica (Wang, 2011) en un estudio realizado en el sector de la construcción en China.

El proceso de evaluación de riesgos en proyectos de inversión puede definirse como compuesto de cinco etapas: estimar los flujos de efectivo futuros esperados para el proyecto (1); determinar la tasa de descuento (costo de oportunidad del capital) para descontar los flujos de efectivo futuros esperados (2); calcular los indicadores financieros, principalmente el Valor Presente Neto (VPN) de los flujos de efectivo futuros esperados (3); fijar el costo del proyecto y compararlo con el VPN de los flujos de efectivo del proyecto (4) y; tomar la decisión de invertir o no en el proyecto (5).

Además, el proceso de evaluación de riesgos de un proyecto de inversión suele realizarse a través de un análisis de sensibilidad y riesgo. Típicamente, en el análisis de sensibilidad y riesgo, es posible medir el impacto en los indicadores financieros, como el VPN y la Tasa Interna de Retorno (TIR), cuando varía un determinado parámetro relevante de la inversión. Entonces es

posible determinar el valor de cada parámetro estimado que redefine el VAN del proyecto, permitiendo la aceptación o rechazo del proyecto.

El punto de equilibrio de un proyecto de inversión es el nivel de producción y ventas para el cual el proyecto no produce beneficios ni pérdidas. El análisis del punto de equilibrio es un método relativamente simple, pero es importante y debe utilizarse para el análisis inicial de un proyecto de inversión en un contexto de incertidumbre (Jovanović, 1999).

El análisis de riesgo examina varios escenarios posibles, donde se considera una combinación dada de factores. Típicamente, el procedimiento de análisis de escenarios considera tres tipos de escenarios para el análisis de riesgo del proyecto: más probable, optimista y pesimista. El primer escenario es considerado, por especialistas en proyectos empresariales, el que utiliza el valor esperado o el valor más "representativo" para cada una de las estimaciones del proyecto. En el escenario optimista, ciertos parámetros de interés por parte del escenario base se incrementan en valor, mientras que lo contrario ocurre en el escenario pesimista, donde los valores disminuyen con respecto al escenario base (Junkes et al, 2015).

3.9 Artículo científico

Una vez recopilados y analizados los estudios, se redactó un artículo científico, en el que se hizo una descripción de la metodología empleada para la realización de esta revisión, así como los hallazgos obtenidos luego de su ejecución. Este artículo puede apreciarse en el Apéndice A en medio magnético.

4. Conclusiones

La identificación de los estudios, permitió obtener 883 resultados de la base de datos Scopus, de los cuales luego de aplicar los criterios de exclusión de acuerdo a su título y lo ajustado al objetivo de la investigación de la información contenida en su abstract, se encontró que 32 de ellos contaban con el rigor investigativo aceptable, credibilidad y relevancia para ser utilizado en la discusión y presentación de resultados.

Los estudios se enmarcaron en ocho grupos temáticos: el proceso general de gestión de riesgos; el impacto positivo de la aplicación de las estrategias de gestión de riesgos para un proyecto; las herramientas de análisis utilizadas comúnmente para la gestión del riesgo; el impacto del riesgo asociado a la resistencia al cambio; el estado de la gestión de riesgos para programas y portafolios de proyectos; la gestión de riesgos y la resistencia al cambio; los modelos de madurez para la gestión del riesgo; el rol de la ignorancia deliberada en la gestión de riesgos; y la evaluación de riesgos en el contexto de la gestión de proyectos de inversión. Cada uno de estos tópicos contribuye con importantes y muy útiles puntos de vista respecto a lo que debe ser llevado a cabo para aumentar las probabilidades de éxito de un proyecto, desde la óptica de la administración de los riesgos que lo puedan afectar, tanto positiva como negativamente.

La realización del proyecto presentó una restricción importante debido a que durante la búsqueda primaria de los estudios, a pesar de que algunos de estos cumplían con las condiciones de para ser incluidos en la investigación final debido a la importancia del tema que trataban, no pudieron descargarse debido a que los servicios de las bases de datos de la Universidad Industrial de Santander no cubrían su costo; por lo que fue necesario omitirlos y buscar otros que sí pudieran ser utilizados.

5. Recomendaciones

Dada la amplitud e importancia del tópico de gestión de riesgos en la dirección de proyectos, es importante que desde el grupo de investigación OPALO, se fomenten y apoyen iniciativas dirigidas a investigar acerca de las buenas prácticas para la gestión de riesgos implementadas en países desarrollados a nivel mundial en los diversos sectores productivos existentes Santander y Colombia, cuyos resultados puedan servir en un futuro para fortalecer la industria nacional.

