



**Universidad Nacional Autónoma de México  
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**“Propuesta de modelo para la Administración de Riesgos en  
Proyectos de Innovación”**

**T e s i s**

Que para optar por el grado de:

**Maestro en Administración  
Campo de Conocimiento Tecnología**

Presenta:

**Selene Martínez Beltrán**

Tutor:

**MA. María del Rocío Huitrón Hernández  
Facultad de Contaduría y Administración**

**Ciudad de México, a 23 de enero 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# Índice de contenido

Introducción .....	3
Capítulo 1. Antecedentes y marco teórico.....	6
Antecedentes .....	6
Administración de Proyectos .....	9
Áreas del conocimiento de la Administración de Proyectos .....	10
Capítulo 2. Administración de Riesgos y Proyectos de Innovación .....	23
Administración de Riesgos .....	23
Modelos de Administración de Riesgos .....	28
Proceso de Administración de Riesgos.....	32
Proyectos de innovación .....	45
Capítulo 3. Estructura Desglosada del Riesgo (RBS) .....	51
Ventajas y área de oportunidad.....	56
RBS y otras estructuras desglosadas.....	58
Enfoques de la Risk Breakdown Structure (RBS).....	63
Risk Breakdown Structure e innovación.....	69
Capítulo 4. Metodología .....	74
Planteamiento del problema.....	74
Preguntas de investigación .....	75
Objetivos de la investigación .....	76
Supuestos .....	76
Taxonomía del estudio .....	77
Capítulo 5. Propuesta de modelo.....	79
Descripción del modelo.....	79
Ejemplo de caso .....	92
Conclusiones .....	116
Referencias .....	121
Glosario de términos.....	129
Anexos .....	130
Anexo 1. Propuesta de RBS.....	130

## Índice de tablas

Tabla 1. Influencia de las áreas del conocimiento en el éxito de los proyectos .....	22
Tabla 2. Revisión literaria de las definiciones de riesgo. ....	23
Tabla 3. Resumen de las herramientas y técnicas discutidas en estudios previos en la literatura.....	27
Tabla 4. Modelos de Administración de Riesgos y sus fases .....	28
Tabla 5. Proceso de Administración de Riesgos .....	32
Tabla 6. Herramientas para evaluar riesgos (elaboración propia) .....	38
Tabla 7. Escala de probabilidad del riesgo.....	40
Tabla 8. Escala de impacto del riesgo .....	40
Tabla 9. Ejemplo del formato de una RBS .....	53
Tabla 10. Estudios previos para categorizar al riesgo .....	55
Tabla 11. Matriz desglosada del riesgo.....	60
Tabla 12. Estructura Desglosada del Impacto del Riesgo (RIBS) .....	62
Tabla 13. RBS para proyectos genéricos.....	65
Tabla 14. Matriz Híbrida RBM.....	69
Tabla 15. Principales riesgos asociados con proyectos de Innovación de Tecnologías de Información (TI) .....	71
Tabla 16. Propuesta de RBS para proyectos de innovación .....	81
Tabla 17. Tabla de dos escalas (probabilidad e impacto) para evaluar riesgos.....	86
Tabla 18. Evaluación de riesgos .....	88
Tabla 19. Puntuaciones equivalentes ( $\alpha = 0.8$ ) .....	89
Tabla 20. Acciones de tratamiento y frecuencia de revisión de riesgos .....	90
Tabla 21. Crecimiento del número de cursos registrados en el DLS RMIT .....	97
Tabla 22. Estimación de incertidumbre para la implementación del DLS .....	100
Tabla 23. Índices de incertidumbre por factor .....	101
Tabla 24. RBS en forma de lista para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT.....	103
Tabla 25. Matriz RBS x OBS para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT .....	106
Tabla 26. Evaluación de riesgos para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT.....	107
Tabla 27. Puntuaciones equivalentes ( $\alpha = 0.9$ ) para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT .....	109
Tabla 28. Riesgos con mayor Puntaje Medio Final (PMF) para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT .....	110
Tabla 29. Riesgos con Puntaje Medio/Bajo Final (PMF) moderado para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT .....	112
Tabla 30. Riesgos con menor Puntaje Medio Final (PMF) para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT .....	113

## Índice de figuras

Figura 1. Proceso de desarrollo de una base de datos de riesgos.....	36
Figura 2. Proceso de desarrollo de una base de datos de riesgos.....	44
Figura 3. Clasificación de la innovación.....	47
Figura 4. Proceso de innovación.....	48
Figura 5. Filtro de buenas y malas ideas.....	49
Figura 6. Ejemplo de la estructura de una RBS.....	54
Figura 7. Pirámide del riesgo.....	59
Figura 8. Modelo de integración WBS-RBS.....	63
Figura 9. Técnica de Riesgos basada en el Diagrama Visual de Ishikawa (VIRT).....	68
Figura 10. Modelo propuesto para la Administración de Riesgos en los Proyectos de Innovación.....	79
Figura 11. Matriz RBS x OBS.....	82
Figura 12. Matriz RBS x CBS.....	83
Figura 13. Matriz RBS x OBS x CBS.....	84
Figura 14. Matriz RBS x OBS x CBS x WBS.....	85
Figura 15. Ejemplo de RBS con atributos del riesgo (elaboración propia).....	91
Figura 16. Modelo de la Base de conocimiento (elaboración propia).....	91
Figura 17. Organigrama RMIT para 1999.....	95
Figura 18. RBS en forma de esquema para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT (elaboración propia).....	104

# Propuesta de modelo para la Administración de Riesgos en Proyectos de Innovación

## Introducción

El Project Management Institute (2009, p.5) sugiere que los riesgos no evaluados no pueden ser manejados, por lo que la Administración de Riesgos exitosa y efectiva requiere una clara comprensión del riesgo y de todos sus elementos. La Estructura Desglosada de Riesgos (RBS por sus siglas en inglés) se propone como una alternativa de aquellas herramientas comunes que solo muestran el riesgo en un solo nivel, ya que estas, muchas veces, no proporcionan información útil para la toma de decisiones (Hillson 2002)

Esa es la importancia de arreglar el riesgo en tantos niveles como sean necesarios siguiendo una estructura que proporcione la flexibilidad necesaria para realizar diferentes tipos de análisis (de los Ángeles López et al., 2014, p.68). En otras palabras, el RBS facilita la comprensión de las tareas, la identificación y la evaluación del riesgo, garantizando la cobertura de todas las fuentes, indicando aquellas que son críticas para ser manejadas exhaustivamente; la RBS también tiene desventajas, sin embargo, es una herramienta flexible que aún está siendo estudiada y mejorada.

El riesgo puede ser encontrado en todos los proyectos, pero es especialmente importante en la innovación donde existe un nivel alto de fallo (Simon, 2009 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014): 35% de los proyectos de innovación fallan comercialmente, representado el 45% del gasto en nuevos productos (Halman y Keizer, 1994 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014). Ozer (2006 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014) señala que en algunos países industrializados la tasa de éxito de los nuevos productos es del 15% y entre los países en desarrollo, como Hong Kong, es sólo el 2%.

Así, la presente investigación busca elaborar un modelo que mejore y facilite la Administración de Riesgos en proyectos de innovación tomando como base la herramienta RBS, a través del análisis bibliográfico para comprender su utilidad,

importancia y aplicación en proyectos para la Administración de Riesgos. Para el logro de este propósito la investigación se desarrollará dentro de cuatro capítulos:

**Capítulo I.** Este capítulo establecerá un panorama general de la Administración de Proyectos, así como los conceptos generales, contemplando áreas como: alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicación, adquisiciones, interesados, etc. Todo ello, con el fin de facilitar el entendimiento de la relación de la Administración de Riesgos y de las diferentes Estructuras desglosadas dentro de la Administración de Proyectos.

**Capítulo II.** Se definirán los conceptos y características generales del riesgo y la Administración de Riesgos en los proyectos, modelos, así como las herramientas existentes en esta área y el proceso básico que se debe seguir para efectuar esta función. Se mencionará de manera general las herramientas que la propuesta de modelo abordará y la relación de la Administración de Proyectos de Innovación con la Administración de Riesgos.

**Capítulo III.** Se describirán los fundamentos y características generales de la RBS, las ventajas que puede generar su uso en la Administración de Riesgos y sus áreas de oportunidades. Se detallarán las características de otras estructuras desglosadas existentes y su aplicación dentro de la Administración de Riesgos en los proyectos. Así también, se describirán los enfoques de Administración de Riesgos usando RBS que los autores han desarrollado incluyendo aquel relacionado con la Administración de Proyectos de Innovación.

**Capítulo IV.** Se definirá y describirá el conjunto de procedimientos y técnicas que serán aplicadas en la realización del presente estudio para recabar, ordenar y analizar los datos obtenidos; con el fin de otorgarle validez y rigor científico a los resultados de la investigación.

**Capítulo V.** Se establecerán las fases del modelo propuesto y se detallarán las características y el uso de cada una de las herramientas que se emplearán en el modelo propuesto y su aplicación en la Administración de Riesgos de los proyectos

de tecnologías de la información. Se utilizará un caso de estudio documentado de un proyecto de innovación para su análisis.

# Capítulo 1. Antecedentes y marco teórico

## Antecedentes

Desde el inicio de la civilización la Administración de Proyectos ha existido, empleándose en diferentes áreas de la vida humana; ejemplificando lo anterior tenemos la construcción de la Gran Pirámide de Giza, de la cual habla Duncan Haughey (2012, p. 1), en su artículo *Breve historia sobre la Administración de Proyectos*, lo siguiente:

Los faraones construyeron las pirámides y actualmente los arqueólogos todavía discuten acerca de cómo lograron esta hazaña. Registros antiguos muestran que hubo gerentes para cada una de las cuatro caras de la Gran Pirámide, responsables de supervisar su terminación. Realmente sabemos que hubo algún grado de planificación, ejecución y control implicado en el manejo de este proyecto.

De igual forma, tenemos como otro ejemplo relevante la construcción de la muralla China de la cual, Haughey (2012, p. 2) describe que:

Desde la Dinastía Qin (221-206 a.C.), el levantamiento de la Gran Muralla ha sido un proyecto muy grande. De acuerdo a datos históricos, la fuerza de trabajo fue organizada en tres grupos: soldados, gente común y criminales. El Emperador Qin Shihuang ordenó a millones de personas para finalizar este proyecto.

Con la llegada de la Revolución Industrial y la automatización, todo empezó a producirse a gran escala y las empresas se expandieron. La habilidad de administrar proyectos (presupuestos, adquisiciones y trabajo) fue crucial y motivó a investigar nuevos métodos para optimizar el trabajo.

Es así como la Administración de Proyectos ha sido aplicada informalmente a través de la historia de la humanidad, sin embargo, a mediados del siglo XX comenzó a

emerger como una profesión hasta llegar a tener un cúmulo de conocimientos, habilidades y herramientas.

Se debe puntualizar que, después de la Segunda Guerra Mundial, los Estados Unidos entraron a la guerra fría, para ganar esta guerra, ellos tenían que competir en la carrera armamentista, cuyo objetivo principal era construir armas de destrucción masiva. El vencedor en esta guerra podía vengarse con fuerza y doblegar al enemigo, para esto el departamento de defensa de los estados Unidos empezó a preocuparse por controlar sus proyectos de construcción de armas y asignó a una sola persona como responsable del proyecto en todas sus fases y único contacto para dar avances del mismo, de esta manera surge el concepto de Administración de Proyectos (Kerzner, 2003).

La década de los 50s marcó el inicio de la era de la Administración de Proyectos moderna, con la llegada de avances tecnológicos como la primera copiadora de papel normal automática de Xerox en 1959. Entre 1956 y 1958 varias herramientas de Administración de Proyectos básicos incluyendo CPM y PERT se introdujeron. Igualmente, la evolución de la tecnología informática ha facilitado la aparición de varias compañías de software de Administración de Proyectos, entre ellos, Artemisa (1977), Oracle (1977), y Scitor Corporation (1979). En 1970 fueron introducidas otras herramientas de Administración de Proyectos, tales como planificación de necesidades de materiales (MRP).

La Administración de Proyectos nació como una necesidad de proporcionar una estructura y método a una actividad que data desde el inicio de la civilización, buscando administrar de una forma más eficaz los proyectos y alinear las prácticas a las exigencias de un ambiente cada vez más retador, desarrollándose a la par de la tecnología, por ejemplo, con el Internet. La Administración de Proyectos ha evolucionado en un medio cambiante con el objetivo de minimizar o explotar los riesgos internos y externos y garantizar una mayor probabilidad de éxito del proyecto.

Así, existen diversas técnicas de aplicación en el análisis de los riesgos; una de ellas, conocida como Estructura Desglosada del Riesgo (Risk Breakdown Structure

- RBS), es de gran utilidad porque representa una estructura jerárquica de las fuentes de riesgo del proyecto; es decir, es una agrupación orientada a la fuente de los riesgos del proyecto, que organiza y define el total de los riesgos a los cuales está expuesto el proyecto. Cada nivel descendente representa un incremento de la definición detallada de las fuentes de riesgo del proyecto.

En otras palabras, la RBS es una herramienta importante dentro de la Administración de Riesgos ya que, puede ser usada para estructurar y guiar el proceso de la Administración de Riesgos permitiendo conocer qué áreas del proyecto requerirán atención especial, además, es una técnica de aplicación general que proporciona una estructura que garantiza un proceso completo de identificación sistemática de los riesgos con un nivel de detalle uniforme, y contribuye a la efectividad y calidad de la identificación de riesgos (Inteco, 2008).

Así también, es posible utilizar otras estructuras jerárquicas como la Estructura Desglosada del Trabajo (Work Breakdown Structure - WBS), Estructura Desglosada de los Recursos (Organizational Breakdown Structure - OBS) y Estructura Desglosada del Costo (Cost Breakdown Structure - CBS), para potencializar las ventajas de la RBS. De manera general, la estructura WBS es útil para identificar las áreas del proyecto más afectadas, con la OBS es posible reconocer los propietarios de los riesgos identificados, y la CBS se puede utilizar para analizar el posible impacto de los riesgos en el costo planeado. Por ello, se buscará plantear un modelo que ayude a integrar los beneficios de las estructuras desglosadas relativas a un proyecto.

El conocimiento de la forma de emplear la RBS conjuntamente con las demás estructuras jerárquicas es de interés de empresas cuyo negocio medular se enfoca en la Administración de Proyectos, de los Administradores de Proyectos y su equipo, de profesionistas que están iniciando su carrera en esta área, de estudiantes, y en general de empresas, instituciones y personas que emprenderán o han emprendido un proyecto; permitiéndoles gestionar de una forma más adecuada los proyectos, al brindar una herramienta estándar y de fácil uso para detectar y analiza los riesgos.

## Administración de Proyectos

“Un proyecto es un esfuerzo temporal realizado para crear un producto, servicio o resultado único” (Gray & Larson, 2011, p. 5), por lo tanto, los proyectos tienen una serie de características principales: cuentan con un objetivo definido y una fecha de término, requieren de la combinación de una variedad de esfuerzos de especialistas representando un trabajo no rutinario con algunos elementos únicos, y los requisitos específicos de tiempo, costo y rendimiento vinculan proyectos (Gray & Larson, 2011).

La naturaleza única de los proyectos se puede ilustrar en términos de su ciclo de vida; existen diferentes modelos del ciclo de vida del proyecto en la literatura, no obstante, todos tienen la característica de servir como piedra angular para administrar los proyectos y encontrar variaciones (Gray & Larson, 2011). Típicamente cualquier proyecto pasa por cuatro etapas principales (PMI, 2013):

- Fase de definición: en esta etapa se definen las especificaciones del proyecto, los objetivos también son establecidos, los equipos formados, y las responsabilidades asignadas.
- Fase de planeación: se desarrollan los planes del proyecto para determinar las implicaciones del proyecto, el cronograma, los interesados, el nivel de calidad, el presupuesto y los posibles riesgos a enfrentar.
- Fase de ejecución: la mayor parte del trabajo se desarrolla en esta etapa, se produce los entregables y se mide el desempeño.
- Fase de cierre: se entregan los productos finales al cliente, se regresan los recursos del proyecto y se revisa el desempeño.

En la actualidad este ciclo de vida se ha visto reducido, lo que ha inducido a requerir cada vez más de la Administración de Proyectos que se puede definir como “el conjunto de valores, principios, procesos y técnicas – gobernabilidad – que son usadas por el equipo que administra el proyecto (no solo por el administrador de proyecto) para entregar un proyecto exitoso” (Roberts, 2011, p. 15). Bajo este criterio, es indispensable conocer la forma de evaluar el éxito de un proyecto; la literatura propone el Triángulo de la Administración de Proyectos (también llamado

*Iron Triangle* o *Triple Constraints*) el cual es asociado con la habilidad del Administrador de Proyectos para entregar resultados de acuerdo al alcance, en tiempo, dentro de presupuesto con la calidad adecuada (IPMA, 2006 como se cita en Ogunlana, 2010).

Cooke-Davies (2002) investigó los factores que hacen a un proyecto exitoso; a partir de analizar a detalle de 136 proyectos europeos realizados entre 1994 y 2000 de un total de 23 organizaciones y considerando las variables desempeño, tiempo y costo, encontraron que para la correlación tiempo-desempeño los factores de éxito son: una adecuada educación en toda la compañía sobre los conceptos de Administración de Riesgos, madurez de la organización para asignar responsables de los riesgos, mantenimiento de un adecuado registro de riesgo, adecuado plan de Administración de Riesgos con actualización periódica, adecuada documentación de las responsabilidades organizacionales del proyecto y mantenimiento del proyecto con una duración inferior a 3 años (1 si es posible). Para el caso de la correlación costo-desempeño los factores fueron: permitir cambios al alcance solo si existe un proceso de cambios maduro y mantener la integridad de la línea base de la medición del desempeño.

### **Áreas del conocimiento de la Administración de Proyectos**

El PMI (2013) propone un conjunto de actividades necesarias para la Administración de Proyectos que se encuadran dentro de una de las 10 áreas de conocimiento: integración, alcance, plazos, costos, calidad, recursos humanos, comunicación, riesgos, adquisiciones e interesados (*stakeholders*); estas áreas serán analizadas dentro del presente capítulo, exceptuando aquella relacionada con el riesgo, la cual será estudiada a detalle en el Capítulo 2.

### **Administración de la integración del proyecto**

La Administración de Proyectos tiene como una de sus principales actividades, el conjuntar cada una de las partes de un proyecto en un todo sinérgico y sistémico. La integración, inicia desde la alineación de los planes estratégicos organizacionales a fin de que contribuyan al logro de los objetivos generales. Es

decir, los enlaces para la integración comprenden el proceso de selección de proyectos que apoyen a mejorar de la mejor manera la estrategia de una organización particular (Gray & Larson, 2009).

De manera específica se dice que la Administración de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos (PMI, 2013). Fue añadida como la novena área del conocimiento en la edición del año 2000 del PMBOK Guide como área del conocimiento (Dinsmore & Cabanis-Brewin, 2011).

Los administradores de proyectos deben conocer la forma de incorporar los diferentes procesos que el desarrollo de un proyecto implica; tener una visión conjunta de todas las partes del mismo, saber el por qué se emprende el proyecto, las necesidades que éste cubre, quiénes estarán involucrados, sus líneas de comunicación y en qué fases del proyecto participarán, cuál es la inversión requerida, cuándo se iniciará el esfuerzo, los requisitos mínimos de aceptación del bien o servicio (calidad), así como conocer las posibles situaciones que pueden llegar a afectar de manera positiva o negativa el desempeño del mismo.

### **Administración del Alcance del Proyecto**

Una efectiva determinación del alcance de un proyecto es tanto un arte como una ciencia. Hay un gran número de herramientas, plantillas y procesos que pueden ser usados durante la determinación del esfuerzo del alcance. Esta es la ciencia del alcance. Conocer al cliente, el ambiente de la empresa, y el clima de mercado y cómo adaptar las herramientas, plantillas y procesos a ello es el arte del alcance. Virtualmente todo esfuerzo del alcance incluye una iteración y colaboración entre el cliente quien está requiriendo un servicio o producto y el Director del proyecto quien provee el servicio o producto. Esa colaboración puede ser muy informal o muy formal. Pero en ambos casos, un documento es preparado para que pregunte y responda: ¿qué se necesita hacer? Y ¿cómo sabes que harás eso? La naturaleza

de esa relación contribuirá a saber cómo el esfuerzo del alcance procederá y cuán exitoso es probable que sea (Wysocki, 2009).

Es decir, el alcance del proyecto define lo que se debe hacer. Es todo el trabajo que debe realizarse para producir todos los entregables del proyecto y que el patrocinador o cliente esté convencido de que todo el trabajo y los entregables cumplen con los requerimientos o con los criterios de aceptación y logran el objetivo del proyecto. El equipo de proyecto o contratista preparan un documento de alcance del proyecto que incluye muchos de los elementos contenidos en la cédula del proyecto, en la solicitud de propuesta o la propuesta del contratista, pero con mayor detalle (Gido & Clements, 2012). Existen dos tipos de alcance:

- Alcance del producto. Las características y funciones que definen un producto, servicio o resultado.
- Alcance del proyecto. El trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las características y funciones especificadas.

El plan para la Administración del Alcance es un componente para la dirección del proyecto o programa que describe cómo será definido, desarrollado, monitoreado, controlado y verificado el alcance (PMI, 2013). Una de las principales herramientas para administrar esta etapa es la Estructura Desglosada del Trabajo (WBS por sus siglas en inglés).

La WBS es una descomposición lógica del trabajo a realizar y se centra en cómo el producto, servicio o resultado se subdividen naturalmente. Es un resumen del trabajo que se va a realizar. El desarrollo de un WBS requiere el conocimiento de cómo los componentes entregables o salidas de los procesos serán ensambladas para formar el producto final o conocimiento de cuáles son las mejores áreas del trabajo.

La WBS es una especie de organigrama jerárquico del proyecto donde se subdivide el mismo en menores componentes, es decir, se subdivide el proyecto en piezas

más pequeñas llamadas elementos de trabajo. Así una WBS incluye todas las actividades específicas que se deben realizar para producir el entregable asociado con dicho paquete (Gido & Clements, 2012).

### **Administración del Tiempo del Proyecto**

El tiempo es el único recurso irremplazable. Todos los demás recursos –dinero, esfuerzo, información- son reemplazables. El tiempo no lo es. La Administración del Tiempo incluye procesos requeridos para manejar la terminación oportuna del proyecto. Incluye determinar las fechas de entrega e hitos, tomando en consideración todas las restricciones.

Esta área del conocimiento es muchas veces vista como la disciplina central de la Administración de Proyectos y algunos softwares se enfocan casi exclusivamente a este aspecto. Este grupo de procesos es un camino lógico para tomar el Plan del proyecto y crear secuencias a un cronograma para producir los entregables. Es requerido a través de todas las fases del ciclo de vida del proyecto. Generalmente hablando, el nivel de detalle requerido es proporcional al nivel de riesgo e incertidumbre asociado con la actividad (Team FME, 2014). Incluye procesos para gestionar la terminación en plazo del proyecto.

Las primeras etapas de un proyecto son críticas para aprender acerca de las personas involucradas, tanto las partes interesadas y los miembros del equipo del proyecto; así como entender los problemas que existen y los resultados esperados del proyecto. Estos pasos son precursores para definir las actividades.

Para los pasos descritos en el estándar PMI bajo el título Definir las actividades, se debe tener una comprensión clara de las actividades que se describen en la Estructura de Desglose del Trabajo (WBS por siglas en inglés). Esto se volverá importante para identificar las interdependencias entre las actividades, así como el tipo de recursos que deben asignarse a cada una de las actividades. Se debe comenzar desde el principio, no el final, y resistir la tentación de centrarse demasiado en las fechas. Aunque más tarde será necesario volver y mirar cómo el plan *realista* se adapta a las necesidades de la empresa, en esta etapa, es

importante saber lo que la gente cree que son las tareas necesarias para la finalización del proyecto (Dinsmore & Cabanis-Brewin, 2011).

Después de desarrollar una comprensión de lo que hay que hacer para que su proyecto sea un éxito, el siguiente paso es la comprensión de las dependencias entre las actividades. Un diagrama de la red (que se pueden crear en una herramienta de programación tales como MS Project) muestra visualmente cómo el trabajo en un proyecto se une (Dinsmore & Cabanis-Brewin, 2011).

No se puede crear un plan sin tener en cuenta el aspecto más importante: las personas. Para cada actividad definida, el director del proyecto tendrá que entender el tipo (s) y cantidad de cada conjunto de habilidades necesarias. Por lo general, el proceso Estimación de actividades se refiere principalmente a los recursos humanos del proyecto de equipo, pero también podría referirse a los recursos del equipo. Se necesitan tres piezas de información para desarrollar un horario: Las actividades reales, la estimación de recursos (sabiendo que va a trabajar en esas actividades), y la duración de las actividades (Dinsmore & Cabanis-Brewin, 2011).

Estimar la Duración de las Actividades no es una tarea de una sola vez. Se debe planificar para realizar este ejercicio de forma iterativa, en los puntos clave en el proyecto, a lo que el PMI (2013) se refiere como *progresiva elaboración*. Esto simplemente significa que a medida que se aprende más sobre *lo que* se está construyendo (Requisitos) y *cómo* se está construyendo (Diseño), el Director del proyecto será capaz de refinar estas estimaciones y definir además una línea de tiempo que es más precisa y más alcanzable (Dinsmore & Cabanis-Brewin, 2011).

Se debe recordar que el cronograma está destinado a ser actualizado y perfeccionado a lo largo del proyecto. Esta primera iteración se convertirá en la línea base del proyecto. A menos que algo importante en el proyecto haga que se replantee y cambie, esta línea de base se convertirá en un indicador para medir el progreso del proyecto.

Al crear el cronograma, se debe comenzar con los hitos externos e internos. Todas las actividades deben apoyar estos hitos. A continuación, se ejecutan las actividades asegurándose de crear correctamente el Resumen del Nivel de Tareas. El resumen del nivel de agrupaciones se realiza mejor por subequipo, incluso si no fluye cronológicamente. Esto hará que sea más fácil para los subequipos encontrar rápidamente las actividades relacionadas con ellos y para gestionar el seguimiento de las actividades interrelacionadas (Dinsmore & Cabanis-Brewin, 2011).

### **Administración del Costo del Proyecto**

La Administración del Costo de un proyecto es también otra función importante dentro de la Administración de Proyectos, ya que, de ella dependen actividades como el elaborar el Cronograma, el Plan de Recursos Humanos, el Alcance del Proyecto, etc. La palabra costo se refiere al valor monetario de los recursos que se entregan o prometen entregar a cambio de bienes y servicios que se adquieren (García, 2008).

La Administración de Costos del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado (PMI, 2013). Los cuatro procesos principales son: a) Planificar los costos, b) Estimar los costos, c) Determinar el presupuesto, y d) Controlar los costos.

Planificar la Administración de los Costos es el proceso que establecen las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, gestionar, ejecutar el gasto y controlar los costos del proyecto (PMI, 2013).

La Administración de Costos del proyecto debe considerar las necesidades de los interesados, ya que *diferentes interesados medirán los Costos de diferentes formas y en diferentes momentos*. A la hora de desarrollar este proceso se deben dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se hará para planificar los costos del proyecto?

- ¿Cómo se va a administrar efectivamente el proyecto de acuerdo con la línea base de costos?
- ¿Cómo se va a controlar los costos?
- ¿Cómo se va a gestionar las variaciones de costos?

Como se explicó en la sección de Administración del Tiempo, la tarea de elaborar estimaciones de tiempo y la creación de la WBS están ampliamente relacionadas, no solo con la creación del cronograma sino también con la función de determinar el presupuesto. El PMI (2013) provee una definición y describe diferentes tipos de estimaciones dentro de las áreas del conocimiento de un proyecto, por ejemplo, la estimación de la duración de las actividades dentro de la Administración del Tiempo del proyecto, y la estimación de costos dentro de la Administración de Costos de proyecto.

Estimar muchas veces puede tornarse una actividad compleja de realizar, existen muchas causas de una estimación pobre. En ocasiones juicios técnicos pobres son realizados por la inestabilidad de los requerimientos de nueva tecnología. El trabajo que conlleva nueva tecnología es siempre difícil de estimar con precisión debido a la falta de referencias históricas. Los estimadores también pueden no tener la experiencia necesaria en un área particular.

Por otro lado, cuando un proyecto está siendo elaborado por un cliente externo, una estimación baja intencional puede ser efectuada buscando recibir el beneficio del contrato. Si los requerimientos no están totalmente definidos o aceptados desde el inicio, puede ser muy difícil estimar aspectos del proyecto con precisión. En algunos proyectos, cuando los cambios no son controlados, no se ajusta la línea base cuando suceden los cambios. Por esta razón, proveer estimaciones imprecisas o no estimar dará como resultado, probablemente, mayores problemas en el proyecto (Taylor, 2008, p. 45).

Parte importante de esta área es conocer el desempeño del presupuesto, es decir, comparar la situación actual con el plan de trabajo, y descubrir si los recursos invertidos están contribuyendo a generar los resultados deseados. En otras palabras, busca las causas de las variaciones positivas y negativas, y forma parte del Control Integrado de Cambios. Durante el proceso de controlar los costos del proyecto se llevan a cabo acciones tales como:

- Gestionar e influir sobre los cambios
- Sugerir periódicamente los avances de costos del proyecto
- Verificar que los desembolsos no excedan la financiación autorizada
- Asegurar la utilización del control integrado de cambios
- Informar los cambios aprobados a los interesados en tiempo y forma

### **Administración de la Calidad del Proyecto**

El principal objetivo de la empresa debe ser permanecer en el mercado, proteger la inversión, ganar dividendos y asegurar los empleos. Para alcanzar este objetivo el camino a seguir es la calidad. La manera de conseguir una mayor calidad es mejorando el producto y la adecuación del servicio a las especificaciones para reducir la variabilidad en el diseño de los procesos productivos.

La idea principal que aporta Crosby (1987) es que la calidad no cuesta, lo que cuesta son las cosas que no tienen calidad. Crosby define calidad como conformidad con las especificaciones o cumplimiento de los requisitos y entiende que la principal motivación de la empresa es el alcanzar la cifra de cero defectos. Su lema es: Hacerlo bien a la primera vez y conseguir cero defectos.

La Administración de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido. Utiliza políticas y procedimientos para implementar el sistema de Administración de la Calidad de la organización en el contexto del proyecto (PMI, 2013).

Los beneficios de calidad en el desempeño del proyecto son muchos. Primeramente, un proyecto y producto de calidad lograrán la satisfacción del comprador. Reducir los costos es otro beneficio. Los procesos de calidad pueden reducir los residuos, mejorar la eficiencia y los suministros; esto significa que el proyecto podría costar menos de lo planeado. Finalmente, mejores productos, mejor desempeño del proyecto, y costos más bajos se traduce directamente en el incremento de competitividad en un mercado cada vez más global (Rose, 2005).

La calidad no se incorpora al proyecto cuando se encuentra en marcha mediante procesos de inspección. Por el contrario, la calidad se planifica, se diseña y se incorpora antes de que comience la ejecución del proyecto (Lledó, 2013), es decir, se planea la calidad.

### **Administración de los Recursos Humanos del Proyecto**

La Administración de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen el equipo del proyecto. La Administración de Recursos Humanos ha evolucionado desde sus raíces en el mantenimiento de registros simples y prácticas de personal, a una mezcla compleja de mandatos legales y programas, tradiciones y prácticas estratégicamente conducidas (Baron et al., 1986).

Una manera de pensar de las prácticas de Administración de Recursos Humanos es en términos de cuatro actividades genéricas (Cohen, 2002):

- Prácticas de selección: Actividades Corporativas que se relacionan con el movimiento de personas entre las posiciones a través de promoción y contratación externa.
- Prácticas de evaluación: Los sistemas de retroalimentación que examinan y miden los diferentes tipos de rendimiento corporativo que las personas entreguen.
- Prácticas de recompensa: Sistemas a través de los cuales los empleados son reconocidos y compensados por hacer un buen trabajo.

- Prácticas de desarrollo: Diversas actividades que tienen por objeto mejorar la adecuación de las cualificaciones de los trabajadores y las exigencias de sus puestos de trabajo.

### **Administración de las Comunicaciones del Proyecto**

Para Martínez de Velasco y Nosnik (1998, p. 11 como se cita en Udlap, 2017) la comunicación es:

Un proceso por medio del cual una persona se pone en contacto con otra a través de un mensaje, y espera que esta última dé una respuesta, sea una opinión, actividad o conducta. En otras palabras, la comunicación es una manera de establecer contacto con los demás por medio de ideas, hechos, pensamientos y conductas, buscando una reacción al comunicado que se ha enviado. Generalmente, la intención de quien comunica es cambiar o reforzar el comportamiento de aquel que recibe la comunicación.

El proceso de comunicación es una actividad propia del ser humano y sin ella los proyectos no existirían ya que, procesos como el liderazgo, toma de decisiones, organización, etc., no se generarían sin comunicación. Sin embargo, a pesar de los avances de las TIC, con la creación de dispositivos de comunicación más avanzados y aplicaciones más competentes, la comunicación no logra ser efectiva, y esto se debe a que “la comunicación entre personas no depende de la tecnología sino de las fuerzas en las personas y sus alrededores” (Torres, & Torres, 2013, P. 40).

Al reconocer la siempre creciente importancia de la comunicación, más y más organizaciones han implementado programas diseñados para evaluar las habilidades de comunicación administrativas y proporcionar la capacidad de seguimiento que permita superar cualquier deficiencia. En el área de proyectos el PMI (2013, p. 300) define a la Administración de las Comunicaciones en el proyecto como “los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación,

creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados”.

El proceso de Administración de las Comunicaciones supone poner la información necesaria a disposición de los actores interesados de una manera oportuna. En otras palabras, consiste en monitorear y controlar las Comunicaciones a lo largo de todo el ciclo de vida del Proyecto para asegurar que se satisfagan las necesidades de información de los interesados a lo largo de todo el proyecto. Se debe considerar que el proceso de Controlar las Comunicaciones está muy relacionado con el proceso de planificar la Administración de las Comunicaciones; por eso el éxito de Administración de las Comunicaciones se basa en asegurar que se está entregando el mensaje adecuadamente, a la audiencia apropiada y en el momento oportuno. Dentro de la comunicación se puede encontrar muchos tipos de problema:

- Líneas de Comunicación. Uno de los más frecuentes es el Establecimiento de excesivas líneas de comunicación. Cuantos más interlocutores se definan más tiempo llevará que hablen entre sí y más tiempo aún que se pongan de acuerdo.  
Comprensión del Interlocutor. Otro de los grandes problemas de comunicación es que el interlocutor no entiende lo mismo que se está intentado transmitir.
- Estilo. Otro problema que puede influir de forma negativa en la comunicación de un proyecto es no cuidar el estilo de comunicación. En general suele pasar más en la transmisión escrita: email, mensajería instantánea, etc.

### **Administración de las Adquisiciones del Proyecto**

Realizar y concluir exitosamente un proyecto implica considerar la ausencia o escasez de los recursos que pueden afectar la realización del mismo, y por ello es necesario asegurar el suministro de estos en tiempo y forma, de lo contrario se corre el riesgo de que los costos y tiempo de realización de proyecto aumenten, incluso que el proyecto no finalice. Así, el PMI (2013, p. 400) define a la Administración de las Adquisiciones como “los procesos necesarios para comprar o adquirir productos,

servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto”. Cabe aclarar que incluye la función de gestionar los contratos y gestionar los cambios en caso que se requiera adquirir nuevos insumos o modificar los términos del contrato.

La Administración de las Adquisiciones se refiere a todas las actividades que se realizan para obtener los recursos de personas, material, equipo o servicios finales de un proveedor y con ello satisfacer los objetivos del proyecto.

### **Administración de los Interesados del Proyecto**

Binder (2007, p. 42) define a los interesados como “la gente o grupos, quienes están interesados en el desarrollo y/o éxito del proyecto, o quienes están constreñidos por el proyecto”, prefiriendo emplear el término. Resulta importante administrar la participación y necesidades de los interesados en el proyecto ya que, se puede incrementar la posibilidad de éxito en el proyecto involucrándolos correctamente. Los directores de proyecto deben conocer a sus interesados, entender los canales de comunicación entre ellos y desarrollar una estrategia de comunicación para alinear las necesidades y expectativas de las partes interesadas, usando comunicación efectiva para mejorar el nivel de compromiso (Binder, 2007).

Los interesados se dividen en dos grupos, el primer grupo es usualmente definido el grupo de interesados primario o interno (Calvert, 1995; Cleland, 1998), están definidos por tener una relación contractual con el cliente o un subcontrato con otro interesado interno. El segundo grupo es definido como el grupo de los interesados secundarios o externos. Ellos pueden tener poca elección acerca de la continuidad del proyecto y pueden ser positivos o negativos. Los interesados internos pueden ser clasificados en torno al cliente, del lado de la demanda o del lado de la oferta. Los interesados externos pueden ser divididos en actores privados y públicos.

Administrar los interesados debe abarcar una ejecución de planes de comunicación a gran escala, así como planes de rendición de cuentas e incentivos a los designados para conducir el cambio y lograr beneficios del caso de negocio. Las partes interesadas también deben ser evaluadas por competencias y alineadas dentro de la organización para llevar a cabo los procesos y la tecnología de los

nuevos cambios. Esto ayudará a moverlos hacia la nueva forma de hacer las cosas y conseguir que dejen sus viejos métodos (Berman, 2007).

### Importancia de las áreas de conocimiento

T. Williams (2005 como se cita en Zwikael, 2009) critica el uso de los cuerpos de conocimiento para la Administración de Proyectos, por considerarlos inadecuados para proyectos complejos, inciertos y de duración limitada. Sin embargo, la mayoría de los estudiosos creen que la implementación de un cuerpo de conocimiento aumenta las posibilidades de éxito del proyecto. Así, con el fin de conocer cuál de las áreas de conocimiento tiene el mayor impacto en el éxito del proyecto, Zwikael (2009) usó el modelo llamado Iron Triangle (tiempo, costo y desempeño / alcance del proyecto) así como una variable adicional: Satisfacción del cliente.

Basándose en la información de 783 cuestionarios realizados a los proyectos en Israel, Japón, y Nueva Zelanda, se obtuvieron los resultados observados en la Tabla 1 en donde se puede apreciar la importancia de la Administración de Riesgos para el éxito de los proyectos.

**Tabla 1. Influencia de las áreas del conocimiento en el éxito de los proyectos**

Área del conocimiento	Valor	Nivel de significancia	Contribución al éxito del proyecto (Rank)
Tiempo	3.56	0.000**	1
Riesgo	2.69	0.000**	2
Alcance	2.01	0.001**	3
Recursos Humanos	1.97	0.001**	4
Integridad	2.33	0.002**	5
Calidad	2.23	0.003**	6
Comunicación	1.94	0.014*	7
Costo	1.20	0.152	8
Adquisiciones	1.16	0.279	9

Fuente: "The relative importance of the PMBOK® Guide's nine Knowledge Areas during project planning", O. Zwikael, 2009, *Project Management Journal*, 40(4), p. 5

\*p ≤ 0.05. \*\*p ≤ 0.01.

## Capítulo 2. Administración de Riesgos y Proyectos de Innovación

### Administración de Riesgos

El desarrollo de las tecnologías de información como nuevas formas de hacer negocios, los procesos de globalización, la sociedad de información surgida en el siglo XX, una economía mundial determinada por el rápido crecimiento del comercio internacional y el desarrollo del Internet como una poderosa herramienta internacional; han significado la oportunidad de crear nuevas industrias o transformar las existentes (Petrovic, Mihic, Stosic, 2009 como se cita en Stosic, Isljamovic, & Mihic, 2013). Estas oportunidades se han traducido como proyectos de innovación que buscan responder a un ambiente de negocios cada vez más competitivo, no obstante, el éxito de estos proyectos está determinado por los riesgos que pueden presentarse (Stosic, Mihic, Milutinovic, & Isljamovic, 2017).

La palabra riesgo deriva del Latin *resicum*, *risicum* y *riscus* que significa acantilado o escollo, igualmente, estas palabras latinas vienen de los términos de navegación en griego *rhizikon*, *rhiza* que significan piedra o borde de la tierra firma, haciendo referencia a la dificultad de los marinos para navegar cerca de piedras afiladas (Skjong, 2005). La Tabla 2 presentan una recopilación sobre el significado que los autores han proporcionado al concepto de riesgo.

**Tabla 2. Revisión literaria de las definiciones de riesgo.**

Definiciones de riesgo	Autores
La posibilidad de que algo malo suceda en cierto momento en el futuro; una situación que podría ser peligro o tener un mal resultado.	Oxford Advanced Learner's Dictionary, 2005
El riesgo es un evento o condición incierta que, si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo en al menos un objetivo del proyecto como puede ser: cronograma, costo, alcance o calidad.	PMI, 2008
El riesgo se refiere a eventos sujetos de distribución probabilística conocida o conocible.	Knight, 1948
El riesgo es la implicación de incertidumbre significativa sobre el nivel del desempeño alcanzable del proyecto.	Ward & Chapman, 2003

(continuación)

<b>Definiciones de riesgo</b>	<b>Autores</b>
Los factores de riesgo son aquellos identificados pero cuyo resultado es incierto. Esto es definido como “probabilidad de impacto”.	Pich, Loch, & De Meyer, 2002
Un riesgo de proyecto es un factor de incertidumbre (positivo o negativo) que puede afectar significativamente el desempeño alcanzable.	De Meyer, Loch & Pitch, 2002
El riesgo es la exposición a perder/ganar, o la probabilidad de ocurrencia de perder/ganar multiplicado por sus respectivas magnitudes.	Jaafari, 2001
Incógnitas conocidas son circunstancias, resultados o eventos que los actores han identificado como posiblemente existente, pero que no se sabe si ellos tomarán lugar o no.	Geraldi, Kelley, & Kutsch, 2010

Fuente: *The silver lining of project uncertainties*, p.13, por T. Lechler, T. Gao, y B. Edington, 2013.

El concepto riesgo frecuentemente es entendido como un evento que puede convertirse en una amenaza, pero también, se le confiere una connotación positiva. Sin embargo, para fines de este trabajo, se entenderá por riesgos como aquellos “eventos, circunstancias, situaciones o condiciones que pueden ocurrir con una probabilidad específica y que tienen un potencial de impacto negativo en alcanzar los objetivos predefinidos del proyecto” (Lechler et al., 2013, p. 14).

Por lo tanto, una situación incierta que puede tener resultados positivos es entendida como una oportunidad, de hecho, Munier (2014) señala que el asociar estos dos conceptos puede ser engañoso, puesto que, lleva a pensar que todo riesgo implica una oportunidad; no obstante, un riesgo es una situación que se quiere minimizar, contrario a una oportunidad la cual se busca maximizar.

El riesgo tiene dos formas de ser cuantificado: por su probabilidad de ocurrencia y por su impacto sobre el objeto del proyecto (Lledó, 2013). Por lo tanto, el riesgo está compuesto de tres elementos esenciales: Un evento definible, una probabilidad de ocurrencia y una consecuencia de la ocurrencia (impacto).

En la práctica los riesgos pueden aparecer en cualquier aspecto del proyecto causando sobrecostos, retrasos en el cronograma o una pobre calidad en los entregables sino son manejados con eficiencia durante el proceso de Administración de Riesgos (Zhang & Fan, 2014). De manera general, la

Administración de Riesgos se puede definir como el proceso de identificación, medida y gestión de los riesgos que amenazan la existencia, los activos, las ganancias o al personal de una organización, o los servicios que ésta provee (Morales, 2015).

En el área de la Administración de Proyectos, según la ISO 31010:2009, la Administración de Riesgos es un método lógico y sistemático que abarca un conjunto de actividades y procesos que permiten definir el contexto, facilitar la comunicación de los riesgos, identificar, analizar, evaluar y tratar riesgos, así como registrar y reportar los resultados correspondientes de una forma oportuna (ISO, 2009 como se cita en Zou, Kiviniemi, & Jones, 2016).

Es decir, el proceso de Administración de Riesgos en los proyectos es “el conjunto de técnicas para controlar la incertidumbre en un proyecto” (Merritt & Smith 2004 como se cita en Munier, 2014, p. 1), entendiéndose por incertidumbre como un evento cuya probabilidad de ocurrencia es desconocida, y el riesgo como la posibilidad de pérdidas como resultado de incertidumbres (Rodger y Petch, 1999; 2004 como se cita en Munier, 2014).

Por consiguiente, administrar la relación existente entre el trabajo y los riesgos del proyecto es un factor clave de éxito; ya que, ayuda en la identificación de incertidumbres antes que estas realmente ocurran, permitiendo minimizar los resultados negativos del proyecto y determinar las posibles características del riesgo (Higuera y Haines 1996 como se cita en Stosic et al., 2017). En otros términos, es importante invertir en la Administración de Riesgos en los proyectos, porque, los riesgos que son identificados pero ignorados, y que subsecuentemente se materializan, impactarán tanto al proyecto como en la moral del equipo (Watson, 1997).

Así, la Administración de Riesgos tiene como objetivo el asegurar que ningún riesgo ocurra durante la ejecución de un proyecto con el fin de minimizar pérdidas a un nivel aceptable (Stosic et al., 2017); por lo tanto, sin una adecuada Administración de Riesgos, la probabilidad de fallo de un proyecto incrementa, demandando recursos adicionales (fondos y gente), y extendiendo la duración de todo el proyecto

(Mu, Peng, y MacLachlan 2009 como se cita en Stosic et al., 2017). No obstante, la Administración de Riesgos de los proyectos enfrenta retos para cumplir con este objetivo como son:

- Los procesos actuales de Administración de Riesgos consumen tiempo, son propensos a errores, y fuertemente ineficientes. (Shim et al., 2012; Hartmann et al., 2012; Zhang et al., 2014 como es citado en Zou, et al., 2016); existiendo solo herramientas simples como listas de control para identificar y analizar riesgos.
- La Administración del Conocimiento de riesgos está fragmentada y es insuficiente, y la transferencia de conocimiento de un proyecto a otro es difícil.
- La comunicación y la colaboración necesitan ser mejoradas en la Administración de Riesgos tradicional (Zou et al., 2016 como es citado en Zou, et al., 2016), ya que ningún riesgo común es identificado y tratado individualmente, ocasionando que la información de los riesgos no sea presentada, compartida, registrada y actualizada efectivamente durante el proceso de desarrollo de un proyecto.

Para Goh, Abdul-Rahman y Abdul Samad (2013), la Administración de Riesgos debe ser aplicada a todas las etapas en el ciclo de vida del proyecto de una forma sistemática para alcanzar su pleno beneficio; también es importante seleccionar adecuadamente las herramientas y técnicas de Administración de Riesgos para asegurar una implementación exitosa. La Tabla 3 muestra un resumen de las herramientas que los autores han descrito en estudios previos.

**Tabla 3. Resumen de las herramientas y técnicas discutidas en estudios previos en la literatura**

Técnicas	Perry y Hayes (1985)	Akintoye y MacLeod (1997)	Ward (1999)	Raz y Michael (2001)	Tah y Carr (2001)	Tummala et al. (2001)	Wood y Ellis (2003)	Lyon y Skitmore (2004)	Dikmen et al. (2008)	Forbes et al. (2008)
Intuición/ juicio subjetivo/ experiencia		✓					✓	✓	✓	✓
Análisis de decisión	✓	✓						✓		✓
Simulación de Monte Carlo	✓	✓		✓			✓	✓		✓
Prima de riesgo		✓						✓		
Análisis de probabilidad subjetiva	✓	✓		✓	✓	✓		✓		✓
Lluvia de ideas				✓			✓	✓		✓
Lista de verificación		✓		✓			✓	✓		✓
Uso de información histórica				✓		✓		✓		
Matriz de probabilidad – impacto			✓				✓			✓
Análisis de sensibilidad	✓						✓	✓		✓
Talleres							✓			
Análisis modal de fallos y efectos						✓				✓
Diagrama de tótem de riesgos						✓				
Estructura desglosada del riesgo					✓				✓	✓
Diagrama de casos de uso					✓				✓	
Registro de riesgos			✓	✓	✓		✓			
Razonamiento basado en casos								✓		✓
Teoría de utilidad	✓									✓

Fuente: "Applying Risk Management workshop for a public construction project: Case Study", C. S. Goh, H. Abdul-Rahman, y Z. Abdul Samad, 2013, *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(5), p. 573.

## Modelos de Administración de Riesgos

Haghnevis y Sajedi (2006) definen a los modelos para la Administración de Riesgos como un número de marcos que cubren la Administración de Riesgos a través de todas sus fases y cuyo objetivo es documentar la forma de administrar riesgos a fin de tener un mejor monitoreo y control de los proyectos; los autores enlistan una serie de modelos y sus fases que se muestran en la Tabla 4. En párrafos posteriores serán descritos algunos métodos actuales.

**Tabla 4. Modelos de Administración de Riesgos y sus fases**

No	Nombre del modelo o su investigador	Año	Fases
1	Boehm	1991	Identificación, análisis, priorización, control de la administración del riesgo, resolución del riesgo, planeación del monitoreo del riesgo, seguimiento, acción correctiva.
2	Fairley	1994	Factores del riesgo identificado, probabilidades y efectos del riesgo evaluado, estrategias de desarrollo para mitigar riesgos identificados, plan de contingencia, administración de la crisis, recuperación de la crisis.
3	SEI <sup>1</sup>	1996	Identificación, análisis, planeación de la respuesta, seguimiento, control.
4	Klien & Ludin	1997	Identificación, análisis, control y reporte
5	SHAMPU <sup>2</sup>	1997	Definición, enfoque, identificación, estructura, propiedad, estimación, evaluación, plan, gestión.
6	PRAM <sup>3</sup>	1997	Definición, enfoque, evaluación, planeación, administración.

(continuación)

No	Nombre del modelo o su investigador	Año	Fases
7	Leach	2000	Identificar eventos potenciales de riesgo, estimar la probabilidad de riesgo, estimar el impacto del riesgo, identificar los disparadores potenciales de riesgo, analizar riesgos, prevenir los eventos de riesgo, plan para mitigación, asegurar contra riesgo, monitorear los disparadores de riesgo.
8	IRM <sup>4</sup> /AIRMIC <sup>5</sup> /ALA RM <sup>6</sup>	2002	Objetivo estratégico, evaluación, reporte, decisión, respuesta, reporte, monitoreo.
9	Smith & Merritt	2003	Identificación, análisis, priorización y mapeo, respuesta, monitoreo.
10	PMBOK <sup>7</sup>	2004	Planeación de Administración de Riesgos, identificación de riesgos, cualitativo y cuantitativo, planeación de la respuesta al riesgo, monitoreo y control de riesgo.
11	PRMA <sup>8</sup>		Establecer contexto, identificar riesgos, analizar riesgos, evaluar riesgos, responder a los riesgos, revisión y monitoreo, comunicación con consultores.

Fuente: "A model for assessment of project management risk models", M. Haghnevis y H. Sajedi, 2006, *4th international management conference*, p. 2

<sup>1</sup> Software Engineering Institute

<sup>2</sup> Formación, aprovechamiento y gestión de la incertidumbre del proyecto

<sup>3</sup> Análisis del riesgo del proyecto y administración

<sup>4</sup> The Institute of Risk Management

<sup>5</sup> The Association of Insurance and Risk Management

<sup>6</sup> The National Forum for Risk Management in Public Sector

<sup>7</sup> Project Management Body of Knowledge

<sup>8</sup> The Project Risk Management Approach

## **Método de la Suma de Contingencia**

Este es uno de los métodos más comunes para proteger una compañía de los riesgos potenciales y consiste en adicionar una suma de contingencia a las estimaciones. Alguno de los problemas que este método tiene es; la provisión de riesgo se agrega al inicio sin contar con un método formal de actualización que no sea la inflación, es decir, la asignación de la contingencia suele ser realizada arbitrariamente y puede no ser apropiada para el proyecto. Así mismo, los estimadores suelen duplicar los riesgos, por lo que las estimaciones se establecen a menudo demasiado altas para proyectos de bajo riesgo o demasiado bajas para proyectos de alto riesgo. Una adición porcentual continúa siendo una predicción de una sola pieza para estimar el costo final, implicando un grado de certidumbre que podría no estar justificado. Por último, este método tiende a distraer la atención de otras variables como tiempo y rendimiento o de los riesgos de calidad. Por lo tanto, el enfoque tradicional de una sola figura es inadecuado y no es rentable (Bosiger & Auchey, 2000).

## **ROAM**

El Modelo de Evaluación de Riesgos y Oportunidades (ROAM por sus siglas en inglés) es una herramienta de Administración de Riesgos utilizada para evaluar la viabilidad del proyecto antes de comprometer los recursos y desarrollar una propuesta al cliente. Ayuda al equipo del proyecto y al administrador a decidir en qué oportunidades focalizarse y qué riesgos deben ser gestionados, sin embargo, no debe usarse como un conjunto de reglas o como un sustituto para un buen juicio de negocios.

Hay tres pasos involucrados en la realización de la ROAM. El primer paso es evaluar los riesgos; aquí se plantea una serie de preguntas para evaluar el riesgo asociado al proyecto. Las puntuaciones de riesgo se calculan multiplicando la puntuación bruta (Probabilidad de Riesgo (P)) por el Impacto de Riesgo Preestablecido (I). A continuación, se calcula la puntuación de riesgo total.

El segundo paso es evaluar la oportunidad, a través de la respuesta de una serie de 10 preguntas que se evalúan individualmente. Las preguntas se ponderan en una escala de 1 (más baja) a 5 (más alta) en términos de su relación con otros. La puntuación se calcula multiplicando la puntuación bruta (Posible Oportunidad (P)) por el Impacto preestablecido (I). Después de que cada pregunta es evaluada, se calcula una puntuación de oportunidad sumando cada una de las puntuaciones individuales de las preguntas.

El tercer paso es mapear las puntuaciones de oportunidad y riesgo. Las puntuaciones totales de la oportunidad y el riesgo se utilizarán como coordenadas en una matriz, así; la puntuación de oportunidad se coloca en el eje vertical y la puntuación de riesgo se coloca en el eje horizontal. El lugar donde las puntuaciones se intersectan, determina la puntuación final; y la ubicación de este puntaje en la matriz ayuda a determinar la calidad de una oportunidad y sirve como indicador del nivel de riesgo que se manejará para asegurar el éxito del proyecto (Bosiger & Auchey, 2000).

## **RAM**

Otro modelo de Administración de Riesgos es la RAM. El Modelo de Evaluación de Riesgos ESI (RAM por sus siglas en inglés) está diseñado para ser usado en las fases tempranas del ciclo de vida de un proyecto o en la contracción de la oportunidad. Su propósito principal es proporcionar un marco para ayudar a la gerencia y los encargados de tomar decisiones con la selección de proyectos o decisiones de adquisición/no adquisición.

El modelo RAM fue desarrollado por ESI basado en estudios de proyectos y contratos reales, y la consulta a tomadores de decisiones. Estos estudios demostraron que la selección de proyectos y las decisiones de adquisición/no adquisición, se toman con consideraciones tanto para los riesgos potenciales como para las oportunidades potenciales. A través de los estudios, el ESI desarrolló un conjunto de preguntas de probabilidad e impacto para evaluar el riesgo y la oportunidad. El modelo de RAM recomienda que al menos cuatro a seis miembros de los equipos clave del proyecto sean reunidos para evaluar los riesgos y

determinar las respuestas a las preguntas de probabilidad e impacto. Una vez respondidas las preguntas, se obtiene una puntuación de exposición al riesgo total (RE); y un puntaje total de exposición de oportunidad (OE).

Las cantidades se representan gráficamente en la escala de decisión ESI. El puntaje total de exposición al riesgo está marcado en la escala de riesgo y la exposición total a la oportunidad se encuentra en la escala de oportunidades. Se traza una línea entre estos dos puntos. La decisión recomendada está representada en el punto donde la línea trazada cruza la escala de decisión (Bosiger & Auchey, 2000).

### Proceso de Administración de Riesgos

El proceso de Administración de Riesgos puede ser visto como una serie de pasos que ayudan al Administrador de Proyectos y su equipo a entender y administrar la incertidumbre; la Tabla 5 muestra un resumen sobre los enfoques existentes de la Administración de Riesgos.

**Tabla 5. Proceso de Administración de Riesgos**

Proceso de Administración del riesgo						Referencia
Identificación del riesgo	Análisis del riesgo	Priorización del riesgo				Jurison (1999)
Identificar riesgos	Analizar riesgos	Priorizar y mapear el riesgo	Resolver riesgos	Monitoreo de riesgos		Smith y Merritt (2002)
Identificación del riesgo	Evaluación del riesgo	Control del riesgo	Monitorear riesgos			Beck, Drennan y Higgins (2003)
Planeación de la Administración del riesgo	Identificación del riesgo	Análisis cualitativo del riesgo	Análisis cuantitativo del riesgo	Planeación de la respuesta al riesgo	Monitoreo y control del riesgo	Project Management Institute (2004)

Fuente: "Risk identification in product innovation projects: new perspectives and lessons learned", B. Stosic, M. Mihic, R. Milutinovic, y S. Isljamovic, 2017, *Technology Analysis & Strategic Management*, 29(2), p. 135

Considerando estos procesos y las recomendaciones de Buchan (1994 como se cita en Zhang & Fan, 2014), para este trabajo, el proceso de Administración de Riesgos contemplará tres fases: Identificación y clasificación de riesgos, Análisis y evaluación de los riesgos, y Respuesta y reducción de los riesgos.

### **Identificación de riesgos**

Identificación de riesgos es la fase en la cual los riesgos potenciales asociados con el proyecto son identificados (Mojtahedi, Mousavi, & Makui, 2010). Para este trabajo se considerará la técnica de Inspección sugerido por Sadia, Beg, y Faisal (2014) como método para identificar riesgos, en la cual cinco participantes asumen un rol vital dentro del proceso para identificar los riesgos en una fase temprana; estos participantes son: (i) Moderador (ii) Autor (iii) Lector (iv) Inspector (v) registrador. El proceso de inspección seguirá los siguientes pasos:

- Preparación: en esta fase los miembros del equipo de inspección se preparan individualmente revisando y encontrando riesgos potenciales en los requerimientos.
- Junta de inspección: los miembros del equipo de forma grupal revisan y discuten los riesgos encontrados, así mismo, categorizan y registran los riesgos de los requerimientos.
- Tercera hora: fase de carácter opcional, propone contar con tiempo adicional a la junta de inspección para discutir posibles soluciones.
- Etapa de retrabajo: esta etapa solo es requerida cuando se debe revisar un amplio número de riesgos.
- Reinspección: esta fase permite que los cambios a los entregables sean revisados por el equipo entero en lugar de solo por el moderador.
- Seguimiento: consiste en realizar reuniones cortas entre el moderador y el autor con el propósito de determinar si los riesgos encontrados durante la inspección han sido eliminados.

Los participantes en la identificación de riesgos son variados, entre los que se encuentran: el administrador del proyecto, miembros del equipo del proyecto, expertos que no son miembros del proyecto, clientes, usuarios finales, otros

administradores de proyectos, interesados, y expertos en la Administración de Proyectos; no obstante, es necesario que el equipo del proyecto esté involucrado en el proceso a fin de que ellos desarrollen y mantengan un sentido de propiedad y de responsabilidad, por los riesgos y las respuestas asociados a los riesgos (Mojtahedi et al., 2010).

La identificación de riesgos normalmente lidera el proceso de análisis cualitativo de riesgos, alternativamente este puede conducir directamente a un análisis cuantitativo de riesgos cuando es conducido por la experiencia del administrador del proyecto, además, en algunos casos, la simple identificación del riesgo puede sugerir su respuesta que será desarrollada en procesos posteriores (Standards Association of Australia, 2004; Duijne et al., 2008 como se cita en Mojtahedi et al., 2010).

Este proceso cuenta con insumos, herramientas y productos; Sadia et al. (2014) señala que los insumos del proceso son los siguientes:

- Factores ambientales de la empresa: información publicada incluyendo bases de datos comerciales y académicos o estudios de la industria.
- Enunciado del alcance del proyecto: esta información ayudará a determinar la incertidumbre en las asunciones del proyecto para ser evaluadas.
- Requerimientos: que son usados como entradas básicas del proceso.

Por otro lado, los resultados del proceso son: listado de riesgos que contiene la relación de los riesgos de proyecto, respuestas potenciales, causas fundamentales de los riesgos y categorías que pueden ser útiles para una mejor administración de los mismos.

Con relación a las técnicas usadas en este proceso, los Administradores de Proyectos disponen de un gran número de técnicas, por ejemplo, lluvia de ideas, listas de verificación, cuestionarios y entrevistas, grupos Delphi o grupos nominales, y varios enfoques de diagramas por ejemplo el diagrama causa-efecto, dinámica de sistemas, diagramas de influencia (Chapman, 1999 como se cita en Mojtahedi et al., 2010).

El resultado de este proceso es una larga lista de riesgos potenciales (Cappels, 2004), sin embargo, es importante que las fuentes de riesgo tengan un orden y estructura a fin de facilitar su análisis posterior (Hillson, 2002). Así, Stosic et al. (2013) sugiere que, para facilitar la tarea de administrar riesgos, todos los riesgos identificados sean clasificados y categorizados. La clasificación de riesgos es una etapa que busca estructurar los diversos riesgos que pueden afectar al proyecto, por lo cual la literatura ha sugerido diversos enfoques (Tah, & Carr, 2001).

Una forma posible es descomponer el riesgo en riesgo interno y externo, desde el punto de vista de la organización. Hall y Hulet (2002 como se cita en Stosic et al., 2013) sugieren la clasificación de los riesgos identificados por su fuente, proponiendo tres categorías: gestión, ambiente y tecnológica.

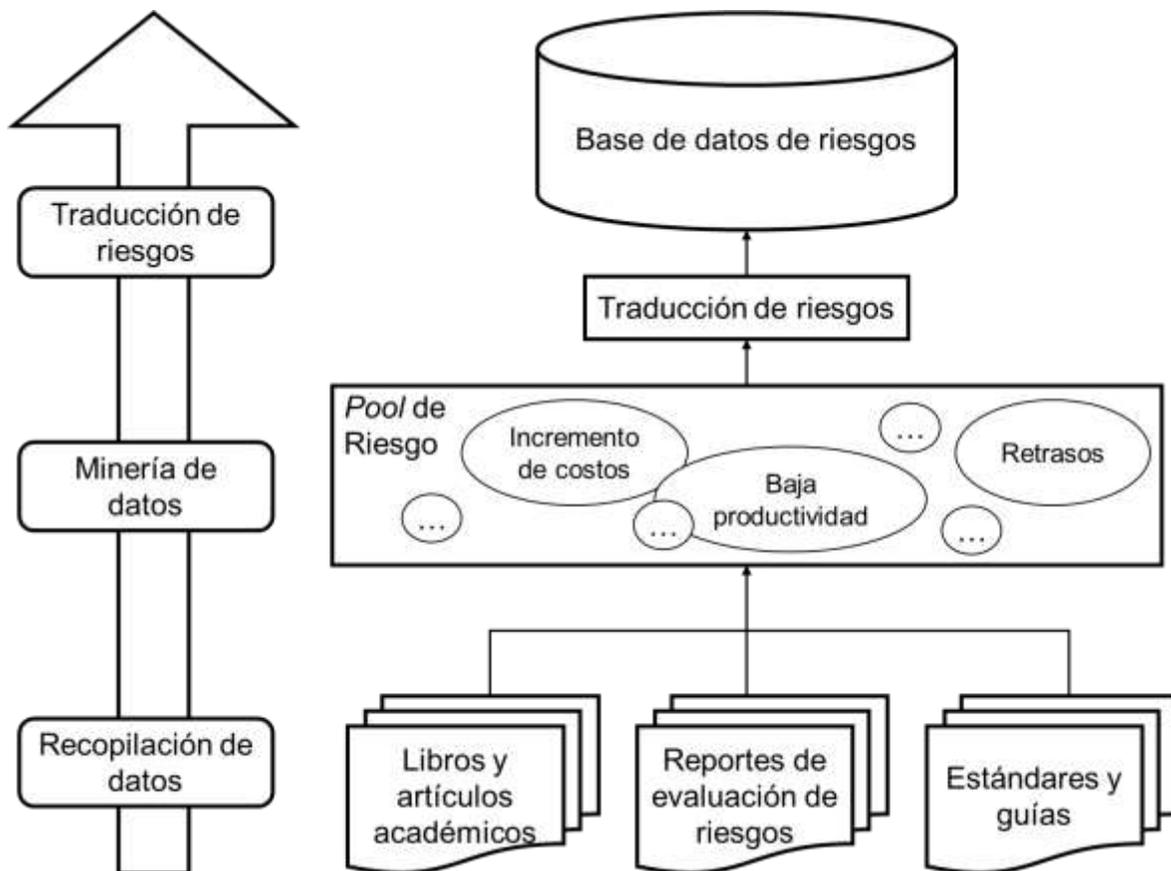
Mu et al. (2009 como se cita en Stosic et al., 2013) llevaron a cabo un estudio que mostró que las estrategias de Administración de Riesgos dirigidas a los factores de riesgo tecnológicos, organizacionales y de marketing influyen en el desempeño del desarrollo de nuevos productos. Algunos estudios, en los que se entrevistó a gerentes del riesgo de I + D, indicaron que la aplicación de técnicas adecuadas y permanentes de Administración de Riesgos a proyectos innovadores de I + D puede mejorar su realización (Raz et al., 2009; Salomo et al., 2007; O'Connor et al., 2008 como se cita en Stosic et al., 2013).