Se recomienda a las directivas de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, el diseño de una asignatura electiva relacionada con la enseñanza de las metodologías de investigación para la realización de revisiones sistemáticas, teniendo en cuenta que esta es una herramienta eficaz para obtener nuevos conocimientos respecto a los diversos avances relacionados con el amplio temario de la Ingeniería Industrial, y que sería de gran utilidad para fortalecer las asignaturas existentes en el plan de estudios de la carrera y contribuir a la enseñanza de los estudiantes que se encuentran actualmente en formación.

Se recomienda a las directivas de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, el diseño de una asignatura electiva enfocada en la gestión de riesgos en la dirección de proyectos, dado que este tema es de vital relevancia para la correcta ejecución de un proyecto, y para la cual se cuenta con diversas técnicas de análisis tanto cualitativo como cuantitativo, que difícilmente podrán ser abordados en las sesiones de la asignatura de Gestión de Proyectos, dado el poco tiempo con el que se cuenta para tratar la amplia y variada temática que implica la formulación, evaluación y gerencia de un proyecto. Además de ello, permitirá dotar a los estudiantes de conocimientos que serán de gran utilidad durante su vida profesional, en caso de optar por la rama de gestión de proyectos, control de procesos y calidad.

Referencias bibliográficas

- Apostolopoulos, C., Halikias, G., Maroukian, K., & Tsaramirsis, G. (2016). Facilitating organisational decision making: A change risk assessment model case study. *Journal of Modelling in Management*, 11(2), 694-721. doi:10.1108/JM2-05-2014-0035
- Aramburu, C. Revisión sistemática y meta-análisis en seguridad y salud laboral (II): etapas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Departamento de Investigación e Información. N° 1042. España. 2015.
- Arto, K.A. (1997), “Fifteen years of project risk management applications where are we going?” *Proceedings of IPMA Symposium on Project Management, Helsinki*, pp. 17-19.
- Bakker, K. Does risk management contribute to IT project success? A meta-analysis of empirical evidence. *International Journal of Project Management* 28 (2010) 493–503
- Bannerman, P. Risk and risk management in software projects: A reassessment. *The Journal of Systems and Software* 81 (2008) 2118–2133
- Boehm BW. Software risk management: principles and practices. *IEEE Software* 1991;8:32-41.
- Boehm, B., Turner, R., 2003. Using risk to balance agile and plan-driven methods. *Computer* 36 (6), 57–66
- Bon-Gang Hwang a, Xianbo Zhao, Li Ping Toh. Risk management in small construction projects in Singapore: Status, barriers. and impact. *International Journal of Project Management* 32 (2014) 116–124

- Bowers, J Khorakian, A. (2014),"Integrating risk management in the innovation project", European Journal of Innovation Management, Vol. 17 Iss 1 pp. 25 – 40 . . [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/EJIM-01-2013-0010>
- Chapman C, Ward S. Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights. John Wiley, 1997.
- Charalampos Apostolopoulos George Halikias Krikor Maroukian Georgios Tsaramirsis, (2016),"Facilitating organisational decision making: a change risk assessment model case study", Journal of Modelling in Management, Vol. 11 Iss 2 pp. 694 – 721
- Charette, R. N., Software Engineering Risk Analysis and Management, Intertext Publications. McGraw-Hill, New York, 1989.
- Chow, T., Cao, D.-B., 2008. A survey study of critical success factors in agile software projects. J. Syst. Softw. 81 (6), 961–971
- Cooper, D. and Chapman, C., Risk Analysis for Large Projects: Models, Methods and Cases, Wiley,Chichester, 1987.
- Cruz, J. (2016),"Project risk planning in high-tech new product development", Academia Revista Latinoamericana de Administración, Vol. 29 Iss 2 pp. 110 – 124. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/ARLA-11-2015-0297>. Consultado en 30 de noviembre de 2016.
- David Tranfield, David Denyer and Palminder Smart. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. Advanced Management Research Centre (AMRC), Cranfield School of Management, Cranfield University. British Journal of Management, Vol. 14. 207-222 (2003).