Por lo tanto, como Zou, et al. (2016) señala, la importancia de desarrollar una base de datos de los riesgos. Es una importante herramienta que ayuda a los tomadores de decisiones a comprender el riesgo como un todo y, a identificar, analizar y mitigar eficientemente los riesgos. Así mismo, puede ser de utilidad en la tarea de clasificar los riesgos.

Por ello es fundamental crear y actualizar esta base de datos desde las primeras etapas del proceso de Administración de Riesgos. El procedimiento consiste en las siguientes tres etapas (Figura 1):

- Recopilación de datos: recolectar y preparar los datos de los riesgos como base para la siguiente etapa.

- Minería de datos: consiste en buscar información de riesgo valiosa a partir de los datos de la primera etapa mediante la adopción de un método manual de minería de texto, es decir, un análisis cuidadoso y exhaustivo de los documentos e información disponible de los riesgos para su registro posterior.
- Traducción de riesgos: los mismos riesgos (o similares) descritos de diferentes maneras se traducen al mismo formato para evitar datos duplicados. Luego se estructura y desarrolla una base de datos concisa sobre el riesgo.



**Figura 1. Proceso de desarrollo de una base de datos de riesgos.**

Fuente: "Developing a tailored RBS linking to BIM for risk management of bridge projects Engineering", Y. Zou, A. Kiviniemi y S. W. Jones, 2016, *Construction and Architectural Management*, 23(6), p. 738.

Finalmente, la identificación de riesgos es un proceso iterativo, es decir, nuevos riesgos pueden ser descubiertos conforme el proyecto progresa a través del ciclo de vida; no obstante, la frecuencia de las iteraciones y los participantes en cada ciclo variarán de caso en caso (Mojtahedi et al., 2010).

### **Evaluación de riesgos**

La Evaluación de riesgos es el enfoque sistemático para determinar la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y la consecuencia del mismo (Ostrom, & Wilhelmsen, 2012), es decir, es un proceso mediante el cual se evalúa la probabilidad o posibilidad y el impacto del riesgo (Tah, & Carr, 2001).

El propósito de la evaluación de riesgos es medir la acción de los riesgos identificados en el logro de los objetivos del proyecto; dependiendo de los datos disponibles, ésta tarea puede ser realizada cualitativa o cuantitativamente (Ebrahimnejad et al., 2007 como se cita en Mojtahedi, Mousavi, & Makui, 2010).

Por un lado, el análisis cualitativo de riesgos incluye métodos para priorizar los riesgos identificados que sirvan como base para acciones posteriores, por ejemplo, el análisis cuantitativo de riesgos o la planeación de respuesta al riesgo; buscando medir la prioridad de los riesgos identificados, basados en su probabilidad de ocurrencia, el correspondiente impacto en los objetivos del proyecto si los riesgos ocurren, y otros factores como la tolerancia a las restricciones de costo, tiempo, alcance y calidad. Contrariamente, la evaluación probabilística del riesgo investiga la posibilidad que cada riesgo específico ocurra (Mojtahedi, Mousavi, & Makui, 2010).

Para aplicar el proceso de evaluación de riesgos la literatura propone una serie de herramientas considerando su naturaleza cualitativa o cuantitativa, en la Tabla 6 se describen estas herramientas:

**Tabla 6. Herramientas para evaluar riesgos (elaboración propia)**

Métodos Cualitativos		Métodos Cuantitativos	
<i>Evaluación de probabilidad e impacto</i>	Entrevistas con expertos.	<i>Entrevistas</i>	Obtener información de expertos para estimar la probabilidad de ocurrencia.
<i>Matriz de probabilidad e impacto</i>	Tabla de doble entrada donde se combina la probabilidad y el impacto.	<i>Distribución de probabilidades</i>	Existe una variedad de ellas: uniforme, triangular, beta, normal, poisson, etc.
<i>Categorización de los riesgos</i>	Agrupar los riesgos por causas comunes.	<i>Valor monetario esperado</i>	Consiste en multiplicar la probabilidad de ocurrencia por el impacto en valor monetario.
<i>Evaluación de la urgencia</i>	Evaluar qué riesgos requieren de una respuesta rápida.	<i>Árbol de decisión</i>	Diagrama que describe las implicaciones de elegir una u otra alternativa entre todas las disponibles.
		<i>Análisis de sensibilidad</i>	Conocer el impacto si se cambiara una o más variables.
		<i>Modelado y simulación</i>	Simular los resultados que puede asumir el valor esperado de una variable del proyecto a través de la asignación aleatoria de un valor a cada variable crítica que influye sobre ella.

Fuente: *Project Management Body of Knowledge: PMBOK GUIDE* (pp. 328-4), PMI, 2013, Newtown Square, Pa: Project Management Institute.

Independientemente de la técnica(s) elegida, Mojtahedi et al. (2010) aconsejan evaluar cada riesgo potencial a través de un proceso de toma de decisiones grupal; estos participantes deben estar familiarizados con las categorías de riesgo. El equipo de evaluación de riesgos debe ser subdividido en subgrupos, basado en su experiencia, para evaluar las consecuencias de los riesgos, y la probabilidad de ocurrencia con elementos lingüísticos (bajo, medio, alto) o números (Salah, & Moselhi, 2016).

Así, el proceso de evaluar riesgos tiene diferentes objetivos entre los que se encuentran (Cooper et al., 2005 como se cita en Mojtahedi, Mousavi, & Makui, 2010):

- Proporcionar una visión general del nivel de riesgo que enfrenta el proyecto.
- Centrar la atención de la administración en los aspectos de alto riesgo.
- Ayudar a decidir las áreas en las que se debe actuar inmediatamente, y donde se deben desarrollar planes de acción para futuras actividades.
- Facilitar la asignación de recursos para apoyar la toma de decisiones.

Para alcanzar estos objetivos, Mousavi, Tavakkoli-Moghaddam, Azaron, Mojtahedi y Hashemi (2011) proponen un modelo de Evaluación de riesgos compuesto por cuatro etapas:

- Determinar las escalas descriptivas para los criterios de probabilidad e impacto.
- Obtener los riesgos iniciales de la fase de identificación de riesgos.
- Purificar los riesgos iniciales considerando su significancia, es decir, los riesgos con menor impacto y probabilidad de ocurrencia, no son tomados en consideración. El enfoque típico para priorizar riesgos es usar matrices de probabilidad-impacto o tablas de consulta (Mojtahedi, Mousavi, & Makui, 2010).
- Aplicar técnicas no paramétricas para realizar un análisis cuantitativo de riesgos para reducir las asunciones requeridas que validen el análisis.

Cada evento riesgoso tiene alguna oportunidad de suceder, es trabajo del Administrador del proyecto y su equipo determinar esta probabilidad para asegurar el éxito del proyecto; pero, el riesgo no se cuantifica solo por su probabilidad de ocurrencia, sino también por su impacto sobre el objeto del proyecto (alcance, tiempo, costo, calidad, etc.). Así, si la ocurrencia de un evento produce impactos importantes en un proyecto y además no se conoce la probabilidad de ocurrencia, seguramente no será posible tomar buenas decisiones para el proyecto (Lledó, 2013). Para conocer la probabilidad de ocurrencia e impacto, se suelen utilizar

escalas, para este trabajo se considerarán las escalas propuesta por Mousavi et al. (2012) presentadas en la Tabla 7 y Tabla 8:

**Tabla 7. Escala de probabilidad del riesgo**

<b>Escala</b>	<b>Rango de probabilidad</b>	<b>Número medio</b>	<b>Descripción</b>
Muy bajo (MB)	<0.010	0.05	Un resultado similar se ha presentado en el ambiente, no en los proyectos de la organización.
Bajo (B)	0.10 – 0.30	0.20	Un resultado similar se ha presentado algunas veces previamente en organización con proyectos similares.
Mediano (M)	0.31 – 0.50	0.40	Un resultado similar se ha presentado algunas veces previamente en proyectos de la organización.
Alto (A)	0.51 – 0.70	0.60	Un resultado similar se ha presentado varias veces por año en proyectos de la organización.
Muy alto (MA)	>0.70	0.85	Un resultado similar se ha presentado varias veces por año en el mismo lugar, operación o actividad.

Fuente: "Risk assessment for highway projects using jackknife technique", S. M. Mousavi, R. Tavakkoli-Moghaddam, A. Azaron, S. M. H. Mojtahedi y H. Hashemi, 2011, *Expert Systems with Applications*, 38(5), p. 5518

**Tabla 8. Escala de impacto del riesgo**

<b>Escala</b>	<b>Rango de impacto</b>	<b>Número medio</b>	<b>Descripción</b>
Muy bajo (MB)	<0.010	0.05	El impacto puede ser ignorado.
Bajo (B)	0.10 – 0.30	0.20	Impacto menor que necesita procedimientos rutinarios de administración.
Mediano (M)	0.31 – 0.50	0.40	Impacto grande, pero que puede ser manejado usando procedimientos estándares.
Alto (A)	0.51 – 0.70	0.60	Evento crítico, puede incrementar el costo o crear retrasos.

(continuación)

Escala	Rango de impacto	Número medio	Descripción
Muy alto (MA)	>0.70	0.85	Evento extremo, puede requerir grandes cantidades de financiamiento y tempo y dañar la reputación de la organización.

Fuente: "Risk assessment for highway projects using jackknife technique", S. M. Mousavi, R. Tavakkoli-Moghaddam, A. Azaron, S. M. H. Mojtahedi y H. Hashemi, 2011, *Expert Systems with Applications*, 38(5), p. 5518

Finalmente, a pesar de la proliferación de diversos software que usan métodos probabilísticos sofisticados para cuantifica la incertidumbre y facilita el proceso de Administración de Riesgos, estos no promueven el desarrollo de un entendimiento más profundo de la estructura que construye las interdependencias entre las fuentes de riesgos, los riesgos, y los efectos en las mediciones de desempeño, es decir, no permiten que los riesgos, problemas, y lecciones aprendidas de evaluaciones previas sean capturados y reusados cuando se desarrollan nuevos proyectos; y aun cuando se ha tratado de mejorar esta situación usando otras herramientas, estas no capturan la interrelación entre los riesgos y su estructura (Tah, 1998 como se cita en Tah, & Carr, 2001).

Aunado a lo anterior, la evaluación de qué es o no es un riesgo es fuertemente subjetiva y las decisiones tomadas son influenciadas por el punto de vista del administrador, el cual se basa en su conocimiento de experiencias pasadas. Las decisiones están basadas en un gran número de factores; muchos de estos factores no están bien definidos y no son fáciles de cuantificar, por lo tanto, la evaluación del nivel de riesgo es una tarea compleja rodeada de incertidumbre y vaguedad (Tah, & Carr, 2001).

### **Respuesta a los riesgos**

El riesgo requerirá respuesta para proteger al proyecto de las desviaciones, es decir, la incertidumbre requiere la búsqueda de la oportunidad que permita disminuir el riesgo e incrementar el valor potencial (Lechler, 2013). Así, una vez que los riesgos han sido identificados y evaluados, se deben generar y adoptar estrategias para

responder adecuadamente a éstos (Seyedhoseini, Noori, & AliHatefi, 2008 como se cita Fan, Li, & Zhang, 2015). Por lo tanto, la respuesta al riesgo es un importante trabajo en la Administración de Riesgos en los proyectos, puesto que permite generar e implementar estrategias para prevenir y controlar el riesgo (Fan et al., 2015).

Peixoto, Tereso, Fernandes, y Almeida (2014) señalan los aspectos más sobresalientes que el proceso de la respuesta a los riesgos debe de contemplar:

- Posibles resultados de riesgo sobre el alcance, la calidad, el calendario y los costos.
- Responsabilidad de riesgo: identificar el propietario del riesgo y las entidades involucradas en la ocurrencia del riesgo y la respuesta.
- Acción de intervención: describir todas las acciones a tomar para responder al riesgo.
- Comunicación: definir los momentos de comunicación a lo largo de las respuestas al riesgo.
- Interacción de riesgos y respuestas: identificar los riesgos secundarios que pueden surgir como consecuencia de un riesgo primario.

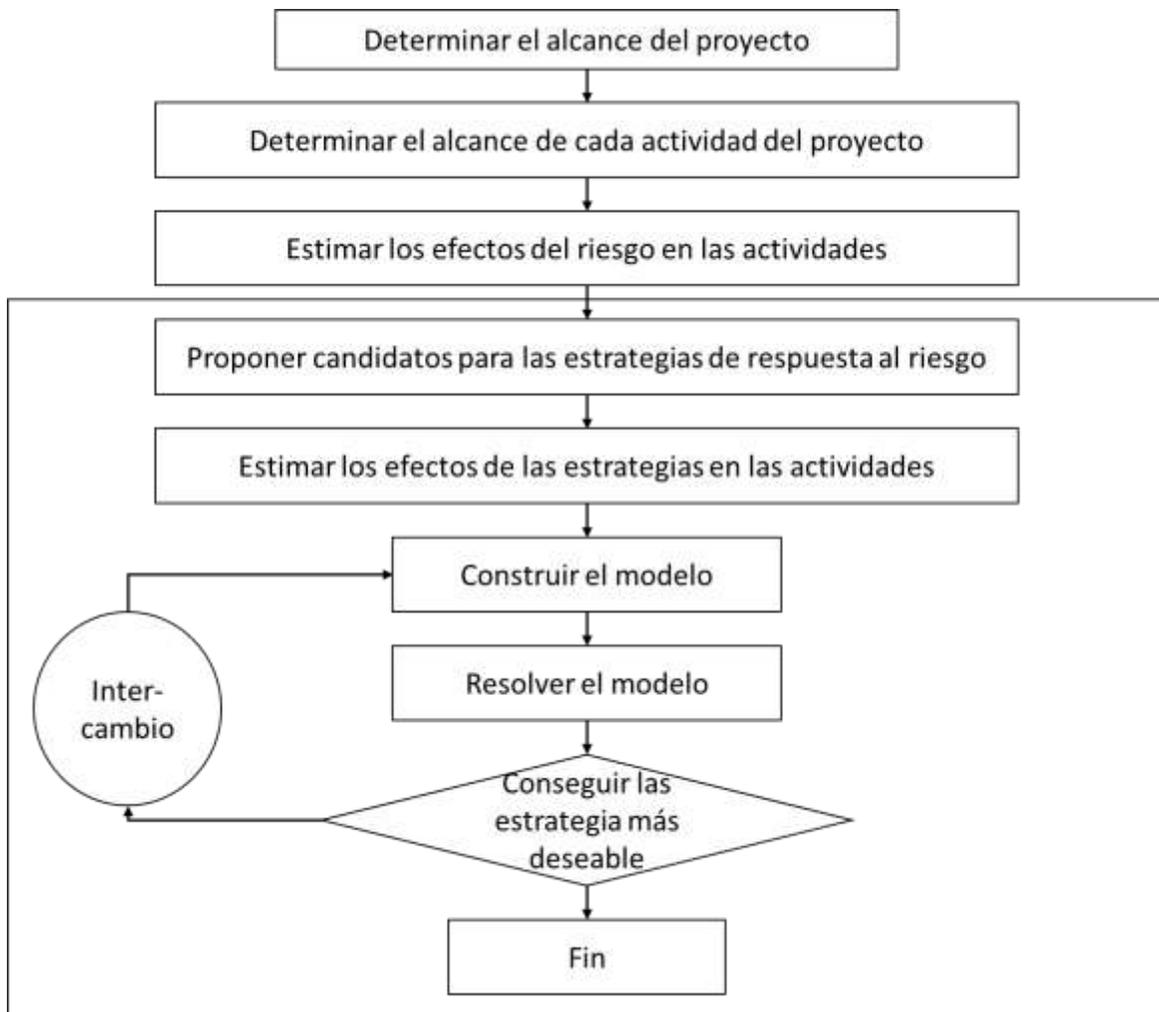
El proceso de Administración de Riesgos no pretende eliminar todos los riesgos sino identificar las estrategias apropiadas para los administradores de proyectos en su adecuada administración (Zou et al., 2007 como se cita en Mojtahedi et al., 2010). Una vez que los riesgos han sido identificados y analizados, se deben adoptar apropiadas estrategias de respuesta al riesgo para hacer frente a los riesgos durante la implementación del proyecto (Mojtahedi et al., 2010). Hay generalmente cuatro estrategias de respuesta al riesgo: evitar, aceptar, transferir y mitigar (PMI, 2004 como se cita en Zhang & Fan, 2014).

- Evitar es un tanto diferente a otras estrategias, en la evaluación de riesgos, la posibilidad del riesgo puede ser completamente eliminada. El camino simple para evitar riesgos es removerlo de los entregables del proyecto.

- Aceptación de un riesgo significa que la severidad del riesgo es lo suficientemente baja que nada podrá ser hecho por el riesgo si este no ocurre. Muchos de los riesgos del proyecto caerán en esta categoría, es la categoría de los riesgos insignificantes.
- Transferencia de riesgos significa otorgar la responsabilidad del riesgo a alguien externo, por ejemplo, comprando un seguro.
- La mitigación es una estrategia donde se realizan algunas actividades sobre los riesgos inaceptables para reducir su probabilidad o impacto a un punto, a fin de reducir el valor esperado del riesgo y por ende el presupuesto de respuesta al riesgo.

Los métodos existentes para generar respuestas a los riesgos pueden clasificarse en tres principales tipos: método basado en zonales, método de concesiones (trade-offs), método basado en la Estructura Desglosada de Trabajo (Fan et al., 2015); estos modelos han hecho contribuciones significantes en la generación de estrategias de respuesta al riesgo desde diferentes perspectivas.

La respuesta a los riesgos del proyecto es una actividad sistemática, que necesita de labor preliminar de otros aspectos de la Administración de Proyectos, por ejemplo, el proceso de Administración de Proyectos, la Administración del costo, de la calidad, etc. Zhang y Fan (2014) propusieron un modelo para seleccionar estrategias de respuesta al riesgo, mediante el modelo se puede obtener la respuesta más deseable o entrar en un bucle hasta que se alcance esta estrategia, este bucle se refiere a hacer intercambios/compensaciones entre el presupuesto, tiempo o calidad basado en requerimientos objetivos y juicios personales; este proceso se muestra en el Figura 2:



**Figura 2. Proceso de desarrollo de una base de datos de riesgos.**

Fuente: “An optimization method for selecting project risk response strategies”, Y. Zhang, y Z. P. Fan, 2014, *International Journal of Project Management*, 32(3), p. 416

Esta fase requiere que el Administrador del Proyecto y su equipo discutan respuestas factibles a los riesgos para hacer frente a los eventos de riesgos, teniendo como base proyectos similares o eventos de riesgo que han experimentado antes. Es decir, para confrontar el problema de seleccionar estrategias de respuesta a los riesgos para el proyecto actual y proponer estrategias para enfrentar los riesgos, es factible utilizar conocimientos y experiencias previas a fin de estimar los efectos del desempeño de las estrategias en los eventos de riesgo (Zhang & Fan, 2014).

Adicionalmente, se considerará dentro de esta fase la actividad de monitoreo y control. Con esta fase se busca prestar atención estrecha y continua a lo que está

sucediendo para ayudar puntualmente a la resolución de fallos y diferencias antes de que se conviertan en problemas graves (Dickstein & Flast, 2009).

Durante la fase de control de los riesgos se recopila información y se documentan los avances y evolución a través del tiempo. Este monitoreo brinda información actualizada acerca del estado de cada riesgo identificado y permite identificar riesgos nuevos, vigilar el estado de los riesgos residuales y secundarios, y supervisar los cambios en el perfil de riesgos debido a factores exógenos y endógenos (Lledó, 2013).

Algunas herramientas a emplear para estos fines son las revaluaciones de los riesgos existentes e identificación de nuevos riesgos mediante análisis cualitativos y cuantitativos. Las auditorías, el análisis de variación y tendencias, la medición del desempeño técnico comparando los entregables del proyecto con las métricas de calidad, el análisis de la reserva y las reuniones de estado son otras herramientas muy importantes a considerar (PMI, 2013).

### **Proyectos de innovación**

Una creciente competencia, cambios tecnológicos rápidos y mayores requerimientos de los clientes, han agregado complejidad a la tarea de innovar generando menos resultados predecibles (Berglund, 2007 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014). Así, Taplin y Schymyck (2005 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014) señalan que las compañías deben innovar para sobrevivir). La innovación es la principal fuente de crecimiento económico, una fuente clave de nuevas oportunidades de empleo y un potencial para obtener beneficios ambientales (Foxona et al., 2005 como se cita en Vargas-Hernández & García-Santillán, 2011).

El concepto de innovación ha sido desarrollado durante las dos últimas décadas, situación que se confirma con un creciente número de publicaciones en el campo (Stosic, 2007 como se cita en Stosic et al., 2013); por ejemplo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) creó el Manual de Oslo que ha servido como base para el análisis y recopilación de datos sobre innovación

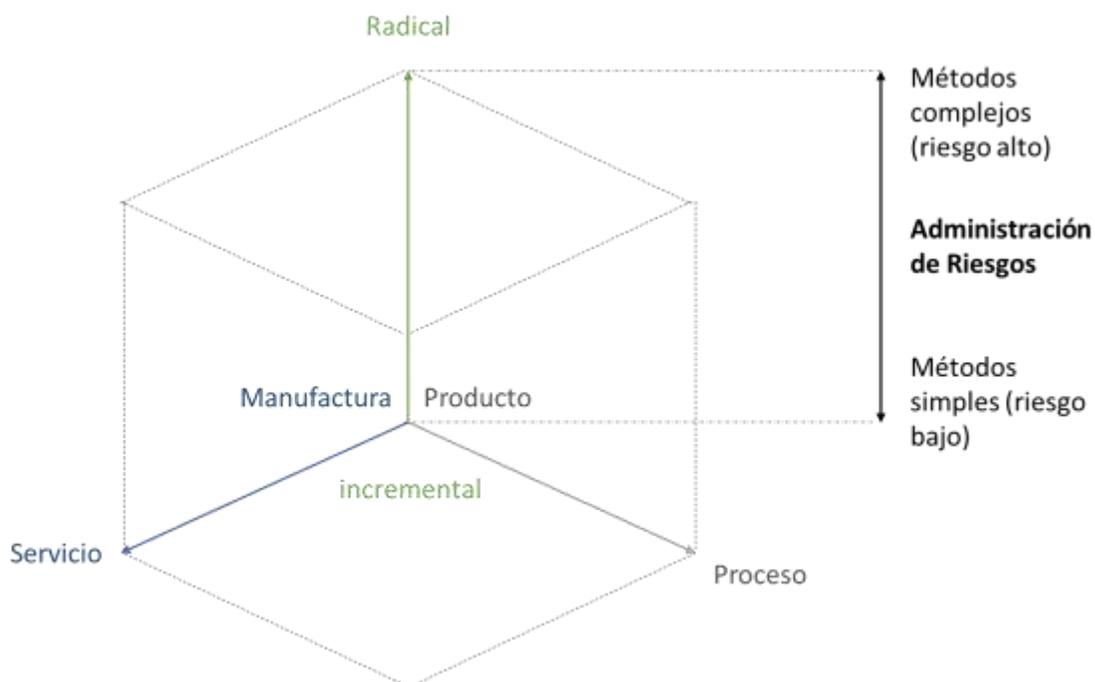
tecnológica. Proporcionado, entre otros temas, una definición de innovación. De acuerdo al Manual de Oslo la innovación comprende la implementación de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), o proceso, un nuevo método de mercadeo, o un nuevo método organizacional en las prácticas de negocio, organización del lugar de trabajo o relaciones externas (Oslo Manual, 2011 como se cita en Stosic et al., 2013).

La innovación dentro de los proyectos se basa en la creatividad convirtiendo a los proyectos en esfuerzos inciertos que muchas veces requieren grandes inversiones (Stosic, 2007 como se cita en Stosic et al., 2013). Por ello, se dice que la novedad es un concepto central en la innovación, pero esto inevitablemente implica riesgo.

El riesgo puede ser encontrado en todos los proyectos, pero es especialmente importante en la innovación donde existe un nivel alto de fallo (Simon, 2009 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014): 35% de los proyectos de innovación fallan comercialmente, representado el 45% del gasto en nuevos productos (Halman y Keizer, 1994 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014). Ozer (2006 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014) señala que en algunos países industrializados la tasa de éxito de los nuevos productos es del 15% y entre los países en desarrollo, como Hong Kong, es sólo el 2%. Como ejemplo de esta situación, Bowers y Khorakian (2014) señalan el caso de nuevo postre de caramelo que fue desarrollado y lanzado sin ningún análisis de riesgo, del cual el gerente encargado, aseguró que incluso un simple análisis podría haber provocado preguntas más incisivas sobre el mercado objetivo y evitar errores costosos.

Por lo tanto, establecer algo nuevo es la esencia de la innovación, no obstante, este proceso implica comúnmente riesgos, por lo cual se requiere una identificación y administración temprana del riesgo en los proyectos de innovación (Vargas-Hernández & García-Santillán, 2011). Sin embargo, la Administración de Riesgos en proyectos de innovación no puede ser un esfuerzo sin dirección o modelo, dado que, como señalan Taplin y Schymyck (2005 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014), una desmedida o carente Administración de Riesgos podría desalentar y sofocar la innovación, por ello se necesita un balance.

Para conocer el enfoque que la Administración de Riesgos debe tomar en este tipo de proyectos, es necesario conocer el tipo de innovaciones existentes; en un estudio, Vargas-Hernández y García-Santillán (2011) apuntan que la innovación en los proyectos puede ser clasificada en 4 grupos: Producto, Proceso, Posición y Paradigma; cada uno de los cuales puede ocurrir a lo largo de un eje, que va desde el cambio incremental hasta el cambio radical. Como muestra el Figura 3, en general, la Administración de Riesgos está relacionada con la dimensión incremental o radical. La innovación radical tiene alto riesgo en comparación con incremental que tiene un bajo riesgo. Por lo tanto, para manejar riesgos altos relacionados con innovaciones en mercados globales o nacionales, los métodos más complejos de Administración de Riesgos (por ejemplo: Modelo de Riesgo Estándar) son necesarios.

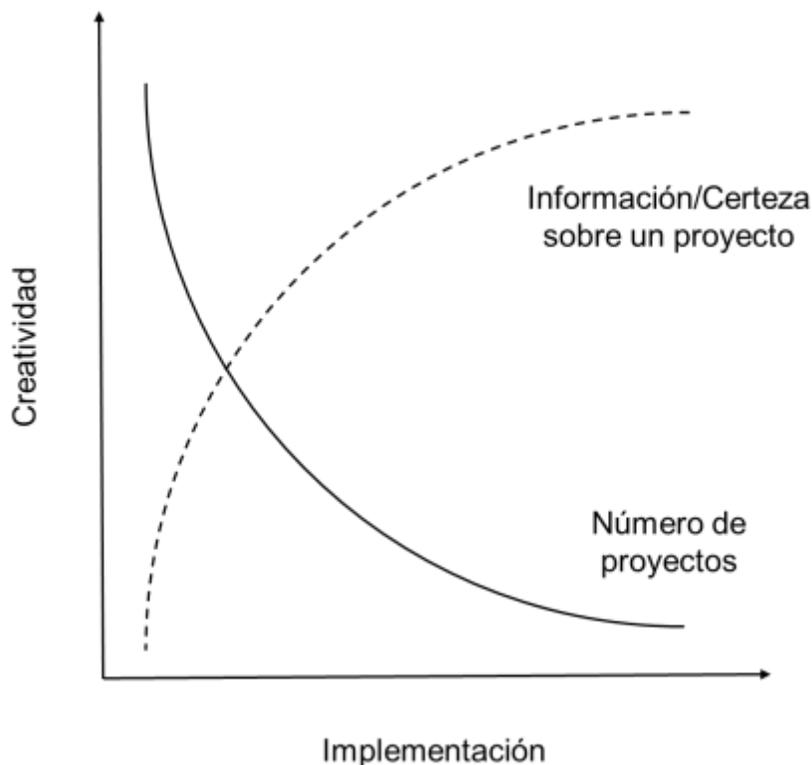


**Figura 3. Clasificación de la innovación.**

Fuente: "Management in the innovation project", J. G. Vargas-Hernández y A. García-Santillán, 2011, Journal of Knowledge Management, *Economics and Information Technology*, 7(1), p. 4

Otra característica de un proyecto de innovación es la alta tasa de fracasos; como se ilustra en el Figura 4, del gran número de proyectos de innovación que comienzan en la etapa de creatividad, la gran mayoría serán abandonados durante las diferentes etapas del proceso de innovación, con muy pocos sobreviviendo hasta la

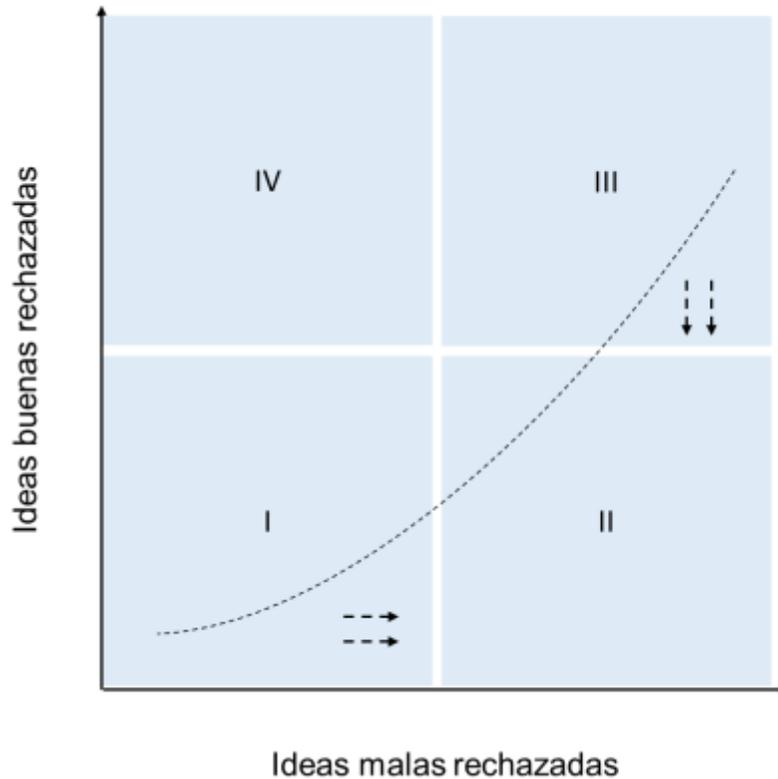
implementación, por ello se considera importante la implementación de un adecuado modelo de Administración de Riesgos.



**Figura 4. Proceso de innovación.**

Fuente: "Integrating risk management in the innovation project", J. Bowers, y A. Khorakian, 2014, *European Journal of innovation management*, 17(1), p. 35

De igual forma, los autores Bowers y Khorakian (2014), proponen que existen cuatro diferentes zonas que conjuntan la relación entre el rechazo de buenas y malas ideas; la Figura 5 muestra esta relación: la administración es muy relajada y el filtro poco eficiente en la zona 1, por lo que pocas ideas, buenas o malas, son rechazadas resultando en productos inapropiados cuando son implementadas. En ambientes muy críticos, como en la zona 3, muchas buenas y malas ideas son rechazadas. La zona 4 es el peor escenario pues rechaza todas las buenas ideas. Por otro lado, la zona 2 representa la administración de innovación más deseable con un filtro efectivo, probablemente otorgado por una Administración de Riesgos apropiada.



**Figura 5. Filtro de buenas y malas ideas.**

Fuente: "Integrating risk management in the innovation project", J. Bowers, y A. Khorakian, 2014, *European Journal of innovation management*, 17(1), p. 36

Sin embargo, alcanzar ese sistema es retador puesto que muchas empresas se pueden ver tentadas a usar procesos de Administraciones de Riesgo muy rigurosos con el fin de moverse de la zona 1 solo para terminar operando en la zona 3 (Bowers & Khorakian, 2014).

Cada Proyecto de innovación, ya sea de manufactura o servicio está compuesto por cinco etapas (Vargas-Hernández & García-Santillán, 2011):

- Creatividad: consiste en analizar y procesar señales, amenazas y oportunidades importantes en el ambiente externo e interno.
- Selección: se refiere a la evaluación y decisión preliminar considerando un punto de vista estratégico de cómo la organización puede ser mejor desarrollada; para saber a cuál señal responder.
- Incubación: pasar del desarrollo real del producto, produciendo el lote prototipo.

- Implementación: trasladar la idea potencial en algo nuevo y lanzarlo en el mercado externo e interno.
- Aprendizaje: construir base de conocimiento mediante el aprendizaje y mejorar la forma de administrar el proceso.

Finalmente, un proyecto que ha fracasado puede hacer una valiosa contribución, si la innovación es exitosa o no, la experiencia debe proporcionar una oportunidad de aprender, para que la compañía amplíe su base de conocimiento para apoyar innovaciones futuras (Tidd et al., 2005 como se cita en Vargas-Hernández & García-Santillán, 2011). No obstante, aun cuando actualmente las compañías emprenden diversas acciones que son consistentes con una buena Administración de Riesgos, estas acciones típicamente implican resolver problemas técnicos específicos en lugar de considerar la Administración de Riesgos del proyecto de manera sistemática lo cual puede producir un ambiente más riesgoso (Bowers & Khorakian, 2014).

### **Capítulo 3. Estructura Desglosada del Riesgo (RBS)**

Cada proyecto, independientemente de su tamaño y naturaleza, es un sistema abierto que interactúa y recibe retroalimentación de su entorno (Kerzner, 2013). Hoy en día, los gerentes de proyectos enfrentan desafíos cada vez más arriesgados originados por las condiciones ambientales, creando incertidumbre que podría impactar en el desempeño del proyecto; por lo que, es necesario que los gerentes identifiquen, evalúen y comprendan la probabilidad y el impacto de los riesgos (Carvalho & Rabechini Junior, 2013).

Sin embargo, a pesar de la importancia de la Administración de Riesgos en un proyecto, "se reconoce que poco se ha hecho en este aspecto" (Carvalho & Rabechini Junior, 2013, p. 2); De hecho, una encuesta a entidades de todos los tipos y tamaños mostró que sólo el 29% de éstas tenía directrices explícitas para evaluar riesgos (Beasley, Branson & Hancock, 2015). Por otra parte, las herramientas comunes tienden a producir una lista de riesgos sin una estructura o la consideración de posibles patrones de exposición al riesgo, haciendo difícil analizar los riesgos como un todo (Hillson, 2002). En este escrito, se discute una de las herramientas más útiles para manejar los riesgos del proyecto: La Estructura Desglosada de Riesgos (RBS por sus siglas en inglés).

La literatura (PMI 2009; Jen, 2010; Rivera Martínez & Hernández Chávez, 2010; Turley, 2010) muestra que hay una variedad de herramientas que podrían ser utilizadas en la Administración de Riesgos en los proyectos. Algunas de ellas son básicas (registro de riesgo, lista de verificación, clasificación de riesgo, etc.), mientras que otros son más complejos (matriz de probabilidad-Impacto, análisis FODA, árboles de decisión, etc.). Sin embargo, un estudio realizado a 70 herramientas de Administración de Proyectos indicó que las herramientas están subutilizadas a pesar de su potencial para aumentar el rendimiento del proyecto (Besner & Hobbs, 2006 citado en Jen, 2010).

En muchos proyectos se pasa por alto la Administración de Riesgos, ya que se considera una actividad administrativa, ardua y que consume mucho tiempo (Jen, 2006). Esta situación se puede originar a que las técnicas de riesgo a menudo se

centran en identificar el riesgo individual y no en los riesgos como un todo, generando largas listas de datos que sólo permiten priorizar e identificar los riesgos Top Ten (Hillson, 2002; 2007). Esto, sumado al hecho de que esta actividad suele ser realizada únicamente por el director del proyecto, hace que el equipo del proyecto no tenga conocimiento de todos los riesgos (Jen, 2006). Por ende, para asegurar que toda la información de riesgo generada sea útil y comprensible para todos, es necesario estructurar, lo que ayudará a identificar las áreas prioritarias del proyecto (Hillson, 2003; 2007).

Es decir, la larga cantidad de información de riesgos producida durante el proceso de riesgo debe ser estructurada y usada como base para actuar de manera oportuna y efectiva (Hillson, Grimaldi & Rafele, 2006). Para tal situación, David Hillson introdujo en 2002 la Estructura Desglosada de Riesgos (RBS) como una herramienta para organizar la información de riesgo en estructuras jerárquicas (Hopkinson, 2006).

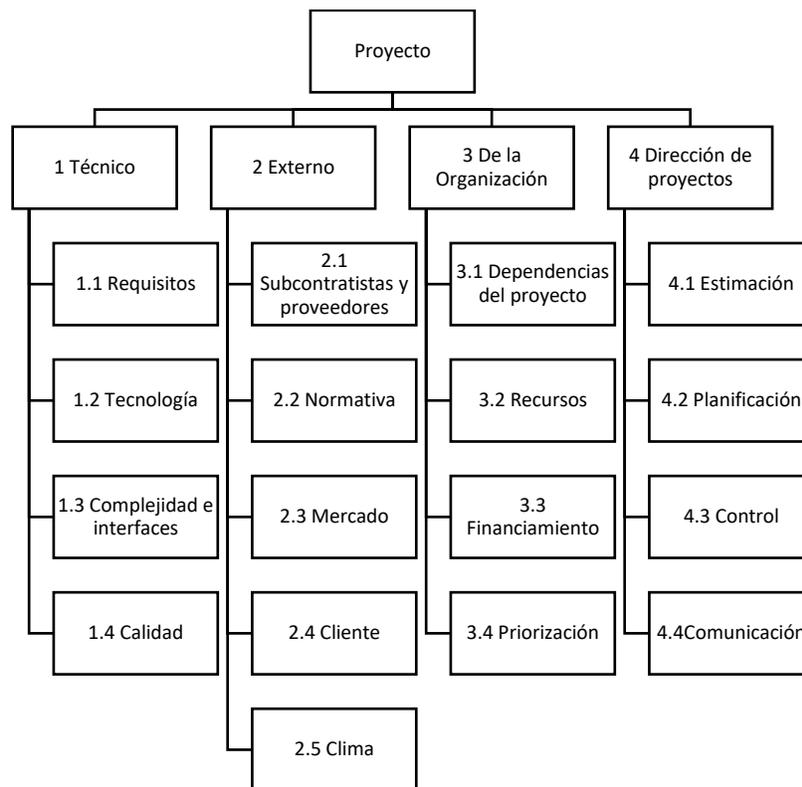
Una RBS es "una descripción organizada jerárquicamente de los riesgos del proyecto identificados, organizados por categoría de riesgo y subcategoría que identifica las diversas áreas y causas de riesgos potenciales" (PMI, 2013, p. 450). En otras palabras, un RBS es un método estructurado de Administración de Riesgos que representa el proyecto global y permite organizar los riesgos en categorías; Así, sus usos se extienden a varias fases del proyecto (Hamzaoui, Taillandier, Mehdizadeh, Breyse, y Allal, 2015). Por lo tanto, RBS es una estructura jerárquica que permite organizar a todos los factores y eventos de riesgo por grupos o categorías, resultando ser una herramienta flexible que ofrece una visión global de la exposición al riesgo (Holzmann & Spiegler, 2011 como se cita en Zou et al., 2016).

En el proceso de categorización de un RBS, existe un nivel más alto o nivel cero, en el que todos los riesgos son simplemente el riesgo del proyecto. Entonces, el nivel uno contiene todas las categorías de fuentes de riesgo pertinentes. Cada una de ellas puede subdividirse en subcategorías con más información detallada (de los Ángeles López, Albanese, & Sánchez, 2014). La Tabla 9 ilustra un ejemplo de RBS en dos niveles, la Figura 6 muestra su estructura de manera gráfica.

**Tabla 9. Ejemplo del formato de una RBS**

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
0. Riesgos del proyecto	1. Riesgos técnicos	1.1 Definición del alcance
		1.2 Definición de los requerimientos
		1.3 Estimaciones, asunciones y restricciones
		1.4 Procesos técnicos
		1.5 Tecnología
		1.6 Interfaz técnica
		1.7 Diseño
		1.8 Desempeño
		1.9 Mantenimiento
		1.10 Seguridad personal
		1.11 Seguridad contra el delito
		1.12 Pruebas y aceptación
0. Riesgos del proyecto	2. Riesgos de administración	2.1 Administración del proyecto
		2.2 Administración del programa/portafolio
		2.3 Administración de las operaciones
		2.4 Organización
		2.5 Recursos
		2.6 Comunicación
		2.7 Información
		2.8 Salud, seguridad y medio ambiente
		2.9 Calidad
		2.10 Reputación
0. Riesgos del proyecto	3. Riesgos comerciales	3.1 Términos y condiciones contractuales
		3.2 Adquisiciones internas
		3.3 Proveedores y vendedores
		3.4 Subcontratos
		3.5 Cliente/estabilidad del consumidor
		3.6 Asociaciones y joint ventures
0. Riesgos del proyecto	4. Riesgos externos	4.1 Legislación
		4.2 Tipos de cambio
		4.3 Infraestructura
		4.4 Ambiente
		4.5 Competencia
		4.6 Regulación
		4.7 Política
		4.8 País
		4.9 Sociedad/demografía
		4.10 Grupos de presión
		4.11 Fuerzas mayores

Fuente: *Understanding Risk Exposure Using Multiple Hierarchies*, Hillson y Simon, 2007 como se cita en Hillson, 2007, *PMI Global Congress EMEA Proceedings – Budapest*, PMI recuperado el 24 de septiembre de 2016, <http://www.pmi.org/learning/library/understanding-risk-exposure-multiple-hierarchies-7367>, p. 3



**Figura 6. Ejemplo de la estructura de una RBS.**

Fuente: *Project Management Body of Knowledge: PMBOK GUIDE* (p. 317), PMI, 2013, Newtown Square, Pa: Project Management Institute

Por lo tanto, una RBS muestra eficazmente el nivel de riesgo de un elemento en cierto nivel, cómo se forma y cuáles son los elementos que lo crean conjuntamente; además organiza los riesgos de forma jerárquica en Categorías, Factores y Gravedad o Consecuencias permitiendo añadir los niveles necesarios para identificar los factores desencadenantes del riesgo (Munier 2014).

La literatura ha propuesto diferentes clasificaciones del riesgo, una forma posible es descomponer el riesgo interno y externo, desde el punto de vista de la organización. Hall y Hulett (2002 como se cita en Stosic, 2016) sugieren la clasificación de los riesgos identificados por su fuente; no obstante, hay pocos estudios enfocados en la definición de metodología para identificar los riesgos de proyectos de innovación (Hillson, 2002; Keizer, Halman y Song, 2002 como se citan en Stosic, 2016). Con respecto a este estudio, se considerará la clasificación de tres elementos ya

mencionada con antelación (tecnología, organización y ambiente), sin embargo, también se observarán otras clasificaciones como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10. Estudios previos para categorizar al riesgo**

Autor	Categorías de riesgo
Keizaer, Halman y Song (2002)	Riesgos tecnológicos, organizacionales y de negocios.
Ghosh y Jintanapakanont (2004)	Riesgos financieros y económicos, legales y contractuales, relacionados con sub-contratos, operacionales, sociales y de seguridad, de diseño, de fuerza mayor, físicos y de retraso.
Nielsen (2006)	Riesgos de entrega/operacionales, tecnológicos, financieros, adquisiciones, políticos, ambiente, sociales y económicos.
Murray, Grantham, and Damle (2011)	Riesgos tecnológicos y operacionales, económicos y financieros, de adquisiciones y contractuales, políticos, ambiente, sociales, regulatorios y legales, de seguridad y de retrasos.

Fuente: "Risk identification in product innovation projects: new perspectives and lessons learned", B. Stosic, M. Mihic, R. Milutinovic, y S. Isljamovic, 2017, *Technology Analysis & Strategic Management*, 29(2), p. 136

Mehdizadeh, Breyse, Taillandier y Niandou (2013) proponen un método para construir una RBS a la medida en proyectos; como punto de referencia ellos analizaron más de 90 artículos científicos sobre caso de Administración de Riesgos en los cuales la RBS fue el principal método para la identificación y análisis de riesgos. Antes de iniciar con este proceso se debe elaborar una base de riesgos mediante la identificación de aquellos más significativos (se generó una base inicial de 320 riesgos generales). Entonces, los riesgos deben ser clasificados, para esta etapa, una de las más retadoras situaciones fue identificar y clasificar riesgos en paralelo, por lo cual se requirió una revisión iterativa; así también, cabe resaltar que cada categoría fue dividida en sub-categorías según se fue requiriendo.

Después de que la base de datos es creada, se debe definir los requerimientos principales del usuario y elegir los riesgos más probables disponibles en la base de datos; para entonces generar todas las posibles RBS combinando los posibles

riesgos, estableciendo un número homogéneo de niveles. Estas RBS representan los diferentes escenarios de una misma base de conocimiento, y para cada situación en particular, se considera que uno de esos escenarios provee la representación más adecuada (Mehdizadeh, et al., 2013). Finalmente se procede a seleccionar la RBS más viable tomando en cuenta los siguientes criterios (Mehdizadeh et al. 2012 como se cita en Mehdizadeh, et al., 2013):

- Un RBS debe cubrir todos los riesgos considerados en un proyecto dado, considerando la base de datos y de ser necesario, ampliar la misma.
- Las ramas de la RBS deben contemplar un nivel suficiente de detalle.
- La RBS debe descomponer los riesgos de acuerdo con la opinión del usuario.
- La RBS debe descomponer los riesgos resaltando los más importantes.

### **Ventajas y área de oportunidad**

Investigaciones (Hillson, 2003; Hopkinson, 2006; Holzmann & Spiegler 2011; Hamzaoui et al., 2015; de los Ángeles López et al., 2014) indican que la estructuración de los riesgos en marcos jerárquicos proporciona una formalización de la exposición general al riesgo que facilita la comprensión, identificación y evaluación de todos los riesgos del proyecto, especialmente aquellas áreas que son puntos críticos y requieren ser gestionados exhaustivamente.

A su vez, Hillson (2002, como se cita en Hillson et al., 2006) señala de manera específica que los principales usos y beneficios de una RBS son:

- Identificación de riesgos: los niveles superiores de la RBS pueden ser usados como una lista de riesgos para asegurar una cobertura completa; por otro lado, los niveles inferiores pueden ser usados como una lista de control. Esto permite que los puntos ciegos en el proceso de identificación de riesgos no sean omitidos y revela posibles duplicaciones.
- Evaluación de riesgos: los riesgos identificados pueden ser mapeados en la RBS y categorizados según su fuente, permitiendo exponer las fuentes más significativas del riesgo, indicando las áreas de dependencia o correlación

entre riesgos. Entonces, el desarrollo de respuestas al riesgo puede enfocarse en áreas de alto riesgo.

- Comparación de alternativas: los riesgos asociados con licitaciones pueden ser comparados directamente en la misma RBS a fin de estructurar los riesgos asociados; así mismo, puede proporcionar un insumo para examinar opciones alternativas o decisiones de inversión.
- Reporte de riesgos: diferentes interesados necesitan niveles diferentes de reporte. La RBS puede servir para transferir información hasta los altos niveles de administración, así como desde los niveles superiores, con información más detallada, hasta el equipo de proyecto. También provee de un lenguaje de reporte de riesgos consistente, reduciendo los malentendidos.
- Lecciones aprendidas para futuros proyectos: la información de los riesgos post-proyecto puede ser capturada, usando una RBS como marco de referencia. Esto puede revelar riesgos genéricos, permitiendo el desarrollo de respuestas preventivas, y alimentar acciones efectivas para proyectos futuros.

Por último, una RBS puede considerar no sólo los resultados sino también aspectos adicionales intangibles tales como las condiciones del mercado, el comportamiento del cliente, las habilidades del equipo y el entorno externo (Jen, 2010), amplificando su espectro de uso.

No obstante, la RBS tiene varias limitaciones, "el hecho es que una norma o consenso 2012, sobre cómo clasificar los riesgos no existe actualmente" (Rasool, et al., p. s73). Dado que cada usuario crea su propio RBS, es difícil identificar buenas prácticas para crear estructuras jerárquicas claras y coherentes para cada industria (Rasool et al., 2012).

Además, se sugiere que la RBS es una herramienta rígida que reduce la creatividad para identificar los riesgos en contraste con otras herramientas como la lluvia de ideas (Forbes, Smith y Horner, 2008). Otras desventajas son el probable evento de que un riesgo pueda encajar en más de una categoría de RBS, o no pueda encajar completamente en ninguna categoría (Rasool et al., 2012). Sin embargo, los

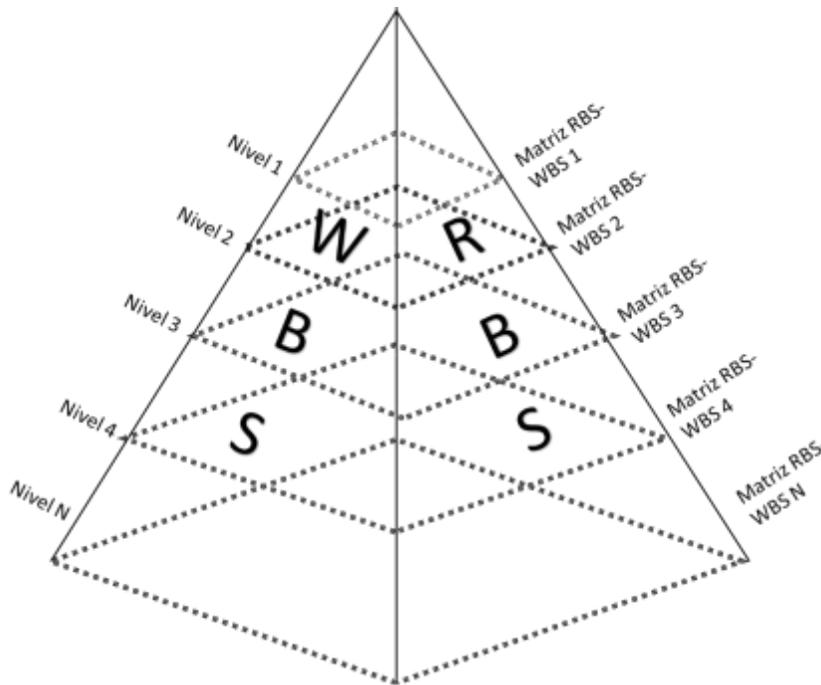
profesionales siguen trabajando para encontrar enfoques apropiados, por ejemplo, la herramienta desarrollada por Holzmann y Spiegler (2010) que tuvo una aplicación exitosa.

Otro problema puede surgir de la definición de las reglas que no permiten transferir información cualitativa/cuantitativa a través de la estructura, es decir, las técnicas comunes para evaluar el efecto de todos los eventos de riesgo legados a cada categoría de riesgo no es lo suficientemente desarrollada para considerar los valores y el número de riesgos influenciados.

### **RBS y otras estructuras desglosadas**

La Estructura de Desglose del Trabajo (WBS por sus siglas en inglés), es una herramienta indispensable para diversos propósitos como: asignar costos a diferentes paquetes de trabajo, es decir, unidades elementales de un proyecto, descomponer el proyecto, permitiendo un estudio detallado, y vincular jerárquicamente el alcance con el presupuesto a fin de que el costo total pueda ser registrado y los costos puedan ser controlados (Munier, 2014). Esta estructura se utiliza junto con la Estructura desglosada del Riesgo (RBS) como una manera de analizar e identificar riesgos (Gray & Larson, 2011), representado una imagen de los paquetes de trabajo y el riesgo asociado a cada uno, mientras que muestra qué áreas del trabajo son las más riesgosas para enfocarse en ellas (Hillson, 2007; Stosic, Isljamovic, & Mihic, 2013). Es decir, su combinación con la WBS aumenta los beneficios de la RBS.

La WBS y la RBS pueden ser visualizadas como dos triángulos, cuyas dimensiones dependen del número de niveles y el grado de detalle en cada nivel, así, si las dos estructuras cuentan con el mismo número de niveles, es posible conjuntarlas para formar las caras de una pirámide cuya estructura se puede observar en la Figura 7:



**Figura 7. Pirámide del riesgo.**

Fuente: "Managing project risks using a cross risk breakdown matrix", D. Hillson, S. Grimaldi, y C. Rafele, 2006, *Risk management*, 8(1), p. 70.

Otras estructuras pueden complementar a la RBS y crear una matriz jerárquica (Aleshin, 2001, Hillson et al., 2006, como se cita en Mehdizadeh, Breysse, Taillandier, & Niandou, 2011). Con la Estructura Desglosada de la Organización (OBS), que describe jerárquicamente la organización del proyecto, es posible identificar las responsabilidades de diferentes personas y proponer posibles propietarios de los riesgos. Por otro lado, la Estructura desglosada de Costos (CBS), que muestra jerárquicamente los elementos de costo del proyecto, puede utilizarse para analizar la probabilidad y el impacto potencial de los riesgos en el costo planeado, lo que permite obtener un presupuesto de riesgo más preciso y proponer áreas donde las eventualidades podrían aparecer (Hillson, 2007).

Adicionalmente, el combinar diferentes estructuras de desglose junto con la RBS contribuye a obtener información adicional sobre los riesgos del proyecto, facilitando la Administración de Riesgos del proyecto en un nivel de detalle adecuado a las características y requisitos del proyecto (Hillson 2007; Stosic et al., 2013). Es decir, la RBS es una técnica que por sí misma ofrece muchas ventajas durante la

Administración de Riesgos de los proyectos; pero estos beneficios aumentan cuando se usan junto con otras estructuras desglosadas.

Por ejemplo, la combinación de una RBS con una WBS puede ser usada para generar estructuras matriciales como se muestra en la Tabla 11, permitiendo al equipo de proyecto administrar los riesgos a un nivel de mayor detalle apropiado para el contexto del proyecto. En este caso, para cada celda que contiene riesgos, el valor de cada riesgo se calcula utilizando dos componentes: la probabilidad de ocurrencia (P) y el grado de impacto (M). La probabilidad está relacionada con la presencia de un riesgo en la RBS, y el impacto se refiere al efecto de ese riesgo en la WBS.

**Tabla 11. Matriz desglosada del riesgo**

			RBS				
			Fuentes de riesgo				
			Pi,1	Pi,2	Pi,3	...	Pi,n
WBS	WP1	I1,J					
	WP2	I2,J					
	WP3	I3,J					
Paquetes de trabajo	WP4	I4,J					
	WP5	I5,J					
	...	...					
	WPm	Im,J					

Adaptación: "Managing project risks using a cross risk breakdown matrix", D. Hillson, S. Grimaldi, y C. Rafele, 2006, Risk management, 8(1), p. 64.

El cálculo del valor de cada riesgo puede determinarse de diversas maneras, según la disponibilidad de datos (Grimaldi y Rafele, 2002; Project Management Institute, 2004 como se cita en Hillson et al., 2006):

- Escala ordinal: el grado de impacto (M) y el índice de ocurrencia (P) se evalúan usando etiquetas descriptivas (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, etc.).
- Escala cardinal: tanto el grado de impacto como el índice de ocurrencia se dividen en clases, distinguidas con valores numéricos incluidos en escalas predeterminadas adimensionales (por ejemplo, de 1 a 9)

- Enfoque cuantitativo: en el que el grado de impacto está relacionado con el parámetro influenciado directamente por el riesgo (por ejemplo, retraso temporal, aumento de los costos u otro), mientras que la probabilidad de ocurrencia suele describirse como un porcentaje (de 1 a 99%).

Hillson (2007) propone otra estructura jerárquica derivada de la RBS conocida como Estructura Desglosada del Impacto del Riesgo (RIBS por sus siglas en inglés), la cual es definida como una agrupación de riesgos que define la exposición potencial total de los riesgos considerando el impacto. Así mapear la RBS en conjunto con la RIBS permite analizar los tipos de riesgos a los cuales el proyecto está expuesto, indicando las áreas de mayor conflicto que requieren atención oportuna, un ejemplo de RIBS se muestra en el Tabla 12.

Así también, Hillson (2007) ha diseñado combinaciones de estas estructuras jerárquicas para dar una imagen más amplia de la exposición que un proyecto tiene al riesgo:

- RBS x WBS. Matriz Desglosada del Riesgo (RBM por sus siglas en inglés), que combina la WBS (trabajo) con la RBS (fuentes del riesgo), para así revelar los tipos de riesgo que afectan determinadas áreas del proyecto.
- RBS x RIBS. Combinando estas estructuras se busca encontrar las fuentes del riesgo y su impacto potencial en los objetivos del proyecto. Se dice que las áreas más importantes en la matriz muestran cadenas causa-efecto que sirven para desarrollar planes de respuesta al riesgo.
- RIBS x CBS. Mapeando la RIBS (tipos de riesgo) y la CBS (estructura del costo) se busca encontrar las áreas que son más probables de generar un fuerte impacto en el presupuesto del proyecto.

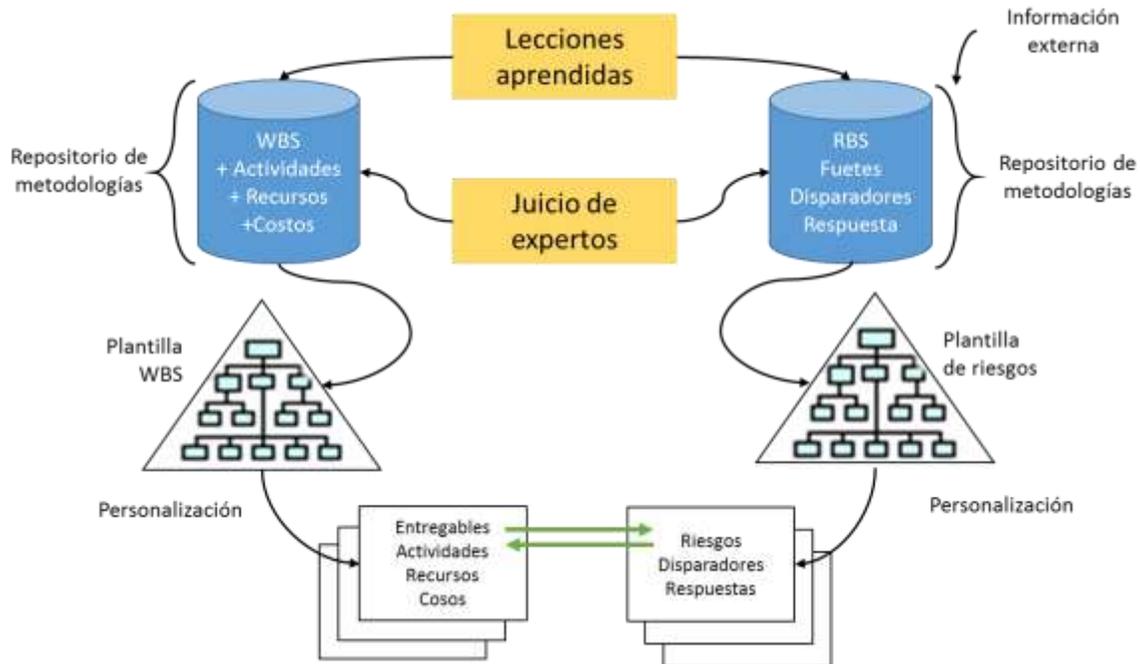
**Tabla 12. Estructura Desglosada del Impacto del Riesgo (RIBS)**

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
Impacto en el proyecto	1 Impacto en el tiempo	1.1 Duración del proyecto
		1.2 Ajuste de fase
		1.3 Hitos intermedios
		1.4 Float
		1.5 Entregas programadas
		1.6 Vida útil del producto
		1.7 Obsolescencia
	2 Impacto en el costo	2.1 Rentabilidad
		2.2 Margen
		2.3 Flujo de efectivo
		2.4 Proveer recurso
		2.5 NPV
		2.6 ROI
		2.7 Costos totales
		2.8 Costo de propiedad
		2.9 Daño de propiedad
		2.10 Reserva para contingencias
	3 Impacto en el alcance y calidad	3.1 Desempeño
		3.2 Funcionalidad
		3.3 Formalidad
		3.4 Mantenimiento
		3.5 Potencial de expansión
		3.6 Seguridad
	4 Impacto en otros objetivos	4.1 Protección
4.2 Cumplimiento normativo		
4.3 Reputación		
4.4 Cadena de suministro		
4.5 Caso de negocio		
4.6 ....		

Fuente: "Understanding Risk Exposure Using Multiple Hierarchies", Hillson, 2007, *PMI Global Congress EMEA Proceedings* – Budapest, PMI recuperado el 24 de Septiembre de 2016, <http://www.pmi.org/learning/library/understanding-risk-exposure-multiple-hierarchies-7367>, p. 4

Finalmente, Villar (2004) propone un modelo basado en repositorios con la combinación de RBS y WBS para identificar riesgos, analizarlos cualitativamente, generar un plan de respuesta al riesgo, controlarlos y gestionar las lecciones aprendidas; este modelo está compuesto por tres elementos: dos repositorios (metodologías y riesgos), dos plantillas (Metodología-RBS) y cuatro relaciones

(Riesgos-Entregables, Riesgos-Actividades, Riesgos-Recursos, Riesgos-Costos). Es decir, el modelo propone, extraer de los repositorios, las plantillas de Metodología y Riesgos, las cuales deben ser personalizadas al proyecto. El modelo se puede observar en la Figura 8.