- De Bakker, K., Boonstra, A., Wortmann, H., 2011. Risk management affecting IS/IT project success through communicative action. *Proj. Manag. J.* 42, 75–90
- De Bakker, K., Boonstra, A., Wortmann, H., 2012. Risk managements communicative effects influencing IT project success. *Int. J. Proj. Manag.* 30 (4), 444–457
- De Godoi Contessoto, A., Sant Ana, L. A., De Souza, R. C. G., Valêncio, C. R., Donegá, G. F., Amorim, A. R., & Esteca, A. M. N. (2016). Improving risk identification process in project management. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE, 2016-January 555-558. doi:10.18293/SEKE2016-180
- Dorofee AJ, Walker JA, Alberts CJ, Higuera RP, Murphy RL, Williams RC. Continuous Risk Management Guidebook. Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 1996
- Fairley R. Risk Management for Software Projects. *IEEE Software* 1994;5-67.
- Fan, M., Lin, N. P., & Sheu, C. (2008). Choosing a project risk-handling strategy: An analytical model. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 700–713.
- Frey, C.H., Patil, S.R., 2002. Identification and Review of Sensitivity Analysis Methods. North Carolina State University, Raleigh, NC.
- Griffith, A., Headley, J.D., 1997. Using a weighted score model as an aid to selecting procurement methods for small building works. *Construction Management & Economics* 15 (4), 341–348.
- H. Rakoto, P. Clermont, and L. Geneste, “Elaboration and exploitation of lessons learned,” in *Intelligent Information Processing*. Springer, 2002, pp. 297–300.

- Helliar CV, Lonie AA, Power DM, Sinclair CD. Managerial Attitudes to Risk: a comparison of Scottish chartered accountants and U.K. managers. *Journal of International Accounting, Auditing & Taxation* 2002, 11(2): 165-190.
- Hertz, D. B. and Thomas, H., *Risk Analysis and Its Application*, Wiley, Chichester, 1983.
- Hm Leung, Kb Chuah, Vm Rao Tummala. 1998. A Knowledge-based System for Identifying Potential Project Risks. *Omega, Int. J. Mgmt Sci.* Vol. 26, No. 5, pp. 623±638.
- Ho, S.S.M., Pike, R.H., 1992. Adoption of probabilistic risk analysis in capital budgeting and corporate investment. *Journal of Business Finance and Accounting* 19 (3), 387–405.
- Howard, R. & Serpell, A. (2012). Procurement management: analyzing key risk management factors. *RICS COBRA 2012*, September 11-13, Las Vegas, USA. 1461- 1469.
- Howell, D., Windahl, C., Seidel, R., 2010. A project contingency framework based on uncertainty and its consequences. *Int. J. Proj. Manag.* 28 (3), 256–264
- Hynuk Sanchez Benoit Robert Mario Bourgault Robert Pellerin, (2009), "Risk management applied to projects, programs, and portfolios", *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol. 2 Iss 1 pp.14 - 35
- Jovanović P. Application of sensitivity analysis in investment project evaluation under uncertainty and risk. *International Journal of Project Management* 1999; 17(4): 217–222.
- Junkes, B et al. The Importance of Risk Assessment in the Context of Investment Project Management: a Case Study. *Procedia*
- Kendrick, T. (2009), *Identifying and Managing Project Risk*, 2nd ed., Amacon, New York, NY.

Kerzner, H. (2000), *Applied Project Management*, Wiley Publications, New York, NY.

Klemetti, A., 2006. *Risk Management in Construction Project Networks*. Helsinki University of Technology, Helsinki.

Kliem RL, Ludin IS. *Reducing Project Risk*. Gower, 1997.

Kristensen, V., Aven, T. and Ford, D. (2006), “A new perspective on Renn and Klinke’s approach to risk evaluation and management”, *Reliability Engineering & System Safety*, Vol. 91 No. 4, pp. 421-32.

Kutsch, E. Hall, M. Deliberate ignorance in project risk management. *International Journal of Project Management* 28 (2010) 245–255.

Kwan, T.W., Leung, H.K.N., 2011. A risk management methodology for project risk dependencies. *IEEE Trans. Softw. Eng.* 37, 635–645

Lewin, K. *Frontiers in group dynamics: concept method and reality in social science; social equilibria and social change*. *Hum. Relations* 1, 5–41. 1947

Lyytinen, K., Robey, D., 1999. Learning failure in information systems development. *Information Systems Journal* 9 (2), 85–101.

Manktelow J. *Risk Analysis Risk analysis and risk management: evaluating and managing risks* 2015.

Manotas-Niño, V et al. *Towards a Model of Integration between Risk Management and Lesson Learning System for Project Management*. Université de Toulouse, Universidad de La Sabana. Presented at the 6th IESM Conference, October 2015, Seville, Spain. 2015.

Margolis, H. *Dealing with Risk*. The University of Chicago Press, London. 2003.

Maylor, H., Vidgen, R., Carver, S., 2008. Managerial complexity in project based operations: a grounded model and its implications for practice. *Proj Manag. J.* 39 (S1), 15–26

Maytorena, E., Winch, G.M., Freeman, J., Kiely, T., 2007. The influence of experience and information search styles on project risk identification performance. *IEEE Trans. Eng. Manag.* 54 (2), 315–326

Miller, R, Lessard, D. Understanding and managing risks in large engineering projects. Volume 19, Issue 8, November 2001, Pages 437–443

Mills, A., 2001. A systematic approach to risk management for construction. *Structural Survey* 19 (5), 245–252.