**Figura 8. Modelo de integración WBS-RBS.**

Fuente: "Modelo Para Medir Impacto Del Riesgo Usando El WBS Y El RBS", V. Villar, 2004, *PMI Global Congress Proceedings-Buenos Aires, Argentina*, p. 4

### Enfoques de la Risk Breakdown Structure (RBS)

La RBS tiene desventajas, la más importante es la falta de consenso para desarrollarla (Rasool, Franck, Denys, & Halidou, 2012). De hecho, el desarrollo de RBS aumenta, existiendo actualmente varios enfoques; algunos de estos proponen elaborar estructuras genéricas, otros, estructuras orientadas a una industria particular (Holzmann & Spiegel, 2011), y una tercera opción la creación de estructuras adaptadas a las características de la empresa (de los Ángeles López et al., 2014). Arican (2005 como se cita en Rodríguez López & Hruškovič, 2007) también trabajó con las RBS en su proyecto de tesis, en el cual analizó las carencias de los sistemas de soporte de la gerencia de riesgos. Un enfoque fundamental está basado en la clasificación de los riesgos según su origen: riesgos externos o riesgos

internos; en este caso los riesgos externos son aquellos cuyas causas están fuera del control de la empresa, los riesgos internos por otro lado son aquellos que la empresa puede manejar directamente (Kiser and Cantrell, 2006 como se cita en Holzmann & Spiegler, 2010; de los Ángeles López et al., 2014).

A su vez, Hall & Hulett (2002 como se cita en Hillson, 2002) señalan otro esfuerzo realizado por el Universal Risk Project, el Risk Management Specific Interest Group of the Project Management Institute (PMI Risk SIG) y el Risk Management Working Group del International Council on Systems Engineering (INCOSE RMWG), quienes produjeron una lista estructurada de los riesgos universales que puede ser aplicada a todo tipo de proyecto en el sector industrial, gobierno y actividad comercial. Un ejemplo de ésta RBS se representa en la Tabla 13. Así también, el Universal Risk Project ha desarrollado estructuras RBS específicas para consultoría en diversas industrias con diferentes tipos de proyectos, incluyendo desarrollo de software de defensa, suministro de energía, desarrollo de vacunas farmacéuticas, administración de construcción, ingeniería general y telecomunicaciones (Hillson, 2002).

Tah y Carr (2001 como se cita en Holzmann & Spiegler, 2010) sugirieron otra clasificación, dividiendo a los riesgos externos en: económicos, físicos, políticos y tecnológicos; por otra parte, a los riesgos internos los relacionaron según su cobertura: paquete individual de trabajo y riesgos globales que no pueden ser asociados con un paquete de trabajo en particular. Un enfoque adicional fue presentado por Tchankova (2002 como se cita en Holzmann & Spiegler, 2010), quien presenta el riesgo mediante diagramas de árbol que representan las diferentes áreas ambientales en las cuales los riesgos son originados, incluyendo factores físicos, sociales, políticos, operacionales, económicos, legales y cognitivos-ambientales.

Otro enfoque fue sugerido por Cohen y Palmer (2004 como se cita en Holzmann & Spiegler, 2010), clasificando los riesgos considerando las etapas del ciclo de vida de los proyectos: inicio, planeación, construcción y etapa de rotación que concluye el proyecto. En el mismo sentido, Das y Teng (1999 como se cita en Holzmann &

Spiegler, 2010) presentaron un enfoque similar para el caso de alianzas estratégicas, dividiendo a los riesgos en cuatro niveles: selección del socio, estructuración, operación y evaluación del desempeño.

**Tabla 13. RBS para proyectos genéricos**

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
Riesgos del proyecto	Administración	Corporativo	Historia/experiencia/cultura	
			Finanzas	
			...etc...	
		Clientes e interesados	Historia/experiencia/cultura	
			Contratos	
			Definición de requerimientos y estabilidad	
	Externos	Ambiente natural	Ambiente físico	
			Infraestructura/sitio	
			Servicios locales	
			...etc...	
		Cultura	Política	
			Legal/regulación	
			Grupos de interés	
			...etc...	
			Economía	Mercado laboral
				Condiciones laborales
Mercado financiero				
...etc...				
Tecnológicos	Requerimientos	Incertidumbre del alcance		
		Condiciones de uso		
		Complejidad		
		...etc...		
	Desempeño	Tecnología madura		
		Limites tecnológicos		
		...etc...		
		Aplicación	Experiencia organizacional	
Conjunto de habilidades personales y experiencia				
Recursos físicos				
...etc...				

Fuente: “Use a risk breakdown structure (RBS) to understand your risks”, D. Hillson, 2002, En *Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium (Vol. 10)*. October 3–10, San Antonio, Texas, US, PMI, recuperado el 24 de septiembre de 2016, <https://www.pmi.org/learning/library/risk-breakdown-structure-understand-risks-1042>, pp. 2-3

De la Rosa et al. (2014) refieren que otro tipo de RBS se integra por aquellas orientadas a una industria, las cuales consisten en “la aplicación de la herramienta a una organización o tipo de proyecto determinado” (De la Rosa et al., 2014, p. 69).

Por un lado, aparecen los proyectos de construcción los cuales pueden ser extremadamente complejos e implicar varios riesgos que afectan su éxito, ya que

muchas partes con diferentes objetivos e intereses están involucradas (Hamzaoui et al, 2015; Banaitiene & Banaitis, 2012; Rasool et al., 2012). Esto podría inducir la existencia de excesos de costos y retrasos en el cronograma (Rasool et al., 2012). Por lo tanto, "mejorar el proceso de Administración del Riesgo es un desafío clave" (Mehdizadeh, Breysse, & Chaplain, 2011 como se cita en Rasool et al., 2012, p. s78).

Debido a las ventajas de RBS, se han elaborado diferentes propuestas; para los proyectos de construcción, Mustafa Ya Al-Bahar (1991) propusieron un modelo denominado Proceso Analítico-Jerárquico (AHP por sus siglas en inglés) para los proyectos de construcción, el cual estructura a los riesgos en seis categorías: riesgos por *actos de Dios*, riesgos físicos, riesgos financieros y económicos, riesgos políticos y ambientales, riesgos de diseño y riesgos relacionados con el sitio de trabajo.

Tummala y Burchett (1999, como se cita en Holzmann & Spiegler, 2011) desarrollaron una estructura para un proyecto de construcción de transmisión que consiste en seis categorías: fianzas y economía, política y elementos ambientales, diseño, sitio de construcción, elementos físicos, y *actos de Dios*; una estructura similar fue presentada por Dey (2002 como se cita en Holzmann & Spiegler, 2011) para proyectos de construcción de gran escala, clasificando los proyectos en: riesgos técnicos, riesgos financieros, riesgos económicos y políticos, riesgo organizacional, riesgos legales de liquidación y *actos de Dios*.

Mehdizadeh, Breysse y Capellán (2011 como se cita en Hamzaoui et al., 2015) propusieron una estructura para proyectos de construcción dinámicos, multi-escala y multi-perspectiva. Él método pretende generar todas las posibles RBSs para entonces seleccionar las más apropiadas usando un análisis multi-criterio y considerando la etapa en la cual se encuentra el proyecto, los interesados y los objetivos; así mismo, el modelo clasifica a los riesgos de acuerdo a siete fases: fase de diseño, implementación, control y evaluaciones operacionales, operación, mantenimiento, desmantelamiento y administración.

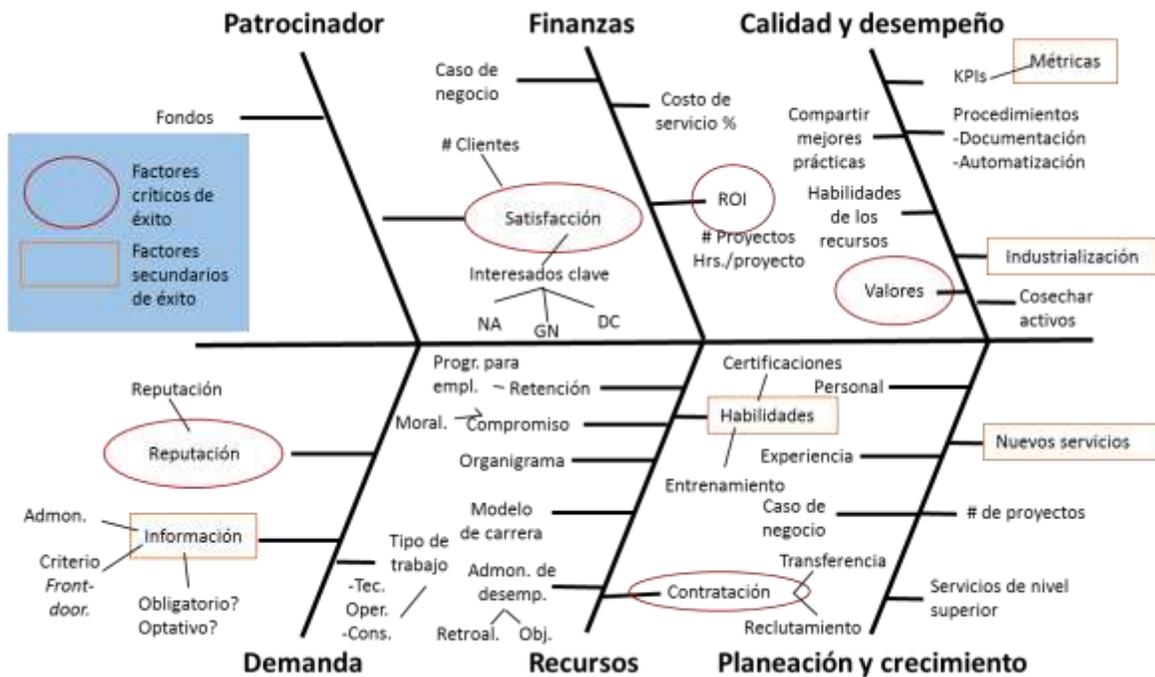
Sigmund y Radujković (2014) definieron una RBS para proyectos de construcción en edificios existentes, en donde categorizan los riesgos de acuerdo a sus orígenes: riesgos externos y riesgos internos. Posteriormente esta herramienta fue sometida a la evaluación de expertos a fin de obtener una RBS final que agregaba otra clasificación conocida como Riesgos de la realización del proyecto, los cuales son originados por la complejidad del trabajo.

Por otro lado, los proyectos tecnológicos están expuestos a dos grandes riesgos: el cambio de tecnología y los procesos operativos para explotar las nuevas funciones tecnológicas, lo que lleva a la necesidad de desarrollar herramientas para enfrentar los riesgos (Gituru, 2016). Miller and Lessard (2001 como se cita en Holzmann & Spiegler, 2011) sugieren un modelo que clasifica a los riesgos de proyectos a gran escala de ingeniería en tres categorías: riesgos relacionados con el mercado, riesgos de término y riesgos institucionales. En el área del desarrollo de software, el Software Engineering Institute (Hillson, 2002; Holzmann & Spiegler, 2011) propuso una taxonomía basada en riesgos para el desarrollo de proyectos, que recomienda tres categorías: ingeniería de producto, ambiente de desarrollo y restricciones del programa.

Holzmann y Spiegler (2011 como se cita en de los Ángeles López et al., 2014) desarrollaron una RBS para una empresa de tecnología de la información en Israel, cuya metodología se basó en la recopilación de información histórica-descriptiva que proveyó la empresa, para posteriormente analizar los riesgos, asignarles códigos de identificación y agruparlos para finalmente generar una estructura jerárquica. De esta metodología se encontró que los niveles más amplios eran: especificaciones del producto y definición del trabajo, y participación del cliente y comunicación, es decir, el principal generador de riesgo en la empresa eran los recursos humanos.

De los Ángeles López et al., (2014) tomando como base trabajos anteriores de RBS, elaboraron un modelo de aplicación para todas las organizaciones que estuviesen sujetas a la normativa del Banco Central de la República Argentina y se encuentra en un proyecto de implementación de *cloud computing*. Para dar inicio al proceso,

se obtuvo una lista de los riesgos más significativos a través de revisiones bibliográficas para posteriormente clasificarlas en cuatro categorías tomando en cuenta la normativa del Banco Central de la República Argentina (Comunicaciones A2529, A5042 y A4793 sobre riesgos operaciones): riesgos estratégicos, riesgos reputacionales, riesgos legales y riesgos operacionales.



**Figura 9. Técnica de Riesgos basada en el Diagrama Visual de Ishikawa (VIRT).**

Fuente: "Visualizing Risk Management – A new approach", R. Jen, 2010, en *PMI, PMI Global Congress*, Washington, DC, viewed 24 September 2016, <http://www.pmi.org/learning/library/visual-ishikawa-risk-technique-breakdown-6575>, p. 3

Por otro lado, Jen (2010) desarrolló una herramienta basada en los principios de la RBS, a la cual denominó Técnica de Riesgos Basada en el Diagrama Visual de Ishikawa (VIRT por sus siglas en inglés). Esta técnica consiste en la creación de una estructura conocida como el diagrama causa-efecto o de pescado en el cual se reflejarán los diferentes niveles de la RBS, es decir de la exposición al riesgo. Esta estructura se crea tomando como base una RBS para posteriormente hacer un análisis de escenarios que identifique los principales puntos de posibles fallos y obstáculos más significantes, es decir, encontrar las áreas críticas de riesgo. Como ejemplo de esta herramienta, se muestra en la Figura 9.

## Risk Breakdown Structure e innovación

Teniendo en mente que la innovación implica riesgos considerables que causan que más de la mitad de las empresas de innovación fallen (Murray, Grantham y Damle, 2011), por ello Milutinovic & Stosic (2016) buscaron elaborar un modelo para la Administración de Riesgos en Proyectos de Innovación. Este modelo se base en dos herramientas, la RBS y el Análisis Modal de Fallos y Efectos (FMEA por sus siglas en inglés), el cual es un método proporcionado por el US MILITARY STANDER 11629<sup>a</sup> (1980) describiéndolo como un conjunto de procedimientos para analizar todos los fallos potenciales a fin de determinar los resultados o efectos que estos tendrán en el sistema; posteriormente estos se clasifican de acuerdo a su severidad. Así, ellos crearon un método híbrido para la evaluación de productos de innovación, cabe resaltar que la principal función de la RBS en este método es la de proporcionar una estructura para la identificación de riesgos, empleando una matriz RBM elaborada a partir de la combinación de RBS-WBS.

**Tabla 14. Matriz Híbrida RBM**

		Estructura Desglosada del Riesgo				
		Investigación preliminar	Construcción del caso de negocio	Desarrollo	Pruebas y desarrollo	Producción y lanzamiento
Estructura Desglosada del Riesgo	Riesgos Tecnológicos	Riesgos tecnológicos del producto				
		Riesgos tecnológicos de manufactura				
		Riesgos de propiedad intelectual				
	Riesgos Organizacionales	Riesgos de cadena de suministros y abastecimiento				
		Proyección y evaluación				
		Riesgos organizacionales y de administración de riesgos				
	Riesgos de negocio	Riesgos de familia de productos				
		Riesgos de aceptación del consumidor				
		Riesgos de compra del consumidor				
		Riesgos de competencia				
		Riesgos de viabilidad comercial				
		Riesgos de aceptación pública				

Fuente: "The concept of hybrid method for risk assessment in new product development", R. Milutinovic, y B. Stosic, 2017, en *XV International symposium Symorg 2016: Reshaping the Future Through Sustainable Business Development and Entrepreneurship*. Zlatibor, Serbia: Ondrej Jaško, Sanja Marinković, pp.1433

Los autores establecen que “la idea básica del Método Híbrido es una nueva forma para calcular todos los riesgos de relevancia, adaptada para identificar y evaluar los riesgos de los proyectos de innovación” (Milutinovic & Stosic, 2016, p.1433). El primer paso que propone este método es definir las dimensiones de la RBS y WBS, posteriormente se debe determinar la probabilidad de ocurrencia de las categorías de riesgo que están relacionadas con el proyecto de innovación; entonces se procederá a determinar el impacto que estas categorías pueden tener en ciertas fases del proyecto de innovación. Entonces, se determina la probabilidad de que una categoría en particular sea detectada a tiempo, en otras palabras, antes de la realización del riesgo y su impacto negativo, se recomienda calcular el RPN; así, para registrar aquellas categorías de mayor peso en una etapa específica, elaboraron una herramienta gráfica que se ejemplifica en la Tabla 14.

Este modelo fue aplicado en Serbia en febrero de 2009, en un proyecto para la mejora de la cartera de productos de una empresa regional líder en la industria del café. El proyecto inició con la definición de la WBS y la RBS considerando el modelo Stage-Gate, que incluye cinco primeras etapas en el nivel 1 de la WBS: (1) Análisis inicial (2) primera investigación rápida (3) elaboración del caso de negocio (4) desarrollo (5) evaluación y validación (6) producción y lanzamiento. Las fuentes de riesgo variaron según la etapa del proyecto, por ejemplo, durante la segunda etapa la tecnología fue el elemento más retador, por otro lado, en la tercera etapa lo fue la planeación del proyecto y el diseño del nuevo producto. Finalmente, en la última etapa los riesgos disminuyeron considerablemente (Stosic et al., 2013; Stosic et al., 2017).

Al analizar la RBM, los hallazgos más importantes fueron: la relación entre el proceso de *Desarrollo* en la RBS y el de la WBS, el descubrimiento de que la fase con más riesgos fue la *Elaboración del case de negocio*, y que el riesgo más importante fue el *Presupuesto*. Así, con base en la administración eficiente y eficaz del riesgo, los costos de los proyectos de desarrollo de nuevos productos se redujeron con éxito al 30% y 60% de los recursos separados asignados a medidas preventivas y reactivas, los métodos de eventos de riesgo permanecieron en el

presupuesto de la empresa y sólo el 20% de los eventos de riesgo acontecieron (Stosic et al., 2013; Stosic et al., 2017). Finalmente, el producto fue lanzado al mercado en enero de 2014, se trató de un café con un nuevo sabor, un diseño innovador y un nuevo método de envasado al vacío en los mercados regionales (Stosic et al., 2017).

Después de revisar diversas investigaciones realizadas, no se encontró evidencia de un mayor número de trabajos relacionados con la aplicación de la RBS en proyectos de innovación, por lo cual, este trabajo se basará principalmente en las investigaciones antes mencionadas.

Adicionalmente, la literatura (Miorando, Ribeir & Cortimiglia, 2014). propone una lista de riesgos que pueden presentarse en proyectos de innovación, cabe resaltar que, aunque estos contemplan únicamente proyectos de Tecnología de Información, pueden ser trasladados hacia proyectos de otras áreas. La lista puede ser apreciada en la Tabla 15

**Tabla 15. Principales riesgos asociados con proyectos de Innovación de Tecnologías de Información (TI)**

<b>Categoría de Riesgos</b>	<b>Factores de Riesgo</b>	<b>Referencias</b>
Costos	Presupuesto	6, 11, 13 18, 20, 21, 24, 27
	Exposición financiera	8, 11, 12, 13, 18, 20, 26, 27
	Estimaciones y contingencias	2, 10, 12, 16, 24, 25, 26
Beneficios	Claridad del beneficio	3, 4, 11, 13, 15, 17, 19, 24
	Confiabilidad del beneficio	3, 4, 10, 18
	Validación del beneficio	3, 4, 11, 13, 18
	Plan de logros del beneficio	3, 4, 11, 13, 17, 18
	Medición del beneficio	3, 4, 6, 15, 21, 25
	Métricas del beneficio	3, 4, 15, 17, 19, 21
	Proceso de captura del beneficio	13, 15, 18, 20, 25
Habilidades y experiencia	Habilidades de TI	5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 20, 21,22, 24, 27
	Habilidades de negocio	5, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 19, 21, 25
	Habilidades de Administración de Proyectos	5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19,22, 23, 24, 25, 27

(continuación)

<b>Categoría de Riesgos</b>	<b>Factores de Riesgo</b>	<b>Referencias</b>
Tamaño y complejidad	Tamaño del proyecto	5, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 18, 19, 20, 23, 24
	Complejidad del proyecto	5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24
	Dependencia en otros proyectos	5, 7, 8, 14, 15, 24, 27
	Dependencia en individuos	5, 6, 7, 14, 19, 21
	Dependencia en proveedores	5, 10, 12, 17, 18
Arquitectura y desempeño	Alineación de la arquitectura	12, 15, 19, 20, 21, 26
	Seguridad	10, 12, 18, 21, 23
	Punto crítico de desempeño	1, 2, 18, 21
Cronograma	Tiempo de desarrollo	1, 6, 10, 17, 19, 21, 25, 26
	Tiempo de terminación	17, 18
Claridad del alcance	Claridad del estado futuro	5, 7, 8, 12, 22
	Claridad de resultados	5, 7, 8, 12, 19, 21, 24
	Claridad del enfoque de área	8, 12, 18, 21
Apoyo organizacional	Participación de las áreas de negocio	2, 8, 12, 19, 21, 24
	Apoyo de áreas impactadas por el cambio	5, 8, 9, 12, 15, 17, 19, 21, 22, 24
	Disposición del patrocinador	5, 7, 8, 12, 18, 21
	Patrocinadores	5, 7, 8, 10, 12, 15, 19
	Compromiso de la fuente de negocios	2, 8, 12, 18, 21, 22
	Apoyo de las operaciones computacionales	12, 14, 17, 18
Impacto del cambio	Participación de la alta dirección	8, 9, 10, 15, 17, 19, 21, 22, 24
	Extensión del cambio	5, 7, 14, 18, 19
	Competencias de cambio	5, 12, 15, 17, 19, 21, 22
	Capacidad adaptativa relacionada con cambios de negocio	7, 8, 10, 12, 23, 25, 27
	Sensibilidad sobre el ambiente de negocio	7, 12, 21, 26, 27
	Cambios en las necesidades del consumidor	7, 12, 17, 18, 20, 21, 24, 25, 26, 27
	Madurez tecnológica	Madurez de TI
Administración de riesgos	Sofisticación de TI	5, 6, 7, 8, 9, 12, 14, 17, 19, 24, 27
	Directrices de planificación	8, 10, 12, 15, 18, 23
	Aseguramiento de la calidad	8, 10, 12, 18, 23, 25
	Toma de decisiones	12, 15, 16, 18, 19

Fuente. "An economic-probabilistic model for risk analysis in technological innovation projects", 2014, R. F. Miorando, J. L. D. Ribeiro, y M. N. Cortimiglia, *Technovation*, 34(8), p. 486

1. Boehm (1988)
2. Boehm and Identzging (1991)
3. Clemons (1991)
4. Kemerer and Sosa (1991)
5. Barki et al. (1993)
6. Karolak (1996)
7. Moynihan (1997)
8. Keil et al. (1998)
9. Jiang et al. (2000)
10. Barki et al. (2001)
11. Benaroch (2001)
12. Schmidt et al. (2001)
13. Benaroch (2002)
14. Jiang et al. (2001)
15. Iversen et al. (2004)
16. Kliem (2004)
17. Wallace et al. (2004)
18. Benaroch et al. (2006)
19. Lientz and Larssen (2006)
20. Benaroch et al. (2007)
21. OGC (2007)
22. Chen et al. (2009)
23. Parent and Reich (2009)
24. Warkentin et al. (2009)
25. Wang et al. (2010)
26. Fang et al. (2013)
27. Abbassi et al. (2011)

## Capítulo 4. Metodología

### Planteamiento del problema

Cada proyecto, independientemente de su tamaño y naturaleza, es un sistema abierto que interactúa y recibe retroalimentación de su entorno (Kerzner, 2013, pp. 26 - 9). Hoy en día, los gerentes de proyectos enfrentan desafíos cada vez más arriesgados originados por las condiciones ambientales, creando incertidumbre que podría impactar en el desempeño del proyecto; por lo que, es necesario que los gerentes identifiquen, evalúen y comprendan la probabilidad y el impacto de los riesgos (Carvalho & Rabechini Junior, 2013).

Sin embargo, a pesar de la importancia de la Administración de Riesgos en un proyecto, "se reconoce que poco se ha hecho en este aspecto" (Carvalho & Rabechini Junior, 2013, p. 65); De hecho, una encuesta a entidades de todos los tipos y tamaños mostró que sólo el 29% de éstas tenía directrices explícitas para evaluar riesgos (Beasley, Branson & Hancock, 2015). La falta de aplicación de guías formales o modelos para realizar el análisis de los riesgos en los proyectos, es una problemática que coadyuva a que el proyecto no se complete en tiempo y forma.

Además, pese a la gran variedad de herramientas útiles en la Administración de Riesgos (PMI 2009; Jen, 2010; Rivera Martínez & Hernández Chávez 2010; Turley 2010); un estudio realizado a 70 herramientas para administrar riesgos indicó que éstas son subutilizadas a pesar de su potencial para aumentar el rendimiento del proyecto (Besner & Hobbs, 2006 citado en Jen, 2010). Adicionalmente, las herramientas comunes tienden a producir una lista de riesgos sin una estructura o consideración de posibles patrones de exposición al riesgo, haciendo difícil analizar los riesgos como un todo (Hillson, 2002), lo cual representa otro problema.

En muchos proyectos se pasa por alto la Administración de Riesgos, ya que se considera una actividad administrativa, ardua y que consume mucho tiempo (Jen, 2006). Ahora, ¿por qué sucede esto?, las técnicas de riesgo a menudo se centran en identificar el riesgo individual y no en los riesgos como un todo, generando largas

listas de datos que sólo permiten priorizar e identificar los riesgos *Top Ten* (Hillson, 2002, p.1, 2007).

Lo anterior, sumado al hecho de que la Administración de Riesgos suele ser realizada únicamente por el director del proyecto, ocasiona que el equipo no tenga conocimiento de todos los riesgos (Jen, 2006). Por ende, para asegurar que toda la información de riesgo generada sea útil y comprensible para todos, es necesario contar con una estructura, lo que ayudará a identificar las áreas prioritarias del proyecto (Hillson, 2003, p.85, 2007). Para tal situación, David Hillson introdujo en 2002 la Estructura Desglosada de Riesgos (RBS por sus siglas en inglés) como una herramienta para organizar la información de riesgo en estructuras jerárquicas (Hopkinson, 2006).

## **Preguntas de investigación**

### Pregunta general

¿Cuál es la utilidad e importancia de las Estructura Desglosada de Riesgos (RBS por sus siglas en inglés) dentro de la Administración de Riesgos en proyectos de innovación?

### Preguntas específicas

- ¿De qué manera se realiza la Administración de Proyectos (suprasistema de la Administración de Riesgos)?
- ¿De qué manera se realiza la Administración de Riesgos en los proyectos de innovación?
- ¿Cómo se aplica las RBS y otras estructuras desglosadas dentro la función de Administración de Riesgos?
- ¿Qué modelo permitiría mejorar y facilitar la Administración de Riesgos en los proyectos de innovación?

## **Objetivos de la investigación**

### Objetivo general

Proponer un modelo para la Administración de Riesgos que mejore y facilite la Administración de Riesgos en Proyectos de Innovación basado en la conjunción de diferentes principios y herramientas cualitativa y cuantitativas de la Administración de Riesgos, tomando como eje central las Estructuras Desglosadas: Estructura Desglosada del Riesgo (RBS por sus siglas en inglés) , Estructura Desglosada de la Organización (OBS por sus siglas en inglés), Estructura Desglosada del Costo (CBS por sus siglas en inglés) y Estructura Desglosada del Trabajo (WBS por sus siglas en inglés).

### Objetivos específicos

- Resumir el panorama general de la Administración de Proyectos como suprasistema de la Administración Riesgos.
- Describir el panorama general de la Administración de Riesgos en los proyectos.
- Comprender la forma en que se construye y el uso de las RBS y otras estructuras desglosadas dentro de la función de Administración de Riesgos en los proyectos de innovación.

## **Supuestos**

### Supuesto general

El análisis de los diferentes modelos y herramientas de la Administración de Riesgos en proyectos genéricos y de innovación, permitirá identificar sus fortalezas y debilidades, y elegir las más apropiadas para su uso conjunto en un modelo que mejore la Administración de Riesgos en Proyectos de Innovación.

### Hipótesis específica

- Si se resume el panorama general de la Administración de Proyectos (suprasistema de la Administración de Riesgos), entonces será posible conocer la forma en que se realiza la Administración de Riesgos.

- Si se describe el panorama general de la Administración de Riesgos en los proyectos, entonces se comprenderá la manera en que se administran los riesgos.
- Si se comprende la forma de construir y utilizar RBS entonces será posible aplicar esta técnica durante la Administración de Riesgos de los proyectos de innovación.
- Si se ocupa la herramienta RBS en el diseño de modelo para la Administración de Riesgos entonces será posible mejorar y facilitar la Administración de riesgos en proyectos de innovación.

### **Taxonomía del estudio**

El presente trabajo será una investigación de tipo documental, descriptiva, que consiste en estudiar los documentos existentes sobre un tema determinado a través de fuentes de información como libros, periódicos, revistas, o cualquier otra fuente de orden bibliográfico o hemerográfico.

Se empleará un método inductivo ya que, se busca comprobar la hipótesis planteada mediante un análisis de la particular para llegar a aspectos más generales.

El abordaje será de tipo cualitativo puesto que, se estudiará las características de los riesgos en los proyectos dentro de la literatura existente partiendo de un supuesto que hace necesario un cambio en las estrategias de resolución de un determinado problema; con un tipo de estudio descriptivo que pretende conocer las relaciones, aspectos y características del fenómeno estudiado recolectando información sin cambiar el entorno.

La investigación se desarrollará mediante la aplicación de los principios de la investigación documental para la observación y reflexión sistemática sobre un problema específico, usando para ello diferentes documentos.

A través de este estudio se puede llegar a conclusiones generales, con el fin de derivar en la propuesta de un modelo de Administración de Riesgos en los proyectos de innovación. El modelo propuesto estará enfocado únicamente en la

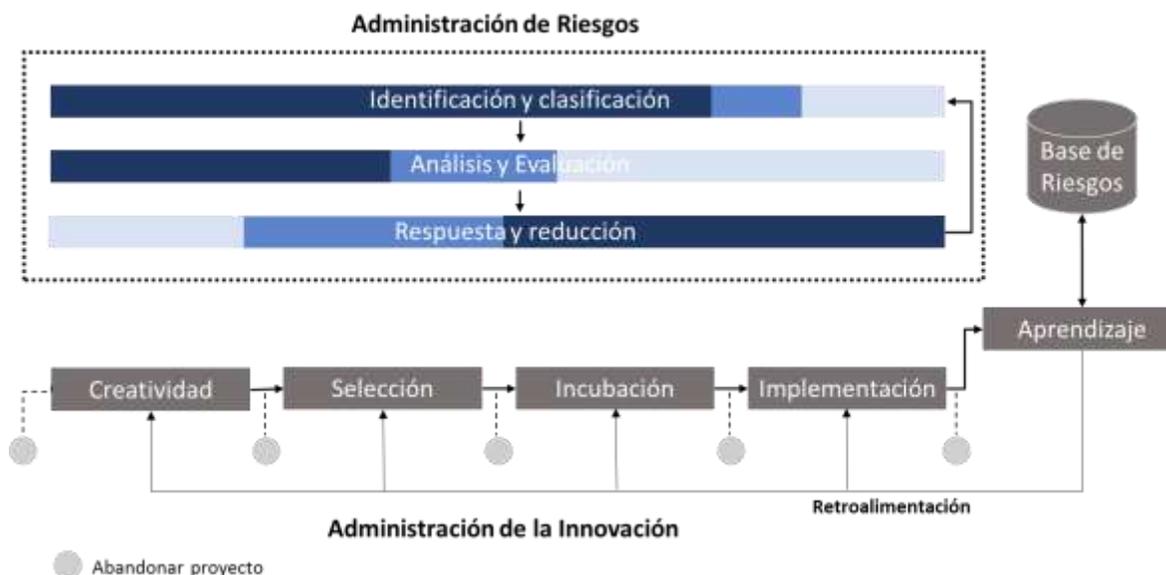
Administración de Riesgos de proyecto de innovación; y su aplicación será analizada tomando como base un caso de estudio documentado, puesto que, por cuestiones de tiempo, no fue posible su comprobación práctica.

## Capítulo 5. Propuesta de modelo

### Descripción del modelo

El modelo propuesto para administrar riesgos dentro de los proyectos de innovación se basará en las tres etapas planteadas por Buchan (1994 como se cita en Zhang & Fan, 2014): (1) Identificación y clasificación de riesgos (2) Análisis y evaluación de los riesgos (3) Respuesta y reducción de los riesgos. Así como las cinco etapas para la Administración de Proyectos de innovación del cual Vargas-Hernández y García-Santillán (2011) se refieren en su investigación: (1) Creatividad (2) Selección (3) Incubación (4) Implementación (5) Aprendizaje. Adicionalmente, como herramienta principal se usará la Estructura Desglosada del Trabajo (RBS por sus siglas en inglés), no obstante, se usarán otras técnicas que se explicarán más adelante.

El proceso fundamental de este modelo está basado en el marco que combina la Administración de Riesgos y de Innovación propuesto por Bowers y Khorakian (2014) no obstante, fue adaptado considerando las etapas del proceso de Administración de Riesgos y la formación de una base de riesgos (Figura 10).



**Figura 10. Modelo propuesto para la Administración de Riesgos en los Proyectos de Innovación.**

Adaptación. "Integrating risk management in the innovation project", J. Bowers, J., y A. Khorakian, 2014, *European Journal of innovation management*, 17(1), p. 28.

El modelo busca integrar el proceso para administrar riesgos e innovación dentro de los proyectos para la implementación de un nuevo producto (bien o servicio) o la mejora del mismo, para un nuevo proceso, un nuevo método de mercadeo, o un nuevo método organizacional en las prácticas de negocio, organización del lugar de trabajo o relaciones externas (Oslo Manual, 2011 como se cita en Stosic et al., 2013). Aun cuando las fuentes en las cuales se base este modelo se enfocan en innovaciones de tipo radical, al ser las que mayores riesgos implican (Vargas-Hernández & García-Santillán, 2011), el modelo también pretende, por su naturaleza sencilla y flexible, ser de utilidad en proyectos de innovaciones incrementales.

El proceso propuesto es de carácter iterativo, es decir, es cíclico y recomienda realizar las actividades de Administración de Riesgos de manera constante durante todo el proceso de innovación; sin embargo, el nivel de esfuerzo variará según la fase de innovación en la que se encuentre el proyecto, por ejemplo, la etapa de Identificación y clasificación de los riesgos recibirá mayor atención en las primeras fases de innovación, disminuyendo gradualmente. Este carácter iterativo ayudará a identificar y analizar riesgos en todas las fases del proceso de innovación a fin de elaborar planes para responder a los mismos o de ser una idea inviable, poder abandonar el proyecto. Sin embargo, se propone la alimentación constante de una base de datos para que esta información, ya sea de proyectos exitosos o fallidos, pueda ser utilizada como lecciones aprendidas en proyectos posteriores.

Para la primera etapa del proceso de Administración de Riesgos: Identificación de Riesgos, se proporcionará una RBS inicial para estos fines con los riesgos que la literatura propone para proyectos de innovación; se debe recordar, que esta lista será ampliada con información posterior del proyecto, o de proyectos futuros. La estructura RBS sugerida (Tabla 16) está conformada por tres categorías basadas en la clasificación por fuente sugerida por Hall y Hulet (2002 como se cita en Stosic et al., 2013) para proyectos de innovación: gestión, ambiente y tecnológica.

Los riesgos que se consideraron como base para la propuesta de RBS fueron aquellos propuestos por Miorando et al. (2014) para los proyectos de innovación;

así como por otros autores para proyectos de construcción y Tecnología en su mayoría (Zacharias, Panopoulos, & Askounis, 2008; Zou et al., 2016; Hillson et al, 2006; Zou & Li, 2010; Stosic et al., 2017; Goh et al., Rasool et al., 2012; Banaitiene & Banaitis, 2012; Mustafa & Al-Bahar, 1991; Sigmund & Radujković, 2014; Chuing Loo, Abdul-Rahman & Wang, 2013; Hamzaoui et al., 2015; Hillson, 2003; de los Ángeles López et al., 2014; Dikmen, & Birgonul, 2006). Una versión ampliada de esta RBS, con 151 riesgos, puede ser encontrada en el Anexo 1. Adicionalmente, cada uno de los riesgos fue codificado tomando en consideración su categoría y nivel para facilitar su administración.

**Tabla 16. Propuesta de RBS para proyectos de innovación**

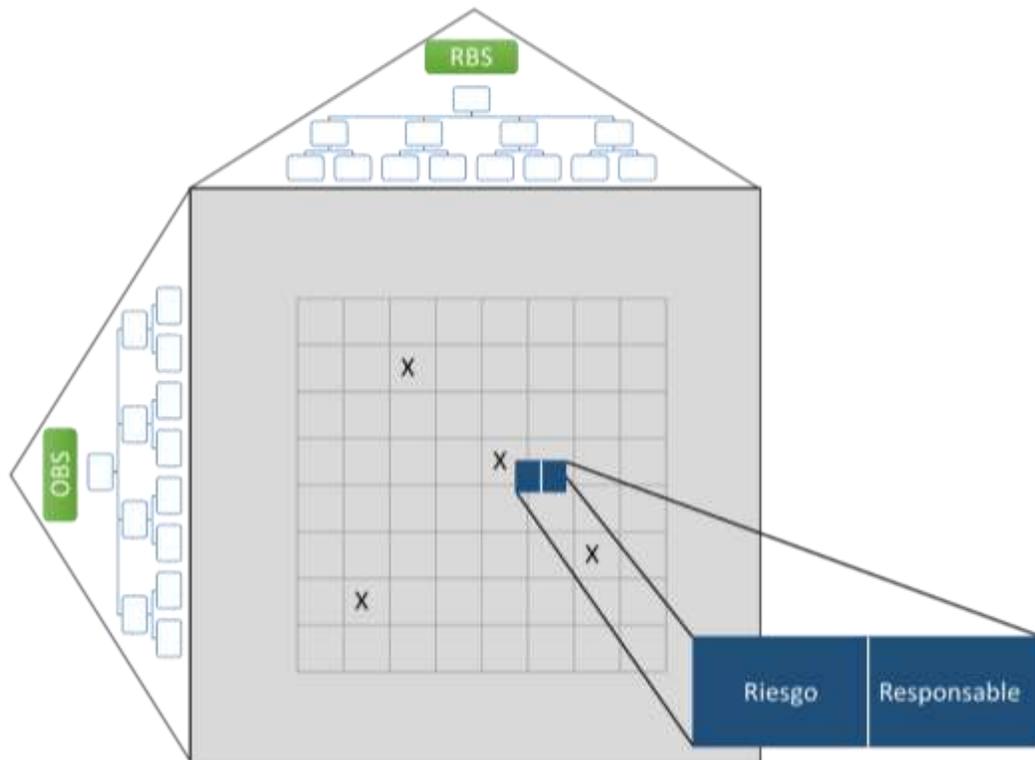
Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2
0 Riesgos del proyecto	1 Riesgos de gestión	1.1 Planificación
		1.2 Reuniones
		1.3 Gestión
		1.4 Contratos
		1.5 Humanos y comunicación
		1.6 Costo y finanzas
		1.7 Comercial
		1.8 Tamaño y complejidad
	2 Riesgos ambientales/externos	2.1 Política
		2.2 Economía
		2.3 Social/Ambientales
		2.4 Salud y medio ambiente
		2.5 Legales
		2.6 Externos
	3 Riesgos tecnológicos	3.1 Requerimientos
3.2 Diseño del producto y operación		
3.3 Calidad y tecnología		

Fuente: Elaboración propia

Los Riesgo de gestión se refieren a la incertidumbre de los beneficios de la organización, lo que lleva a la incapacidad de adaptarse a los cambios del negocio; por otro lado, los Riesgos ambientales son aquellos factores externos a la organización, relacionado con las necesidades de los clientes cambiantes y la incertidumbre en el negocio global de la organización que se puede satisfacer mediante el desarrollo de un nuevo producto. Finalmente, los Riesgos tecnológicos se refiere a la incapacidad de la organización para reconocer y predecir con

precisión algunos aspectos del entorno tecnológico que es importante para la realización de los proyectos (Stosic, 2013).

Como se mencionó en capítulos anteriores el proceso de identificación se compone de los siguientes pasos (Sadia et al., 2014): (1) Preparación (2) Junta de inspección (3) Tercera hora (4) Etapa de retrabajo (5) Reinspección (6) Seguimiento. La fase (1) (2) y (3) serán realizadas por los miembros del equipo de proyecto; en estas primeras etapas se buscará definir los riesgos preliminares del proyecto usando la estructura RBS. La selección de riesgos del proyecto dependerá de la naturaleza del proyecto, de manera que la RBS puede ser reducida o adicionada; así mismo se recomienda analizar las categorías con el nivel de detalle que se considere apropiada.

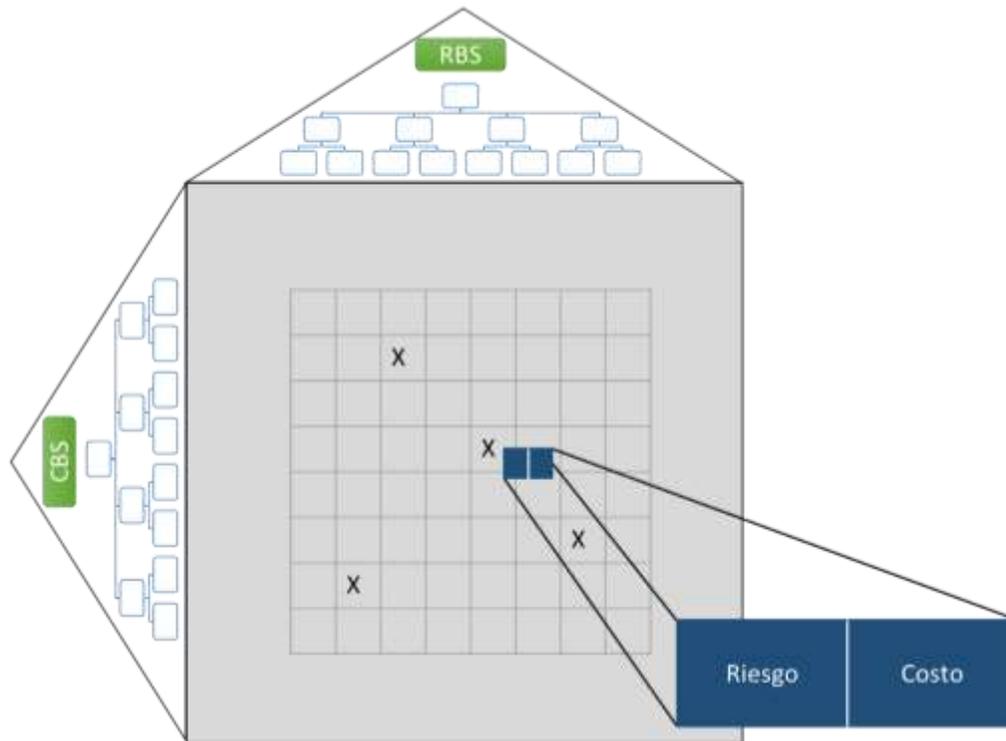


**Figura 11. Matriz RBS x OBS.**

Adaptación: "Modelo Para Medir Impacto Del Riesgo Usando El WBS Y El RBS", V. Villar, 2004, PMI Global Congress Proceedings-Buenos Aires, Argentina, p. 8

Después de elaborarse la RBS preliminar, para las etapas (4) (5) y (6) se propone incluir en el proceso de identificación a los responsables de los riesgos con la matriz RBS x OBS. La Estructura Desglosada de la Organización (OBS por sus siglas en

inglés) también conocida como Organigrama se cruzará con la RBS para tener una visión de los riesgos y sus responsables como se muestra en la Figura 11 el cuál se basa en la propuesta de matriz RBS x WBS elaborada por Villar (2004).



**Figura 12. Matriz RBS x CBS**

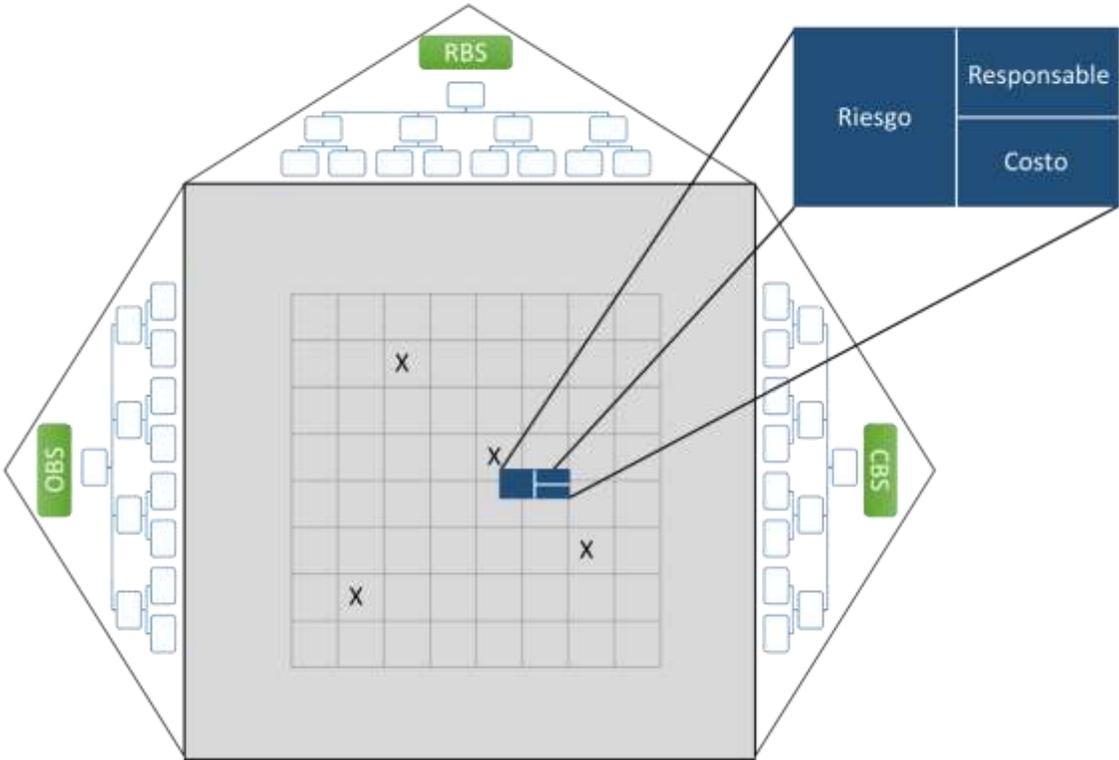
Adaptación: "Modelo Para Medir Impacto Del Riesgo Usando El WBS Y El RBS", V. Villar, 2004, PMI Global Congress Proceedings-Buenos Aires, Argentina, p. 8

Posteriormente se contrastará la Estructura Desglosada del Costo (CBS por sus siglas en inglés) con la estructura RBS formándose una matriz RBS x CBS (Figura 12), esto con el fin de determinar el impacto de los riesgos en el presupuesto del proyecto; la matriz tendrá una apariencia muy similar a la propuesta para el caso RBS x OBS (Figura 11). De la misma forma, la información puede ser analizada en el nivel más conveniente considerando el tamaño y naturaleza del proyecto, no obstante, se recomienda ser consistente, analizando la información contemplando un nivel estándar con el propósito de facilitar un análisis conjunto de toda la información.

Por otra parte, se debe considerar que, pese a existir diversas clasificaciones para elaborar CBS y OBS (Lledó, 2013), se recomienda elaborar estas estructuras

tomando como categorías los entregables del proyecto, con el propósito de realizar una evaluación a nivel paquetes de trabajo y estandarizar las estructuras.

A modo de resumen, es posible contrastar las tres estructuras para obtener una matriz de tres entradas llamada RBS x OBS x CBS que se refleja en el Figura 13. Esta matriz ayudará a condensar la información obtenida y contar con más información sobre los riesgos del proyecto.

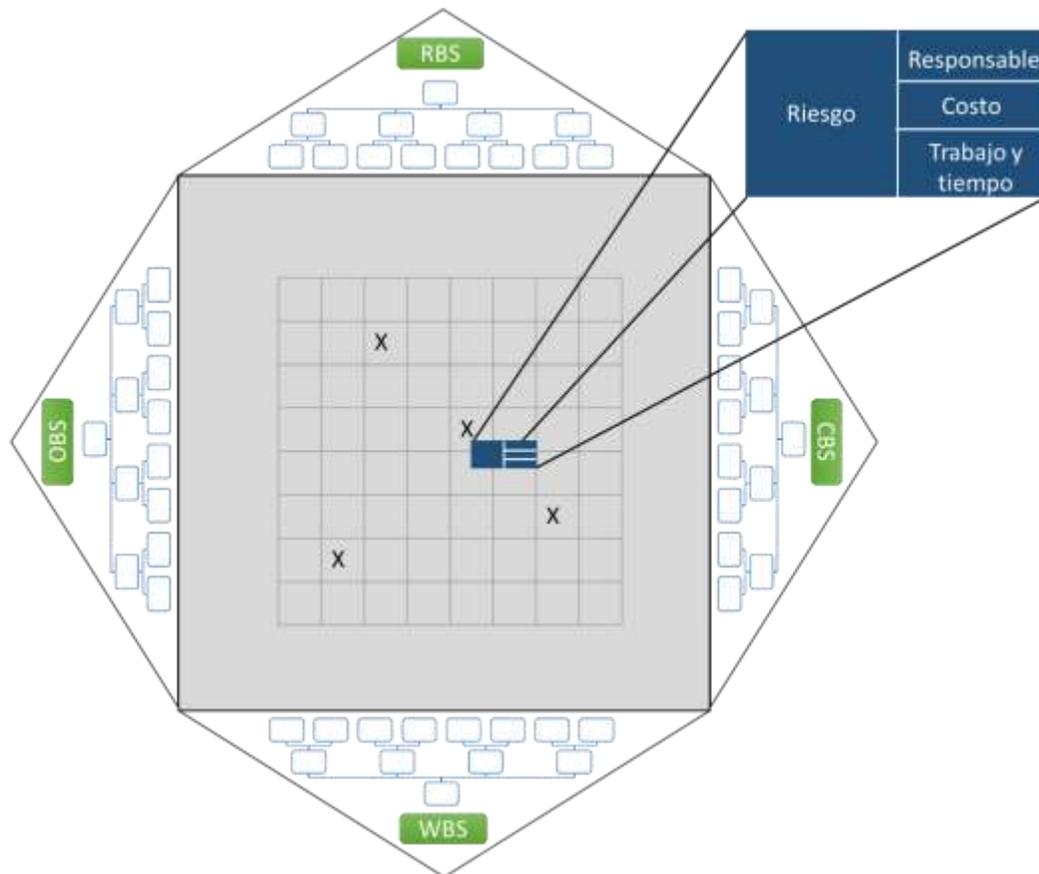


**Figura 13. Matriz RBS x OBS x CBS**

Adaptación: “Modelo Para Medir Impacto Del Riesgo Usando El WBS Y El RBS”, V. Villar, 2004, *PMI Global Congress Proceedings-Buenos Aires, Argentina*, p. 8

Después de identificados y clasificados los riesgos en la RBS, seguirá la fase de evaluación de los riesgos; para realizar esta función, de manera preliminar, se sugiere realizar un cruce entre la Estructura Desglosada del Trabajo (WBS por sus siglas en inglés) y la RBS a fin de obtener la matriz RBS x OBS x CBS x WBS (Figura 14); es necesario extraer de la WBS la duración de cada paquete de trabajo. El proceso de evaluación de riesgos tendrá como referente los elementos del modelo llamado Triángulo de la Administración de Proyectos (Iron Triangle): Tiempo, costo

y desempeño/calidad (IPMA, 2006 como se cita en Ogunlana, 2010); así como los componentes del riesgo que se desprenden de la definición (Lechler et al., 2013; Lledó, 2013): probabilidad de ocurrencia y una consecuencia de la ocurrencia (impacto).



**Figura 14. Matriz RBS x OBS x CBS x WBS**

Adaptación: "Modelo Para Medir Impacto Del Riesgo Usando El WBS Y El RBS", V. Villar, 2004, *PMI Global Congress Proceedings-Buenos Aires, Argentina*, p. 8

Según Mousavi, et al. (2011), el proceso de evaluación inicia con la determinación de las escalas descriptivas para los criterios de probabilidad e impacto y obtener los riesgos iniciales de la fase de identificación de riesgos, y posteriormente depurarlos considerando su impacto y probabilidad de ocurrencia con el objeto de determinar oportunamente los riesgos más importantes que deben ser administrados y determinar las estrategias de respuesta al riesgo.

Mehdizadeh et al. (2012 como se cita en Hamzaoui et al., 2014) dice que las escalas deben contemplar tanto una puntuación (valor discreto) como un valor continuo para que sea posible agregar incertidumbre. Por ende, el modelo pretende que el equipo de trabajo, y demás responsables identificados mediante la matriz RBS x OBS, evalúen los riesgos usando los parámetros establecidos en la Tabla 17. Cabe resaltar que un riesgo puede asumir un valor continuo o discreto dependiendo de la certeza que se tenga sobre el mismo, no obstante, en el caso de tratarse de un valor continuo (con mayor certeza) también será agregado un valor de incertidumbre (porcentaje) que proporcione libertad de error a esta certeza.

**Tabla 17. Tabla de dos escalas (probabilidad e impacto) para evaluar riesgos**

Puntuación	Probabilidad	Impacto		
		Costo (Kilo peso)	Retraso	Desempeño
0	Muy improbable	Muy bajo	Muy pequeño	No afectado
1	Improbable	0.01	1	1
		0.03	10	10
2	De alguna forma probable	Moderado	Moderado	Afectado
3	Probable	0.20	100	100
		0.50	1,000	1,000
4	Muy probable	Muy alto	Muy grande	Muy fuertmente afectado
		1.00	10,000	10,000

Fuente: "Methodology and tools for risk evaluation in construction projects using Risk Breakdown Structure", M. Rasool, T. Franck, B. Denys y N. Halidou, 2012, *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 16(sup1), s84.

Los valores establecidos en la Tabla 17 son de referencia y pueden ser modificados para adaptarse a las características del proyecto; por ejemplo, un riesgo con un impacto de 100,000 pesos puede traducirse como un riesgo con un impacto moderado para una empresa grande, pero no lo es para una empresa PyME.

No obstante, es necesario definir una equivalencia entre los valores discretos y continuos con el fin de poder multiplicarlos y obtener una evaluación final del riesgo; la conversión es posible usando la ecuación (1) donde VE es el valor equivalente del valor discreto de la puntuación inicial (PI), LS es el límite superior de la escala

continua, LI es el valor inferior de la escala continua y  $\alpha$  es el porcentaje de aversión al riesgo el cual es determinado por el equipo del proyecto, una cifra cercana a 1 significa que existe mayor aversión a la incertidumbre (Hamzaoui et al., 2014).

$$VE(PI) = (\alpha (LS)) + (1-\alpha)(LI)$$

Sin embargo, esta ecuación no es de utilidad para convertir los valores de la escala discreta de impacto en el desempeño en valores continuos, por lo tanto, se propone la ecuación (2) propuesta por Mehdizadeh (2012 como se cita en Hamzaoui et al., 2014) donde x es el valor para PI=1 y provee la concavidad de la curva.

$$VE(PI) = x + (1 - x) \left\{ \frac{PI - 1}{y} \right\}^y \quad (2)$$

En el caso de la aversión al riesgo para los riesgos con incertidumbre asignada, la ecuación (3) propuesta por Rasool, et al. (2012) permite su cálculo: VO es el valor promedio original del riesgo, In incertidumbre y VE es el valor estimado de la evaluación modificada.

$$VE = \alpha (VO(1 + In)) + (1-\alpha)(VO(1 - In)) \quad (3)$$

Por lo tanto, el primer paso es evaluar cada uno de los riesgos usando la Tabla 17, para posteriormente adicionar la aversión al riesgo ( $\alpha$ ) de los riesgos evaluados como valores continuos usando la ecuación (3). Después, se debe calcular el valor equivalente de los riesgos evaluados como valores discretos usando la ecuación (1). Posteriormente se calculará el valor equivalente del impacto en el desempeño empleando la ecuación (3). De esta forma se obtendrán los valores equivalentes de todos los riesgos, tanto en términos de probabilidad como impacto, en las tres dimensiones del modelo *Iron Triangle* (costo, retraso y desempeño). Posteriormente se multiplicará la probabilidad de cada uno de los riesgos con su impacto para calcular el valor del riesgo (VR) siguiendo la ecuación (4), donde P es probabilidad e I es impacto.

$$VR = P \times I$$

El siguiente paso es comparar cada uno de los valores del riesgo con los límites de la Tabla 17 para determinar la puntuación final (PF) de cada uno de ellos a fin de facilitar su comprensión y gestión. Finalmente, se procederá a promediar la puntuación final obtenida en las tres dimensiones del modelo Iron Triangle (costo, retraso y desempeño) de cada uno de los riesgos, para obtener una puntuación final (PMF) que será usada como base para el proceso de respuesta al riesgo.

La Tabla 18 muestra el formato propuesto para realizar los cálculos, contemplando tanto el cálculo del valor de la probabilidad e impacto de cada uno de los factores de éxito, como la puntuación media final. Los riesgos solo serán distinguidos a través de su número de clasificación (ID). Como ejemplo se representan dos riesgos considerando un porcentaje de aversión al riesgo ( $\alpha$ ) de 0.8. Así, a modo de ejemplo, la Tabla 19 muestra la equivalencia de las puntuaciones iniciales de costo, retraso y desempeño, que se elaboró tomando en consideración la Ecuación 1 y el valor de 0.8 para la aversión al riesgo.

**Tabla 18. Evaluación de riesgos**

ID (Riesgo)	Probabilidad (%)				Impacto					
	Valor promedio (VO)	Incertidumbre (In)	Puntuación inicial (PI)	Valor Estimando (VE)	Valor promedio (VO)	Incertidumbre (In)	Puntuación inicial (PI)	Valor Estimando (VE)	Valor del riesgo (VR)	Puntuación final (PF)
1.1.3.5	5%	20%		5.6%			3	820	45.92	2
1.3.4.2			1	16.7%	50	15%		54.50	9.08	1
...										
...										
...										
...										

Impacto										
Retraso (días)					Desempeño					
Valor promedio (VO)	Incertidumbre (In)	Puntuación inicial (PI)	Valor Estimando (VE)	Valor del riesgo (VR)	Puntuación final (PF)	Puntuación inicial (PI)	Valor Estimando (VE)	Valor del riesgo (VR)	Puntuación final (PF)	Puntuación media final (PMF)
		2	82	4.59	2	1	0.0001	0.0000056	0	1.33
10	30%		11.80	1.97	1	1	0.0001	1.667E-05	0	0.67

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 19. Puntuaciones equivalentes ( $\alpha = 0.8$ )**

Puntuación	Probabilidad		Impacto en el costo		Impacto en el retraso	
	Límite	Evaluación equivalente	Límite	Evaluación equivalente	Límite	Evaluación equivalente
0	-	0.008	-	1	-	1
1	0.01	0.029	1.00	8	1	8
2	0.03	0.167	10.00	82	10	82
3	0.20	0.440	100.00	820	100	820
4	0.50	0.900	1,000.00	8,200	1,000	8,200
	1.00		10,000.00		10,000	
*Coeficiente de aversión a la incertidumbre			0.8			

**Fuente:.** Elaboración propia

Además de analizar los riesgos, este modelo también permite crear una serie de escenarios, al modificar los valores de la Tabla de dos escalas (Tabla 17) y/o el valor de aversión al riesgo. Así también, con la Matriz RBS x OBS x CBS x WBS (Figura 14), es posible conocer a detalle las características de los riesgos: su costo, sus responsables, las tareas que se ven impactadas por los riesgos, etc.

Por otro lado, con los resultados obtenidos es posible establecer un Plan de acciones de tratamiento y frecuencia de revisión al riesgo. Para decidir la estrategia a tomar se contrastará cada una de las Puntuaciones medias finales obtenidos en la Tabla 18 con las puntuaciones señaladas en la Tabla 20. Como estrategias básicas para realizar esta actividad se tendrán las siguientes estratégicas (PMI, 2004 como se cita en Zhang & Fan, 2014): (1) Evitar (2) Aceptar (3) Transferir (4) Mitigar. Se usará un código de colores tipo semáforo que facilite su identificación visual en la RBS, es decir, a cada elemento de riesgo se le asignará un color en concordancia con su valor final. La frecuencia de revisión estará determinada por la duración del proyecto, revisándose y actualizándose los riesgos periódicamente (semanal, quincenal, diario o a decisión del Administrador de proyectos). Cabe

aclarar que estos parámetros podrán ser modificados según las características de los proyectos.

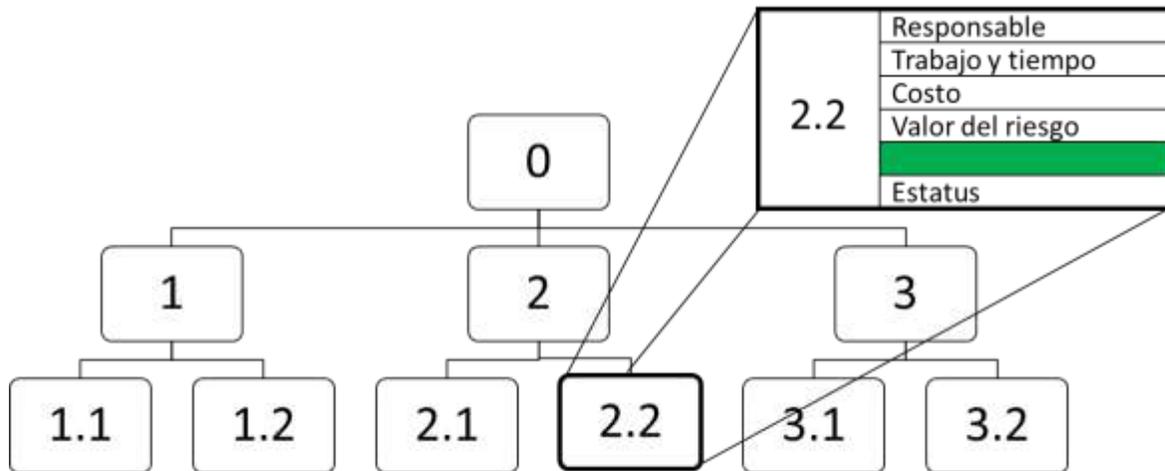
Así, los riesgos 1.1.3.5 y 1.3.4.2 ejemplificados en la Tabla 18, serán considerados riesgos de baja exposición o muy baja exposición, ya que, sus puntuaciones medias finales fueron 1.33 y 0.67 respectivamente, por lo tanto, los riesgos cuya ocurrencia se puede aceptar pues su probabilidad de ocurrencia e impacto son muy bajos, no necesitan acciones contingentes y requerirán que el Administrador de proyectos decida la periodicidad de su revisión.