Mok, C.K., Tummala, V.M.R., Leung, H.M., 1997. Practices, barriers and benefits of risk management process in building services cost estimation. *Construction Management and Economics* 15 (2), 161–175.

Mubarak, S., 2010. *Construction Project Scheduling and Control*. John Wiley & Sons, New York, NY.

Olsson, R., 2008. Risk management in a multi-project environment: an approach to manage portfolio risks. *International Journal of Quality & Reliability Management* 25 (1), 60–71

P.C. Teoh, Keith Case. Failure modes and effects analysis through knowledge modeling. *Journal of Materials Processing Technology* 153(1):253-260 · November 2004

- Parsons-Hann, H., Liu, K., 2005. Measuring requirement complexity to increase the probability of project success. Proceedings of the International Conference on Enterprise Information Systems, pp. 434–438.
- Pennypacker, J.S., Dye, L.D., 2002. Managing multiple projects: planning, scheduling, and allocating resources for competitive advantage. Marcel Dekker.
- PMI. A Guide to the Project Management Body Of Knowledge. Project Management Institute, 130 South State Road, Upper Darby, 1996.
- Project Management Institute. Guía de los Fundamentos para la Gestión de Proyectos. Guía del PMBOK. 5ª Edición. Pennsylvania.PMI.2013.
- Raz, T. Use and benefits of tools for project risk management. International Journal of Project Management 19 (2001) 9±17
- Rodrigues-da-Silva, L. The project risk management process, a preliminary study. Procedia Technology 16 (2014) 943 – 949
- Royer, P.S., 2000. Risk management: the undiscovered dimension of project management. Proj. Manag. J. 14 (9), 31–39
- Schmidt, R., Lyytinen, K., Keil, M., Cule, P., 2001. Identifying software project risks: an international Delphi study. Journal of Management Information Systems 17 (4), 5–36.
- Serpella, F et al. Risk management in construction projects: a knowledge-based approach. Procedia - Social and Behavioral Sciences 119 (2014) 653 – 662
- Simon L.R. Vrhovec et al. Diagnosing organizational risks in software projects: Stakeholder resistance. International Journal of Project Management 33 (2015) 1262–1273

- Smith, G.R., Bohn, C.M., 1999. Small to medium contractor contingency and assumption of risk. *Journal of Construction Engineering Management* 125 (2), 101–109.
- Smithson, M. *Ignorance and Uncertainty*. Springer-Verlag, New York. 1989
- Teller, J. Kock, A. An empirical investigation on how portfolio risk management influences project portfolio success. *International Journal of Project Management* 31 (2013) 817–829
- Thunnissen, D.P., 2003. Uncertainty classification for the design and development of complex systems. 3rd Annual Predictive Methods Conference, Newport Beach, CA.
- Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K. (2005), *Managing Innovation*, 3rd ed., Wiley, Sussex.
- Turner, J.R., Cochrane, R.A., 1993. Goals-and-methods matrix: coping with projects with ill defined goals and/or methods of achieving them. *International Journal of Project Management* 11 (2), 93–102.
- Vidal, L.A., Marle, F., 2008. Understanding project complexity: implications on project management. *Kybernetes* 37 (8), 1094–1110
- Wang J, Yuan H. Factors affecting contractors' risk attitudes in construction projects: Case study from China. *International Journal of Project Management* 2011, 29: 209–219.
- Williams TM. A classified bibliography of recent research relating to project risk management. *European Journal of Operational Research* 1995;85:18±38.
- Worthington, W.J., Collins, J.D. and Hitt, M.A. (2009), “Beyond risk mitigation: enhancing corporate innovation with scenario planning”, *Business Horizons*, Vol. 52 No. 5, pp. 441-450.
- Yim, R et al. A study of the impact of project classification on project risk indicators. *International Journal of Project Management* 33 (2015) 863–876

Zhang, Y., & Fan, Z. -. (2014). An optimization method for selecting project risk response strategies. *International Journal of Project Management*, 32(3), 412-422. doi:10.1016/j.ijproman.2013.06.006

Zhi-Ping Fan, Yong-Hai Li, Yao Zhang. Generating project risk response strategies based on CBR: A case study. *Expert Systems with Applications* 42 (2015) 2870–2883

Zou, P. X. W., Zhang, G., & Wang, J. (2007). Understanding the key risks in construction projects in China. *International Journal of Project Management*, 25(6), 601–614.

Apéndices

Ver apéndices adjuntos en el Cd y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca

Apéndice A. Artículo científico (Ver CD)