**Tabla 20. Acciones de tratamiento y frecuencia de revisión de riesgos**

Tipo de riesgo	Puntuación	Color	Acciones de tratamiento				Acciones de contingencia	Frecuencia de revisión	
			Evitar	Aceptar	Transferir	Mitigar		Proyecto ≤ 3 meses	Proyecto > 3 meses
Muy baja exposición (MB)	0		x	✓	x	x	No	A decisión del Administrador del proyecto	A decisión del Administrador del proyecto
Baja exposición (B)	1		x	✓	x	x	No	A decisión del Administrador del proyecto	A decisión del Administrador del proyecto
Mediana exposición (M)	2		x	✓	✓	✓	Si	Quincenal	Mensual
Alta exposición (A)	3		✓	x	✓	✓	Si	Semanal	Mensual
Muy alta exposición (MA)	4		✓	x	✓	✓	Si	Diario	Semanal

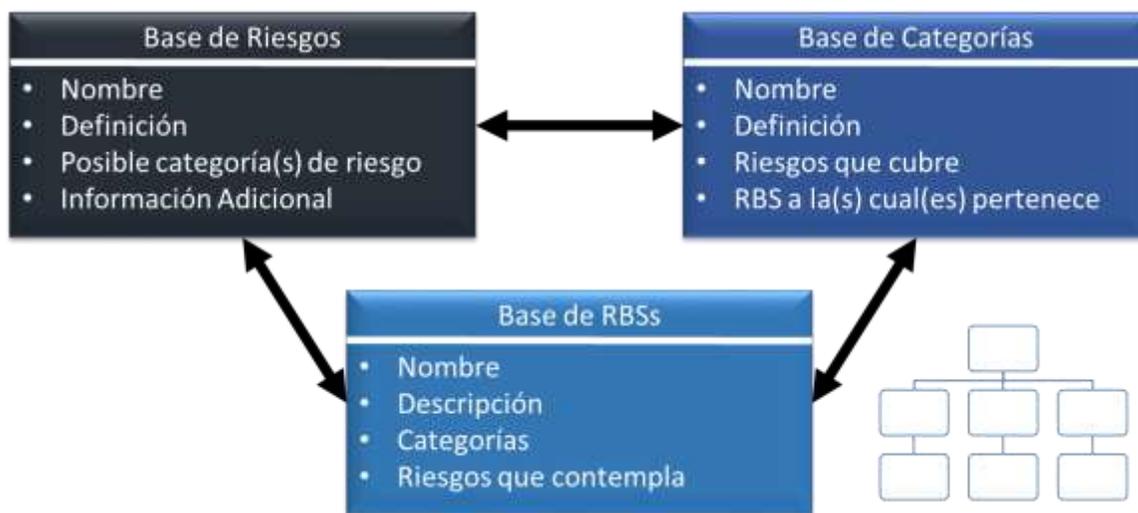
Adaptación: *Administración de Riesgos* [Webinar]. M. Pacheco (2017, febrero 10). En <http://www.avantare.com/webinars>

Toda esta información será adicionada a la RBS, incluyendo el estatus de los riesgos que estará determinado por los siguientes calificativos (Pacheco, 2017): (1) Abierto (2) Cancelado (3) Mitigación (4) Contingencia (5) Cerrado. Todo ello con el fin de tener de forma condensada toda la información de los riesgos como se muestra en la Figura 15.



**Figura 15. Ejemplo de RBS con atributos del riesgo (elaboración propia).**

Finalmente, se deberá elaborar una base de datos del conocimiento generado durante el proceso de Administración de Riesgos, tanto si se trató de un proyecto exitoso o fallido, a fin de tener esta información disponible para futuros proyectos y optimizar su administración. Tomando como base la estructura RBS, la base de datos se dividirá en 3 subgrupos: eventos de riesgos, categorías de riesgo y RBS usadas. Estos tres subgrupos estarán interrelacionados entre sí y deberán actualizarse constantemente; el modelo básico se muestra en la Figura 16.



**Figura 16. Modelo de la Base de conocimiento (elaboración propia).**

## **Ejemplo de caso**

Para clarificar el uso de este modelo se utilizará como ejemplo un proyecto de innovación tecnológica y de procesos que una institución educativa de educación superior australiana (Royal Melbourne Institute of Technology) implementó para mejorar su oferta educativa; cabe señalar que este modelo no será aplicado de forma real, únicamente se utilizará de manera didáctica la información que se ha recopilado sobre el caso de estudio para ilustrar el posible uso que se le puede dar al modelo propuesto.

### **La institución**

La Universidad Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) es una escuela pública australiana localizada en Melbourne, Victoria. Fundada en 1887 como una escuela nocturna privada, fue patrocinada y convertida por decreto gubernamental a escuela pública en el año de 1954, como respuesta a la Revolución Industrial en Australia. Es una escuela con un gran crecimiento, su matrícula inicial fue de 320 estudiantes, para el año 2015 esta cifra se elevó a 83,000 estudiantes; esto la convierte en la tercera escuela más grande proveedora de educación terciaria del país.

Es una escuela innovadora, con su *lema Listo para la vida y el trabajo* (Ready for life and work), busca enfrentar los cambios del entorno con una cultura de renovación constante apoyando a sus estudiantes, personal y socios para que se adapten a una economía y sociedad cambiante, contribuyendo a la prosperidad global sostenible. Así, RMIT ofrece una educación fundamentada en ideas y entendimiento interdisciplinario, aplicados a través de prácticas innovadoras y emprendedoras para resolver problemas y satisfacer las necesidades de su comunidad académica (RMIT, 2017).

Para alcanzar sus objetivos, RMIT integra constantemente nuevas tecnologías educativas diseñadas para fomentar el aprendizaje y la participación activa de los estudiantes. Sus sistemas ofrecen a los estudiantes acceso a entornos de aprendizaje interactivos que fomentan la exploración, la resolución de problemas, la reflexión, la colaboración y el aprendizaje autogestionado (RMIT, 2017).

## Descripción del proyecto

Siguiendo su cultura de innovación tecnológica, la universidad realizó un estudio sobre el impacto que las tecnologías de información podían generar en sus objetivos. El informe final *The Education, Training and Information Technology Alignment Report* generó 113 recomendaciones (Czech et al. 1998 como se cita en Kenny, 2005); entre las que se encuentran (McNaught & Kennedy, 2000):

- Alineación de la infraestructura de Tecnologías de Información (TI) con las necesidades de educación para proporcionar a los estudiantes un ambiente electrónicamente conectado y acceso a recursos informáticos de aprendizaje.
- Implementación de dos sistemas: Distributed Learning System (DLS) y un Student Management System (SMS), integrándolos para proporcionar de manera electrónica a los académicos y estudiantes el registro de inscripción y el progreso de sus materias cursadas.
- Una revisión extensiva de todos los procesos académicos dentro de la universidad con un proyecto de reingeniería de negocios (BPR por sus siglas en inglés).
- Desarrollo extensivo del personal.

En este trabajo solo se tratará el proyecto *Distributed Learning System* (DLS); para el primer semestre de 1999, RMIT inició el proyecto para el desarrollo e implementación de un sistema DLS como pieza clave de su estrategia de enseñanza y aprendizaje conocida como *Teaching and Learning Strategy* (Kenny, 2003). Esta estrategia buscaba proveer al estudiante un ambiente de aprendizaje donde (McNaught, Kenny, Kennedy, & Lord, 1999):

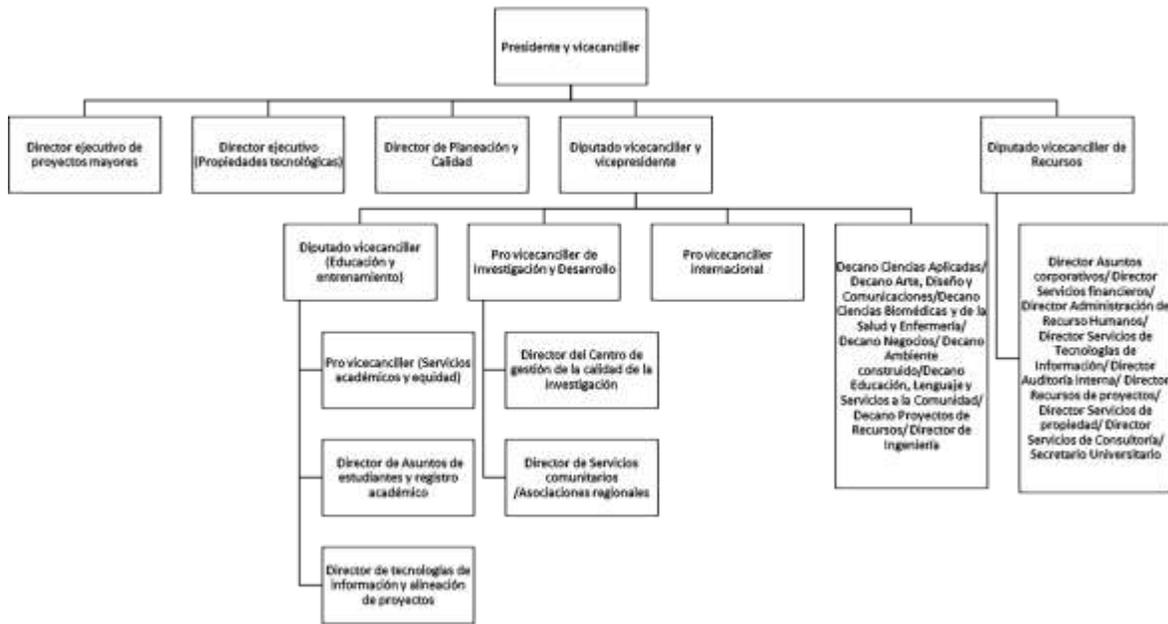
- Los estudiantes desarrollaran una capacidad de aprendizaje constante, liderazgo, empleabilidad y perspectiva internacional.
- La flexibilidad del sistema fuese suficiente para las necesidades particulares de los estudiantes en términos de su experiencia y situación actual.

- El diseño e implementación de los cursos fuese holístico con conexiones coherentes ente los temas del curso.
- Los estudiantes fuesen vistos como un cliente central.
- La evaluación esté relacionada explícitamente con los objetivos de las asignaturas.
- El aseguramiento de la calidad se base en prácticas refractivas y ubicuas.

El organigrama sintetizado de la empresa para septiembre de 1999 está representado en la Figura 17. RMIT gastó aproximadamente 50 millones a lo largo de tres años para el desarrollo e implementación del DLS la organización (McNaught & Kennedy, 2000). Consistiría en una infraestructura que facilitase el aprendizaje a través del acceso continuo a material teórico (libros, artículos, notas de clase, presentaciones, bases de datos, etc.) distribuido vía Internet; así como herramientas interactivas que hacen más atractivo el aprendizaje y la enseñanza. Se buscaba diseñar una interfaz amigable, flexible y con una imagen similar a la de otros sistemas comerciales de enseñanza (Lawther & Walker, 2001). El proyecto tenía los siguientes objetivos (Lawther & Walker, 2001):

- Asistir a los grupos de académicos para construir un enfoque basado en la combinación de enseñanzas tradicional y enseñanza por medio de tecnologías en línea.
- Construir una infraestructura que permitiese a los grupos de enseñanza desarrollar cursos en línea económicamente efectivos, para después distribuirlos en la universidad.
- Centralizar el trabajo en línea como parte de una experiencia total en línea tanto para profesores como estudiantes.

El cumplimiento de estos objetivos requería integrar el sistema en las operaciones de la empresa, ayudando al personal y estudiantes a usar efectivamente el sistema, asistir a los profesores en la producción de aprendizaje multimedia, y vencer la resistencia a usar procesos y tecnología poco familiar, es decir, proporcionar mentoreo y apoyo explícito para hacer frente al cambio (Hornstein, 2015).



**Figura 17. Organigrama RMIT para 1999**

Fuente. RMIT (1999). Annual Report 1999. Report of the Council of the Royal Melbourne Institute of Technology for the period 1 January to 31 December 1999. Recuperado el 24 de marzo de 2017, <http://mams.rmit.edu.au/js9wuvtg7gz3z.pdf>, p. 12

Por lo tanto, Kenny (2003) afirma que el desarrollo del software implicaba un proceso de Administración de Proyectos estándar, pero el proceso para desarrollar los cursos era un aspecto más retador, puesto que, los académicos debían cambiar sus prácticas profesionales; es decir, la creación de cursos innovadores y el crecimiento del sistema debían estar soportados por mecanismos de adaptación y administración del personal. Así, el autor cita que “el éxito del sistema tenía que ser juzgado por que tan bien éste contribuía a la dirección estratégica de la organización” (Kenny, 2013, p. 4).

Además, el tiempo asignado al proyecto puso una fuerte carga de trabajo en el personal (Kenny 2000a, 2000b como se cita en Kenny 2002) y requirió de un nexo más cercano con los procesos de planeación (Kenny & McNaught, 2000 como se cita en Kenny 2002), es decir, la calidad de los cursos implicaba cuestiones de administración de cambios, así como planeación. Kenny (2003, Julio). señala que el caso de RMIT ejemplifica que, en el caso de innovaciones estratégicas, el personal involucrado puede jugar un rol invaluable en la implementación de

proyectos de innovación. Así algunos factores que se consideran vitales en este proyecto fueron los siguientes:

- Claro apoyo de la dirección (patrocinador).
- Adecuada provisión de recursos, incluyendo tiempo y personal con especialistas como parte del equipo de trabajo.
- Establecimiento de equipos de proyecto autorregulados con procesos de comunicación abierta.
- Énfasis en la responsabilidad: documentación del aprendizaje, desarrollo iterativo, reporte periódico después de cada ciclo y diseminación a la organización.

Para llegar a una conclusión, se analizó un grupo de 20 sistemas online de aprendizaje considerando la información disponible en los sitios web de los proveedores; no obstante, no se eligió una sola herramienta sino varias, incluyendo algunas desarrolladas por la misma universidad:

- The Campus (Macromedia Pathware). Esta herramienta fue la elección inicial, actuaba con un compilador de los resultados de todos los estudiantes inscritos en cada asignatura, sin embargo, fue sustituida por una herramienta propia en años posteriores.
- The Classroom (CourseInfo). Esta es un área segura, accesible a través del Campus, donde el personal y estudiantes registrados pueden acceder a materiales de aprendizaje y conectarse a asignaturas particulares en las que están inscritos.
- The Community. Esta es un área del sitio web que permite al personal y estudiantes comunicarse y debatir. Existe un área de conferencias, CourseInfo puede usarse, pero WebBoard también está disponible. Groupwise es la opción para correos electrónicos formales.
- The Collaboratory. Esta es una herramienta diseñada para que los estudiantes trabajen en proyectos colaborativos a través de intercambios de documentación, áreas de discusión y herramientas de correo electrónico.

- Critique quiz tools (Perception Question Mark y WebLearn). Herramienta para aplicación de tests y exámenes.
- Herramientas de resolución de problemas (AGILE ToolBook wizards, herramienta propia, Kennedy, McNaught y Nicolettow, 1998).
- Otras herramientas suplementarias, incluyendo HelpReader para alumnos con discapacidad visual.

Posteriormente, se seleccionó un número de cursos como prueba piloto; así, para el primer semestre se eligieron 45 cursos, incrementándose a 1053 cursos para el primer semestre del año 2001 (Kenny, 2002). El número de alumnos inscritos en el programa continuó creciendo, de manera que para el año 2005 alrededor de 45,000 estudiantes estaban inscritos en el DLS, representando un 80% del total de la matrícula de la universidad; la Tabla 21 muestra el crecimiento del número de cursos en el DLS por semestre hasta el año 2002.

**Tabla 21. Crecimiento del número de cursos registrados en el DLS RMIT**

Versión del DLS	Número de cursos registrados
Semestre 1 1999	45
Semestre 2 1999	225
Semestre 1 2000	683
Semestre 1 2001	1053
Semestre 2 2002	3671

Fuente: "Exegesis: strategy and learning: a path to organisational change", J. Kenny, 2005, Doctor of Philosophy. RMIT University, p. 14

Para cada curso nominado, se les proporcionó a los alumnos inscritos acceso al DLS de la institución, mejor conocido como *Hub*, usando su número de estudiante y contraseña. El portal les permitía acceder a un lugar de trabajo para cada materia inscrita que contenía lo siguiente: tablero de noticias y boletines, material de aprendizaje (sonido, video, presentaciones, imágenes o rutinas de programas), acceso al correo electrónico del grupo y del profesor, exámenes y tests, y enlaces a material externo establecido por el profesor como bibliotecas virtuales o sitios Web de interés (Lawther & Walker, 2001).

Después de implementado el sistema, el equipo utilizó estrategias comunes de evaluación como la definición de objetivos para cada uno de los cursos, recibiendo

retroalimentación formal e informal de los maestros. También usaron cuestionarios en línea para los estudiantes, grupos focales, análisis de los registros de apoyo proporcionado a los estudiantes, etc. (McNaught & Kennedy, 2000).

Mediante los procesos de evaluación, se identificaron distintos problemas (Fallows & Bhanot, 2005): dificultados en el accesos y autenticación, falta de confiabilidad percibida en la estabilidad del DLS, falta de tiempo y soporte, resistencia a colocar material del curso en el DLS hasta que la política de propiedad intelectual de RMIT fuese revisada, falta de claridad para relacionar recursos y actividades con resultados de aprendizaje, falta de flexibilidad para servir a diversos grupos de estudiantes, alineación pecaría con las prioridades estratégicas, no se ligan actividades pues solo se proporcionaban recursos, botones extraños, y estrategias de navegación difusas.

### **Problemática**

McNaught et al. (1999 como se cita en Kenny, 2005), señala que el proyecto del sistema DLS de la Universidad RMIT, aun cuando se implementó un software amigable para el usuario, mostró dificultades técnicas, así como problemas asociados con el desarrollo profesional del personal para el uso de nueva tecnología en un ambiente de enseñanza (McNaught et al. 1999 como se cita en Kenny, 2005). Otro problema clave fue la escasa planeación y pensamiento educativo previo a la implementación del sistema y la necesidad insatisfecha de contar con un Administrador de proyectos (Kenny, 2000 como se cita en Kenny, 2005).

El estudio del proyecto realizado por Kenny (2005), concluyo que se inició la fase de implementación prematuramente con objetivos poco realistas que pusieron cada vez más presión sobre el rendimiento operativo, generando problemas como la desvinculación de los procesos de planificación organizacional para el DLS con los procesos de planificación anual que se utilizaban para tomar decisiones en el área de recursos humanos, recursos insuficientes para el desarrollo profesional del personal y sobrecarga de trabajo al personal quienes hacían gran parte del re-desarrollo de sus cursos sin tiempo o apoyo continuo.

Kenny (2005) asegura que este proyecto requería contar con una fase de iniciación más extensiva y exploratoria, lo cual le habría permitido ganar un mejor entendimiento de las implicaciones. Además, el proyecto se realizó sin seguir una metodología de Administración de Proyectos, por lo cual factores clave como calidad, programación del tiempo y los recursos, capacitación o factores técnicos fueron ignorados pues se priorizó el conseguir un número de cursos con poca consideración de las implicaciones para la enseñanza y el diseño educacional.

Por ende, algunos de los riesgos fueron detectados únicamente después de la primera evaluación en el segundo semestre del año 2000, que se pueden observar en la Tabla 22, tiempo que el investigador tomó para iniciar su investigación doctoral proponiendo una herramienta de planeación basada en una metodología de proyectos, la cual no fue bien recibida ni implementada. Adicionalmente, la escala usada para el análisis de riesgos se observa en la Tabla 23.

**Tabla 22. Estimación de incertidumbre para la implementación del DLS**

Factores de incertidumbre	Incertidumbre Racional	Incertidumbre Estimada
<b>Factores del proyecto (P)</b>		
Rapidez (R)	Los objetivos del proyecto eran muy apretados.	2
Tecnología (T)	Nueva tecnología emergente.	3
Aprendizaje (L1)	Involucraba un cambio significativo en las técnicas de enseñanza.	3
Aprendizaje organizacional (L2)	Involucraba la generación de aprendizaje organizacional.	3
<b>Subtotal</b>	<b><math>P=(R+T+L1+L2)</math></b>	<b>P=11</b>
<b>Factores contextuales</b>		
Factores internos (I)	Cierre prematuro de la fase de iniciación.	I=4
Varios factores internos en juego	Caos organizacional debido a fallos del proyecto.	
	Crisis financiera.	
	Reestructura organizacional mayor.	
	Otros proyectos de cambio significativos: introducción del programa de renovación e internacionalización.	
Factores Externos (E)	Reducción en el gasto de gobierno, incremento de la globalización e incremento de la presión por el pago de los usuarios.	E=2
<b>Subtotal de factores contextuales</b>	<b>(I+E)</b>	<b>(I+E)=6</b>
<b>Factores del proceso</b>		
Alcance (S)	Era una iniciativa organizacional integral	2
<b>Contenido subtotal</b>		<b>2</b>
<b>Valor nominal</b>	<b><math>U=S(I+E)(R+T+L1+L2)</math></b>	<b>132</b>
Fracción de carga de trabajo (w)	El personal tiene poco tiempo libre de sus otras responsabilidades $w=0.1$ .	0.1
<b>Índice de incertidumbre</b>	<b><math>U=(1-w)S(I+E)(R+T+L1+L2)</math></b>	<b>U=118.8</b>

Fuente: "Exegesis: strategy and learning: a path to organisational change", J. Kenny, 2005, Doctor of Philosophy. RMIT University, p. 148

Existía una clara discrepancia entre el enfoque de la gerencia en el cumplimiento de metas a través del desarrollo de productos y los problemas encontrados por el personal para la adopción de una nueva tecnología, generando un caos a nivel organizacional y operativo, así al comienzo del año académico 2002, muchos

funcionarios tuvieron que procesar manualmente las inscripciones y los resultados de los estudiantes, con carácter de urgencia. Esto generó la necesidad de contratar consultores externos para arreglar los problemas existentes, aumentando los miles de dólares ya gastados (Kenny, 2005). No obstante, los consultores fueron incapaces de dar solución al problema, provocando que RMIT comenzara a perder grandes sumas de dinero, Duncan (2003 como se cita en Kenny, 2005) estima que esta cantidad ascendió a 90 millones de dólares; además las evaluaciones posteriores reflejaban un creciente descontento del alumnado y personal académico.

**Tabla 23. Índices de incertidumbre por factor**

Factor de incertidumbre	Índice de incertidumbre			
	4	3	2	1
Alcance (S)	Orden	Sistema	Organización	Local
Modelo individual de aprendizaje (L1)	N/A	Critico (3er orden)	Práctico (2do orden)	Técnico (1er orden)
Modelo organizacional de aprendizaje (L2)	N/A	Generativo	Adaptativo	Incremental
Rapidez de cambio (R)	N/A	Inminente	Corto plazo	Largo plazo
Tecnología (T)	Muy alto	Alto	Medio	Bajo
Factores de contexto internos (I)	Excesivo	Excesivo	Significante	Estable
Factores de contexto externos (E)	Excesivo	Excesivo	Significante	Estable
Fracción de trabajo (w)	Fracción de trabajo promedio dedicada al proyecto por los miembros del equipo del proyecto (w se da un valor entre 0,1 y 0,9)			

Fuente: "Exegesis: strategy and learning: a path to organisational change", J. Kenny, 2005, Doctor of Philosophy. RMIT University, p. 129

Para el año 2003-2004, a pesar de que los problemas prevalecían, la administración inició una reestructuración organizacional radical, la cual aumentó la presión en el personal, consumió más recursos y redujo prioridad del proyecto DLS. Así, los nuevos objetivos fueron fijados sin consultar al equipo de trabajo, sin reconocer los altos niveles de incertidumbre asociados con el cambio radical y sin ningún estudio de viabilidad e implicaciones efectuado previamente a su implementación. Así, el

investigador generó un modelo integral de cambio estratégico, el Modelo de Madurez para la Estrategia y los procesos asociados, como resultado de su trabajo (Kenny, 2005).

### **Administración de Riesgos en el proyecto DLS de la Universidad RMIT**

El proyecto inició de manera precipitada con una fase preliminar paupérrima, es decir, no se realizó un diagnóstico y planeación exhaustivos. Por lo que no fue posible reconocer la incertidumbre inherente al proyecto y dimensionar su implicación en el desempeño del mismo. No obstante, según Shenhar y Dvir (1996 como se cita en Kenny, 2002), quien desarrolló una tipología para clasificar proyectos de acuerdo con el nivel de incertidumbre asociado con la tecnología y el alcance o extensión del proyecto, explica que la incertidumbre implicada en los proyectos es más grande debido a la novedad de la tecnología empleada.

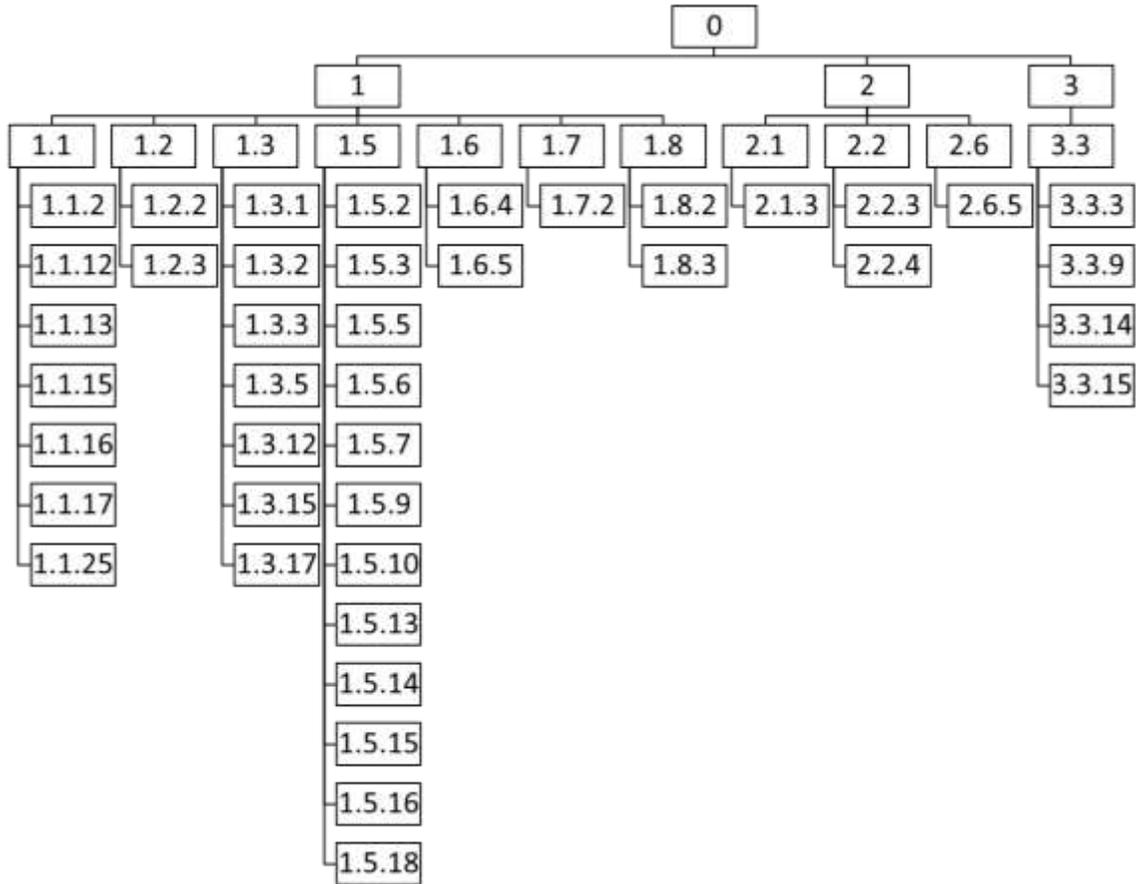
Kenny (2005), consideró como posible respuesta el crear un modelo que impactara directamente en la estrategia de la organización: el Modelo de Madurez para la Estrategia, propone un enfoque para la adopción de la innovación mediante la adaptación de la estratégica a través de un proceso de dos fases: iniciación e implementación (establecimiento e incorporación). Este proceso considera a la administración, el personal y el aprendizaje como factores centrales para analizar exhaustivamente durante las primeras etapas para tener un buen entendimiento de los problemas estratégicos para realizar de manera consiente el diseño de la estructura organizacional, asignación de responsabilidad, planeación de recursos y proceso de recompensa al desempeño.

Un proceso útil que podría haber ayudado a reducir la incertidumbre inherente a este proyecto es el uso de la Administración de Riesgos; así se demostrará el posible beneficio del modelo propuesto en este capítulo con la aplicación teórica del mismo en el proyecto documentado del sistema DLS para la Universidad RMIT.

**Tabla 24. RBS en forma de lista para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT.**

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
0 Riesgos del proyecto	1 Riesgos de administración	1.1 Planificación	1.1.2 Definir alcance
			1.1.12 Definición de objetivos y metas
			1.1.13 Consistencia con otros proyectos
			1.1.15 Inadecuados datos investigados
			1.1.16 Roles y responsabilidades de los interesados no claras
			1.1.17 Viabilidad
			1.1.25 Claridad del estado futuro
		1.2 Reuniones	1.2.2 Reunión semanal de estado
			1.2.3 Reunión mensual técnica
		1.3 Gestión	1.3.1 Estructura organizacional
			1.3.2 Experiencia en administración de proyectos
			1.3.3 Monitoreo del proyecto
			1.3.5 Aseguramiento de calidad
			1.3.12 Conflictos en el equipo del proyecto
			1.3.15 Complejidad de las tareas o proceso de administración del proyecto
	1.3.17 Cambios en la estrategia de administración		
	1.5 Humanos y comunicación	1.5.2 Falta de comunicación o comunicación pobre	
		1.5.3 Choque cultural	
		1.5.5 Fuerza de trabajo no entrenada y con poca experiencia	
		1.5.6 Motivación	
		1.5.7 Usuarios	
		1.5.9 Nivel de cooperación	
		1.5.10 Disposición de la gerencia media en tomar responsabilidades adicionales	
		1.5.13 Actitud orientada a la calidad	
		1.5.14 Desconocimiento de la tecnología por el personal	
		1.5.15 Participación de las áreas de negocio	
		1.5.16 Apoyo de áreas impactadas por el cambio	
1.5.18 Participación de la alta dirección			
1.6 Costo y finanzas	1.6.4 Extensión del alcance del proyecto		
	1.6.5 Dificultades financieras		
1.7 Comercial	1.7.2 Financiamiento		
1.8 Tamaño y complejidad	1.8.2 Complejidad del proyecto		
	1.8.3 Dependencia en otros proyectos		
2 Riesgos ambientales/externo	2.1 Política	2.1.3 Dificultad con la cooperación y comunicación con departamentos del gobierno relacionados	
		2.2.3 Crisis económica	
	2.2 Economía	2.2.4 Globalización	
	2.6 Externos	2.6.5 Cambio en las necesidades del consumidor	
3 Riesgos tecnológicos	3.3 Calidad y tecnología	3.3.3 Pobre ejecución del trabajo	
		3.3.9 Aparición de nuevos interesados y requerimientos de cambio	
		3.3.14 Cambios tecnológicos	
		3.3.15 Sofisticación tecnológica	

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 18. RBS en forma de esquema para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT (elaboración propia).**

La primera etapa del modelo busca identificar los riesgos proponiendo el uso de una RBS para estos fines; la elaboración de esta herramienta podría haber ayudado a la empresa a considerar riesgos en etapas tempranas y elaborar planes de contingencia antes de que los problemas surgieran; no obstante, en la práctica los riesgos se identificaron un semestre después de implementado el sistema por lo que se recurrió a estrategias reactivas para tratarlos, de manera que, algunos de estos riesgos ya habían comenzado a crear fuertes problemas en el proyecto. La necesidad de incrementar el grado de análisis en esta etapa se debe a que, como se describe en la Figura 4, los proyectos de innovación tienen una alta tasa de fracasos, sobre todo durante el inicio del proyecto, en la etapa de iniciación, por lo que resulta conveniente identificar los riesgos para su posterior administración.

La RBS propuesta para este proyecto se muestra en la Tabla 24 (RBS en lista) y Figura 18 (RBS en esquema); ésta contempla los riesgos más importantes correspondientes a las tres categorías del modelo (Buchan,1994 como se cita en Zhang & Fan, 2014): riesgos de gestión, ambientales y tecnológicos, los cuales fueron extraídos del Anexo 1. Esta lista contempla tanto los riesgos que Kenny (2005) identificó en su análisis de riesgos, como riesgos adicionales que considero, podrían haber influido en el proyecto, así el mayor número de riesgos involucrados son de gestión; siendo aquellos relacionados con los recursos humanos y comunicación los más numerosos.

Adicionalmente, considero que un análisis exhaustivo en la etapa de iniciación del proyecto, considerando, de ser posible, la opinión de todos los involucrados en el proyecto y aplicando el proceso de identificación de riesgos propuesto (Sadia et al., 2014): (1) Preparación (2) Junta de inspección (3) Tercera hora (4) Etapa de retrabajo (5) Reinspección (6) Seguimiento; habría supuestos una lista más extensiva de los riesgos, un mejor entendimiento de su relación entre ellos y sus implicaciones inmediatas y en un mediano y largo plazo.

Posteriormente, el modelo propone realizar contrastaciones entre las estructuras desglosadas más importantes que se pueden elaborar en un proyecto (OBS, CBS, WBS) para obtener diferentes matrices que enriquezcan el análisis. Para este ejemplo, únicamente se elaborará la Matriz RBS x OBS porque este proyecto inició sin seguir una metodología o estructura de proyectos por lo cual no hay registros de las actividades de planeación realizadas; la única información histórica disponible es el organigrama de la universidad para ese periodo (Figura 17). Así una propuesta de Matriz RBS x OBS para este proyecto está representada en la Tabla 25; adicionalmente, el nivel considerado para elaborar la matriz. tanto para la RBS como la OBS, es el Nivel 1.

**Tabla 25. Matriz RBS x OBS para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT**

RBS	1.1	1.2	1.3	1.5 Humanos y comunicación	1.6 Costo y finanzas	1.7 Comercial	2.1 Política	2.2 Economía	2.6 Externos	3.3 Calidad y tecnología
OBS	Planificación	Reuniones	Gestión							
Director ejecutivo de proyectos mayores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Director ejecutivo (propiedades tecnológicas)		✓			✓	✓		✓	✓	✓
Director de planeación y calidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Diputado vicanciller (educación y entretenimiento)		✓			✓	✓		✓	✓	
Diputado vicanciller (investigación y desarrollo)	✓	✓			✓	✓		✓	✓	
Pro vicanciller internacional		✓							✓	
Decanos		✓	✓	✓					✓	✓
Directores		✓	✓	✓					✓	✓

Fuente: Elaboración propia

El éxito de este proyecto de innovación, como lo señala Kenny (2003), dependía fuertemente del apoyo de la Gerencia y su compromiso a través de una cultura que premiase la innovación y el emprendimiento individual y una adecuada asignación de los recursos de la organización, así como de la formación de equipos de trabajo multidisciplinarios comprometidos con el logro de los objetivos; no obstante, la asignación de responsabilidades no fue clara desde el inicio del proyecto y la toma de decisiones únicamente contemplaba la opinión de la alta gerencia, dejando de lado la valiosa aportación de otros interesados.

Así, considero que una matriz como lo es la RBS x OBS podría haber ayudado a clarificar el rol de los diferentes puestos dentro de la Administración de Riesgos, no obstante, estos no fueron identificados inicialmente, y aún después de identificados, nunca fueron asignados a un responsable, generando los problemas ya descritos anteriormente. Considero que las restantes matrices habrían proporcionado aún más información referente a la aplicación de recursos, los paquetes de trabajo y el impacto de los riesgos sobre éstos.

**Tabla 26. Evaluación de riesgos para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT**

ID (Riesgo)	Probabilidad (%)				Impacto					
					Costo (%)					
	Valor promedio (VO)	Incertidumbre (In)	Puntuación inicial (PI)	Valor Estimando (VE)	Valor promedio (VO)	Incertidumbre (In)	Puntuación inicial (PI)	Valor Estimando (VE)	Valor del riesgo (VR)	Puntuación final (PF)
1.1.2			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.1.12			2	18.3%			4	9,100	1,668.33	3
1.1.13			4	95.0%			3	910	864.50	3
1.1.15			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.1.16			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.1.17			1	3.1%			4	9,100	282.10	2
1.1.25			1	3.1%			3	910	28.21	1
1.2.2			2	18.3%			3	910	166.83	2
1.2.3			2	18.3%			3	910	166.83	2
1.3.1			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.3.2			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.3.3			2	18.3%			4	9,100	1,668.33	3
1.3.5			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.3.12			2	18.3%			3	910	166.83	2
1.3.15			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.3.17			2	18.3%			4	9,100	1,668.33	3
1.5.2			4	95.0%			3	910	864.50	3
1.5.3			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.5.5			2	18.3%			4	9,100	1,668.33	3
1.5.6			2	18.3%			4	9,100	1,668.33	3
1.5.7			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.5.9			4	95.0%			3	910	864.50	3
1.5.10			1	3.1%			4	9,100	282.10	2
1.5.13			4	95.0%			4	9,100	8,645.00	4
1.5.14			4	95.0%			3	910	864.50	3
1.5.15			2	18.3%			4	9,100	1,668.33	3
1.5.16			4	95.0%			3	910	864.50	3
1.5.18			4	95.0%			3	910	864.50	3
1.6.4			3	47.0%			4	9,100	4,277.00	3
1.6.5			2	18.3%			4	9,100	1,668.33	3
1.7.2			1	3.1%			3	910	28.21	1
1.8.2			2	18.3%			3	910	166.83	2
1.8.3			3	47.0%			4	9,100	4,277.00	3
2.1.3			2	18.3%			3	910	166.83	2
2.2.3			4	95.0%			2	91	86.45	2
2.2.4			2	18.3%			2	91	16.68	1
2.6.5			1	3.1%			3	910	28.21	1
3.3.3			1	3.1%			4	9,100	282.10	2
3.3.9			1	3.1%			3	910	28.21	1
3.3.14			3	47.0%			4	9,100	4,277.00	3
3.3.15			2	18.3%			4	9,100	1,668.33	3

Continuación

ID (Riesgo)	Valor promedio (VO)	Incertidumbre (In)	Puntuación inicial (PI)	Valor Estimando (VE)	Valor del riesgo (VR)	Puntuación final (PF)	Puntuación inicial (PI)	Valor Estimando (VE)	Valor del riesgos (VR)	Puntuación final (PF)	Puntuación media final (PMF)
1.1.2			3	910	864.50	3	4	0.31647461	0.300651	2	3.00
1.1.12			4	9,100	1,668.33	3	4	0.31647461	0.05802	1	2.33
1.1.13			3	910	864.50	3	3	0.06259375	0.059464	1	2.33
1.1.15			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.33
1.1.16			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.33
1.1.17			2	91	2.82	0	3	0.06259375	0.00194	0	0.67
1.1.25			4	9,100	282.10	2	3	0.06259375	0.00194	0	1.00
1.2.2			3	910	166.83	2	2	0.00400586	0.000734	0	1.33
1.2.3			3	910	166.83	2	2	0.00400586	0.000734	0	1.33
1.3.1			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.33
1.3.2			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.33
1.3.3			4	9,100	1,668.33	3	4	0.31647461	0.05802	1	2.33
1.3.5			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.33
1.3.12			4	9,100	1,668.33	3	3	0.06259375	0.011476	0	1.67
1.3.15			3	910	864.50	3	3	0.06259375	0.059464	1	2.67
1.3.17			4	9,100	1,668.33	3	3	0.06259375	0.011476	0	2.00
1.5.2			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.00
1.5.3			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.33
1.5.5			4	9,100	1,668.33	3	4	0.31647461	0.05802	1	2.33
1.5.6			3	910	166.83	2	3	0.06259375	0.011476	0	1.67
1.5.7			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.33
1.5.9			4	9,100	8,645.00	4	3	0.06259375	0.059464	1	2.67
1.5.10			3	910	28.21	1	2	0.00400586	0.000124	0	1.00
1.5.13			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.33
1.5.14			4	9,100	8,645.00	4	4	0.31647461	0.300651	2	3.00
1.5.15			3	910	166.83	2	3	0.06259375	0.011476	0	1.67
1.5.16			3	910	864.50	3	3	0.06259375	0.059464	1	2.33
1.5.18			3	910	864.50	3	3	0.06259375	0.059464	1	2.33
1.6.4			4	9,100	4,277.00	3	3	0.06259375	0.029419	1	2.33
1.6.5			3	910	166.83	2	3	0.06259375	0.011476	0	1.67
1.7.2			2	91	2.82	0	2	0.00400586	0.000124	0	0.33
1.8.2			3	910	166.83	2	3	0.06259375	0.011476	0	1.33
1.8.3			4	9,100	4,277.00	3	3	0.06259375	0.029419	1	2.33
2.1.3			3	910	166.83	2	3	0.06259375	0.011476	0	1.33
2.2.3			2	91	86.45	2	2	0.00400586	0.003806	0	1.33
2.2.4			2	91	16.68	1	1	0.0001	1.83E-05	0	0.67
2.6.5			4	9,100	282.10	2	4	0.31647461	0.009811	0	1.00
3.3.3			4	9,100	282.10	2	4	0.31647461	0.009811	0	1.33
3.3.9			4	9,100	282.10	2	2	0.00400586	0.000124	0	1.00
3.3.14			4	9,100	4,277.00	3	3	0.06259375	0.029419	1	2.33
3.3.15			3	910	166.83	2	3	0.06259375	0.011476	0	1.67

Fuente: Elaboración propia

Después de elaboradas las matrices, se procede a evaluar los riesgos usando los parámetros de la Tabla 17. Tomando en consideración la reducida certeza de los riesgos al no contar con la opinión de los expertos, se recurrirá a evaluar los riesgos usando valores directos, tomando como punto de referencia la evaluación realizada por Kenny (2005) la cual se puede observar en la Tabla 22, que se basa en los

índices de evaluación que se muestran en el Tabla 23. Así, la evaluación de los riesgos descritos en la RBS (Tabla 24), se puede observar en la Tabla 26. Se considerará el valor de 0.9 para la aversión al riesgo ( $\alpha$ ) por tratarse de un proyecto riesgoso (Tabla 27); también será considerada la Tabla 17 de dos escalas (probabilidad e impacto) para evaluar riesgos. Además, para convertir los valores de la escala discreta de impacto en el desempeño en valores continuos (ecuación 2),  $x = 10^{-4}$  y  $y = 4$ .

**Tabla 27. Puntuaciones equivalentes ( $\alpha = 0.9$ ) para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT**

Puntuación	Probabilidad		Impacto en el costo		Impacto en el retraso	
	Límite	Evaluación equivalente	Límite	Evaluación equivalente	Límite	Evaluación equivalente
0	-	0.009	-	1	-	1
1	0.01	0.031	1.00	9	1	9
2	0.03	0.183	10.00	91	10	91
3	0.20	0.470	100.00	910	100	910
4	0.50	0.950	1,000.00	9,100	1,000	9,100
	1.00		10,000.00		10,000	

\*Coeficiente de aversión a la incertidumbre 0.9

**Fuente:** Elaboración propia

El modelo además propone usar una escala para determinar acciones estándar de tratamiento y frecuencia de revisión de riesgos (Tabla 20). Así en la Tabla 26 se ve reflejado el parámetro de semáforo establecido para los riesgos, definiendo una periodicidad de revisión: semanal, quincenal, diario o a decisión del Administrador de proyectos; y tipo de tratamiento: (1) Evitar (2) Aceptar (3) Transferir (4) Mitigar.

Finalmente, considerando la Figura 10, se deberá elaborar una base de datos de las lecciones aprendidas generadas durante el proceso de Administración de Riesgos, tanto si se trató de un proyecto exitoso o fallido, a fin de tener esta información disponible para futuros proyectos y optimizar su administración.

## Resultados

El modelo proporciona un proceso sencillo para conocer los riesgos de un proyecto, y calcular su valor a través de su probabilidad e impacto a fin de conocer qué riesgos tienen mayor fuerza para la consecución del proyecto. El caso del sistema DLS de la universidad RMIT, es un claro ejemplo de las consecuencias que puede tener el no evaluar los riesgos de manera previsor y sistematizada.

La evaluación de los riesgos muestra a los riesgos con un mayor probabilidad e impacto de ocurrencia tanto en costo, desempeño y tiempo; estos se muestran condensados en la Tabla 28.

**Tabla 28. Riesgos con mayor Puntaje Medio Final (PMF) para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT**

Riesgo	PMF
1.1.15 Inadecuados datos investigados	3.33
1.1.16 Roles y responsabilidades de los interesados no claras	3.33
1.3.1 Estructura organizacional	3.33
1.3.2 Experiencia en administración de proyectos	3.33
1.3.5 Aseguramiento de calidad	3.33
1.5.3 Choque cultural	3.33
1.5.7 Usuarios	3.33
1.5.13 Actitud orientada a la calidad	3.33
1.1.2 Definir alcance	3.00
1.5.2 Falta de comunicación o comunicación pobre	3.00
1.5.14 Desconocimiento de la tecnología por el personal	3.00

Fuente. Elaboración propia

Para este proyecto, los eventos más riesgosos en términos de probabilidad e impacto son administrativos; los cuales se originan desde las fases de iniciación y planeación. El análisis inicial de las diferentes variables (usuarios, sistema, organización, etc.) relativas al proyecto, según el caso documentado, generó información escasa, centrándose casi en su totalidad en factores técnicos; así variables como los usuarios, se convirtieron en un riesgo al no considerarse sus características desde etapas tempranas, por lo cual su desconocimiento de la tecnología utilizada causó retrasos en el cronograma.

El alcance del proceso fue muy ambicioso puesto que, fue definido sin considerar la situación presente de la universidad y las repercusiones de la herramienta no solo

de forma tecnológica sino también humana; es decir, la cultura organizacional también representaba un riesgo importante, no obstante, fue ignorada y el personal, quien estaba acostumbrado a una forma de trabajo y uso de tecnologías específicas, no pudo adaptarse de manera orgánica y aprovechar las ventajas de la nueva herramienta.

De igual forma, los roles y responsabilidades no fueron asignados claramente por lo cual, parte del trabajo realizado era duplicado o efectuado sin seguir un propósito concreto. Así, la estructura organizacional de la empresa no contemplaba al proyecto por lo que, el personal fue sobrecargado de trabajo. Este problema se relaciona con la falta de experiencia en Administración de Proyectos, conduciendo a un escenario de prueba y error al ir implementado las estrategias durante la marcha del proyecto sin haber pasado por una fase de planeación.

La comunicación en el proyecto representó otro riesgo importante que no fue contemplado con la magnitud requerida por lo que, los usuarios y personal de proyecto no comunicaban con prontitud los problemas o dudas existentes. Además, aun cuando varios aspectos técnicos fueron considerados, estos únicamente se centraron en la instalación del sistema, perdiendo de vista los procesos administrativos que se deberían seguir para asegurar la calidad como lo son auditorías constantes, evaluaciones 360, etc.

Las acciones de tratamiento para este tipo de riesgos se centrarán principalmente en estrategias para mitigar o evitar los riesgos, siendo más recomendable el buscar mitigar los riesgos a fin de hacer modificaciones en las líneas base del proyecto; o en su caso la transferencia del riesgo a un tercero, mediante la contratación de consultorías especializadas en la administración de este tipo de proyectos. La estrategia de aceptación no es recomendable al tratarse de eventos altamente riesgosos que impactan tanto en tiempo, costo y desempeño. Así también, es necesario establecer acciones de contingencia y mantener una supervisión y monitoreo constante, preferentemente con periodicidad mensual; ya que, como quedó demostrado por el caso documentado, una periodicidad mayor (semestral) impide atender oportunamente las desviaciones en el plan.

**Tabla 29. Riesgos con Puntaje Medio/Bajo Final (PMF) moderado para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT**

Riesgo	PMF
1.3.15 Complejidad de las tareas o proceso de administración del proyecto	2.67
1.5.9 Nivel de cooperación	2.67
1.1.12 Definición de objetivos y metas	2.33
1.1.13 Consistencia con otros proyectos	2.33
1.3.3 Monitoreo del proyecto	2.33
1.5.5 Fuerza de trabajo no entrenada y con poca experiencia	2.33
1.5.16 Apoyo de áreas impactadas por el cambio	2.33
1.5.18 Participación de la alta dirección	2.33
1.6.4 Extensión del alcance del proyecto	2.33
1.8.3 Dependencia en otros proyectos	2.33
3.3.14 Cambios tecnológicos	2.33
1.3.17 Cambios en la estrategia de administración	2.00
1.3.12 Conflictos en el equipo del proyecto	1.67
1.2.2 Reunión semanal de estado	1.33
1.2.3 Reunión mensual técnica	1.33
1.8.2 Complejidad del proyecto	1.33
2.1.3 Dificultad con la cooperación y comunicación con departamentos del gobierno relacionados	1.33
2.2.3 Crisis económica	1.33
3.3.3 Pobre ejecución del trabajo	1.33

**Fuente:** Elaboración propia

Los riesgos con exposición media, es decir, cuyo impacto y probabilidad se encuentra en un punto medio, son en su mayoría de tipo administrativo, aunque también existen riesgos externos y tecnológicos con estas características (Tabla 29). Los riesgos que requieren un mayor enfoque son aquellos que obtuvieron una PMF igual o superior a dos, de los cuales, los más importantes son el nivel de cooperación de los stakeholders, puesto que, al no considerar el aseguramiento de su compromiso durante las fases iniciales, su integración se dificultó en las siguientes fases. La complejidad de los procesos de Administración de Proyectos representa otro riesgo ya que, estos no eran claros ni conocidos por todos los involucrados en el proyecto. Para este tipo de riesgos, se recomienda aceptar, transferir o mitigar los riesgos como acciones de tratamiento, elaborar acciones de tratamiento y evaluar los riesgos mensualmente. Cabe mencionar que no es recomendable evitar los riesgos pues esto modificaría las líneas base del proyecto.

Por otro lado, los riesgos de mediana exposición con un PMF inferior a dos son: crisis económica del país, que aun cuando impactaría fuertemente de acontecer, es poco probable que pase por tratarse de un país con una fuerte economía; la complejidad del proyecto también es un factor importante en el desempeño del proyecto, sin embargo, la universidad está acostumbrada a la implementación de iniciativas grandes haciendo poco probable su incapacidad para manejar proyectos complejos. Se recomienda que este tipo de riesgos sean aceptados, manteniendo una revisión baja a consideración del líder de proyecto, sin ser necesario establecer acciones de contingencia.

**Tabla 30. Riesgos con menor Puntaje Medio Final (PMF) para el proyecto del sistema DLS para la Universidad RMIT**

Riesgo	PMF
1.1.25 Claridad del estado futuro	1.00
1.5.10 Disposición de la gerencia media en tomar responsabilidades adicionales	1.00
2.6.5 Cambio en las necesidades del consumidor	1.00
3.3.9 Aparición de nuevos interesados y requerimientos de cambio	1.00
1.1.17 Viabilidad	0.67
2.2.4 Globalización	0.67
1.7.2 Financiamiento	0.33

**Fuente:** Elaboración propia

Los eventos menos riesgosos del proyecto (Tabla 30) son riesgos administrativos, externo/ambientales y tecnológicos; estos riesgos, aun cuando se sabe que su ocurrencia es probable y/o pueden impactar en la consecución de los objetivos, esto no tiene la significancia necesaria para mantener una actitud proactiva frente a ellos. Por ejemplo, aun cuando el cambio del estado futuro deseado generaría un impacto importante, su probabilidad de ocurrencia es baja debido a que la universidad tenía muy claro el estado a alcanzar mediante este sistema; un problema de financiamiento también resulta poco probable debido a que la universidad está financiada gubernamentalmente desde que se convirtió en una institución pública, aunque un cambio en esta situación podría impactar a la escuela.

Como acción para tratar estos riesgos es recomendable aceptarlos, no requiriéndose el desarrollar acciones de contingencia. Su revisión y la frecuencia

será decisión del líder del proyecto y su equipo; no obstante, es recomendable centrar los esfuerzos en eventos más riesgosos evitando el uso de tiempo y recursos necesarios en áreas con mayor prioridad.

Así, con el uso de este tipo de modelos para Administrar Riesgos es posible observar situaciones que no se estaban contemplando, en el caso de este proyecto fueron los riesgos administrativos, lo cuales, pese a su fuerte impacto y probabilidad de ocurrencia fueron ignorados, siendo que los líderes únicamente se centraron en los riesgos más evidentes para un proyecto de innovación tecnológica: los riesgos tecnológicos.

Además de permitir visualizar los riesgos de una manera más integral, también permite ordenarlos en categorías y evaluarlos considerando un mayor número de variables con el uso de otras estructuras desglosadas y el *Iron triagle*, generando información más completa para la toma de decisiones; así mismo, permite formalizar el proceso de gestionar riesgo y crear conciencia en todos los interesados sobre el impacto que los riesgos pueden tener. Los riesgos del proyecto no habían sido detectados de manera formal ni analizados en etapas tempranas; así, el modelo impulsa integrar este proceso en etapas de iniciación y planeación y continuar con un monitoreo constante a lo largo de todo el proyecto, lo cual hubiese sido muy útil durante la ejecución del mismo, ya que, solo al detectar problemas grandes se decidió analizar los riesgos, dando lugar a situaciones de riesgo cada vez más complejas y gasto innecesario de recursos.

Por lo tanto, la aplicación del modelo en este caso documentado muestra que la Administración de Riesgos puede ser realizada de una forma más efectiva, generando información pertinente que permita establecer acciones de respuesta proactivas y evitar la aparición futura de problemas que pueden ser previstos y gestionados, así como centrarse en las situaciones que mayor exposición al riesgo tienen. La ausencia de una Administración de Riesgos en el proyecto impidió que se pudiese identificar los riesgos con prontitud y se pudiese generar un plan de acción para enfrentar estas situaciones en caso de que ocurrieran, evitando conflictos como el desconocimiento de la herramienta, el rechazo a su uso, el uso

incorrecto que se le dio, el gasto adicional en un consultor que no puedo resolver la problemática, etc. Así, el modelo propone hacer de la Administración de Riesgos una herramienta que potencialice el éxito de los proyectos.

## Conclusiones

El objetivo que condujo esta investigación fue elaborar un modelo capaz de mejorar y facilitar la Administración de Riesgos en proyectos de innovación, mediante la comprensión de la utilidad, importancia y aplicación de la Estructura Desglosada de Riesgos (RBS por sus siglas en inglés) dentro de la Administración de Riesgos en proyectos. Así, la investigación ilustra la importancia y relación de la Administración de Riesgos con la Administración de Proyectos para reducir el impacto y probabilidad de ocurrencia de eventos que pueden afectar el cronograma, presupuesto y calidad de los entregables en un proyecto; de hecho, se encontró que dentro de las áreas del conocimiento que integran la administración de un proyecto, la Administración de Riesgos es una de las más significativas.

Pese a su relevancia, la Administración de Riesgos es subutilizada o aplicada de manera desorganizada o intermitente, generando problemas en los proyectos que pueden ser tratados con anticipación; como fue el caso de la universidad RMIT con el proyecto para instalación del sistema DLS, la cual no detectó los riesgos potenciales en fases iniciales generando gastos excesivos, retrasos y un bajo nivel de aceptación de la herramienta. El riesgo existe en cualquier proyecto, pero es especialmente importante en los proyectos de innovación pues como señala Halman y Keizer (1994 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014) 35% de los proyectos de innovación fallan comercialmente, representado el 45% del gasto en nuevos productos.

Para asegurar que la incertidumbre se vea reducida o eliminada con el fin de minimizar pérdidas a un nivel aceptable, existe un cúmulo de herramientas aplicables y modelos desarrollados que siguen distintos procesos de Administración de Riesgos. No obstante, la investigación reveló que los procesos actuales para gestionar riesgos son propensos a errores y fuertemente ineficientes por tres principales razones: las herramientas tienden a generar largas listas de riesgos con pocos usos prácticos; el conocimiento de las buenas prácticas en una organización suele no estar formalizado, lo que dificulta ser transferido de un proyecto a otro; y

los riesgos son usualmente tratados de forma conjunta por lo tanto es complicado gestionarlos de forma individual.

La RBS se presenta como una herramienta multidisciplinaria para enfrentar estos problemas ya que, permite que los puntos ciegos en el proceso de identificación de riesgos no sean omitidos y revela posibles duplicaciones, exponer las fuentes más significativas del riesgo y áreas de dependencia o correlación entre riesgos, comparar alternativas de riesgos, reportar riesgos con niveles diferentes de detalle, registrar lecciones aprendidas para futuros proyectos usando la RBS como marco de referencia a fin de desarrollo de respuestas preventivas y alimentar acciones efectivas para proyectos futuros, y combinarse su uso con otras estructuras desglosadas (OBS, CBS y WBS) para generar más información y ligar los riesgos a las diferentes variables del proyecto (responsables, costo y entregables).

El potencial de la RBS ha sido estudiado por diversos autores, generando modelos de aplicación general, para una industria o para una empresa particular; enfocándose principalmente en proyectos de construcción y tecnológicos, solo se encontró un modelo que usa como base la RBS para proyecto de innovación conocido como Método Híbrido con su matriz RBM que se usó para una empresa local de la industria del café. Sin embargo, la RBS tiene varias limitaciones siendo la principal, la falta de consenso para su elaboración ya que, cada usuario crea su propio RBS, dificultando identificar buenas prácticas. También se cree que esta es una herramienta rígida pues proporciona categorías ya establecidas de riesgos, y que es plausible que un riesgo pueda encajar en más de una categoría de RBS, o no lo haga.

Posteriormente, analizando toda la información investigada sobre la Administración de Proyectos, el proceso de Administración de Riesgos y la herramienta RBS; se dedujo que un proceso simple, general e integral para gestionar riesgos debe desarrollarse en las siguientes fases: identificación y clasificación de riesgos, análisis y evaluación de los riesgos, y respuesta y reducción de los riesgos. Para aplicar el modelo de tres pasos de la Administración de Riesgos en proyectos de innovación, se contempló el éxito que obtuvieron Murray et al., (2016) al combinar

un Proceso de Administración Riesgos con un Proceso de Administración de Proyectos de Innovación, por lo cual el modelo propuesto también se basó en el ciclo de vida de la innovación: creatividad, selección, incubación, implementación, y aprendizaje.

Con base en las ventajas que la investigación reveló sobre la RBS y los distintos ejemplos de RBS encontrados, se elaboró una RBS que busca cubrir los riesgos básicos que podrían surgir en un proyecto, la cual no es una lista limitativa ni prescriptiva. La investigación también reveló que para evaluar riesgos es importante analizarlos desde un enfoque cualitativo y cuantitativo, por ende, se decidió combinar la matriz RBS con la matriz OBS, CBS y WBS que complementaron la información cualitativa relativa a cada uno de los riesgos, facilitando el asignarles una ponderación para el análisis cuantitativo, reduciendo la subjetividad del proceso de ponderación.

Para el análisis cuantitativo, las variables establecidas como factores de ponderación fueron el *Iron triangle*: Tiempo, costo y desempeño/calidad y así como los componentes del riesgo que se desprenden de la definición de riesgo: probabilidad de ocurrencia e impacto; los cuales, según la literatura, son elementos que determinan el efecto de la incertidumbre en la consecución de objetivos. Se encontró como método exitoso para la evaluación cuantitativo de riesgos aquel usado por Mousavi, et al. (2011), puesto que, la evaluación se efectúa según los factores mencionados, además de que permite evaluar la probabilidad en términos de valores discretos y continuos, pues muchas veces no se conoce el valor exacto de la probabilidad, necesitándose de escalas discretas.

Así, el modelo permite contar con información ordenada, cuantificable, fácilmente transferible, más objetiva al contar con la opinión del equipo de proyecto y otros interesados, comparable, y más exacta por el análisis cualitativo y cuantitativo al que los riesgos son sometidos; permitiendo su seguimiento y control y almacenamiento en una base de datos de las lecciones aprendidas: eventos de riesgos, categorías de riesgo y RBS utilizadas.

La aplicación del caso de estudio documentado demostró que el uso del modelo proporciona estructura al proceso de gestionar riesgos, facilitando identificar y evaluar riesgos y por lo tanto planear acciones para responder a ellos que permitan su monitoreo y control constante. Este caso también ejemplificó la importancia de implementar un proceso de Administración de Riesgos dentro de proyectos de innovación para evitar la aparición de problemas con efecto bola de nieve, puesto que, la innovación implica la implementación de algo nuevo o significativamente mejorado, por ende, la organización tiene poco o nula experiencia en este tipo de proyectos. Sin embargo, la Administración de Riesgos en proyectos de innovación no puede ser un esfuerzo sin dirección o modelo, dado que, como señalan Taplin y Schymyck (2005 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014), una desmedida o carente Administración de Riesgos podría desalentar y sofocar la innovación, por ello se necesita un balance.

### **Reflexión final a modo de propuesta**

A lo largo de este estudio, se ha resaltado la importancia de administrar riesgos durante la ejecución de proyectos; los riesgos son inherentes a cualquier tipo de proyecto, no obstante, estos suelen tener un mayor impacto en los proyectos de innovación, donde existe un nivel alto de fallo (Simon, 2009 como se cita en Bowers & Khorakian, 2014). Los riesgos proceden de diferentes fuentes y pueden impactar al proyecto hasta el punto de llevarlo al fracaso, no obstante, muchas veces son ignorados o subestimados/sobrestimados pues no se cuentan con líneas formales para su evaluación. Por ende, es labor del administrador del proyecto y su equipo, administrar la incertidumbre del proyecto de manera sistemática y activa.

El modelo presentado es de abordaje accesible y aunque fue creado pensando en proyectos de innovación, no pretende ser limitativo, por el contrario, se busca que sirva como base para que otros Administradores de Proyectos de cualquier industria inicien con su labor de administrar riesgos, lo adapten según las necesidades y características del proyecto, y lo compartan con la comunidad como lecciones aprendidas para enriquecer el bagaje de la Administración de Riesgos.

Por lo tanto, el modelo desarrollado en la presente investigación propone gestionar los riesgos siguiendo una estructura que no merme la innovación, demostrándose su utilidad de manera teórica a través de un caso práctico documentado; así, se recomienda la validación del modelo de manera práctica, aplicándose en proyectos de tamaño y naturaleza distinta, ya que, se pretende generar un modelo de uso general para los proyectos en el campo de la innovación y otras industrias.

Particularmente, se busca enriquecer el conocimiento nacional generado en este campo de estudio, ya que, al revisar exhaustivamente las publicaciones generadas relativas a este tema en el país, se encontraron pocas referencias. Por ende, incitar el interés en el tema es una recomendación hacia la comunidad académica nacional.

## Referencias

Banaitiene, N., & Banaitis, A. (2012). *Risk management in construction projects*. INTECH Open Access Publisher.

Baron, J., Dobbin, F., y P. Devereaux J. (1986). War and Peace: The Evolution of Modern Personnel Administration in U.S. Industry. *American Journal of Sociology*, 92(2), 350–383.

Beasley, M., Branson, B., & Hancock, B., (2015). *Report on the Current State of Enterprise Risk Oversight: Update on Trends and Opportunities*, Research conducted by the ERM Initiative at North Carolina State University on behalf of the American Institute of CPAs Business, Industry & Government Team, Recuperado el 24 de September de 2016, [http://www.aicpa.org/InterestAreas/BusinessIndustryAndGovernment/Resources/ERM/DownloadableDocuments/AICPA\\_ERM\\_Research\\_Study\\_2015.pdf](http://www.aicpa.org/InterestAreas/BusinessIndustryAndGovernment/Resources/ERM/DownloadableDocuments/AICPA_ERM_Research_Study_2015.pdf)

Berman, J. (2007). *Maximizing project value: defining, managing, and measuring for optimal return*. Recuperado el 08 de octubre de 2015, <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=16115>

Binder, J. (2007). *Global project management: communication, collaboration and management across borders*. Recuperado el 08 de octubre de 2015, <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=37463>

Bosiger, M. and Auchey, F. (2000). The development and application of a project risk identification, selection and management model (PRISMC). En: *Project Management Institute Annual Seminars & Symposium*. Newtown Square, PA: Project Management Institute, pp.2-3.

Bowers, J., & Khorakian, A. (2014). Integrating risk management in the innovation project. *European Journal of innovation management*, 17(1), 25-40.

Cappels, M. T. (2004). *Financially Focused Project Management*. J. Ross Publishing: USA.

Carvalho, M., & Rabechini Junior, R., (2013). Understanding the Impact of Project Risk Management on Project Performance: An Empirical Study, *Journal of technology management & innovation*, 8, 64-78.

Castaño, G. (2014). *Validar el Alcance*. Recuperado el 24 de septiembre de 2015, <https://whatisprojectmanagement.wordpress.com/2014/07/24/5-5-validar-el-alcance/>

Chuing Loo, S., Abdul-Rahman, H., & Wang, C. (2013). Managing external risks for international architectural, engineering, and construction (AEC) firms operating in Gulf Cooperation Council (GCC) states. *Project Management Journal*, 44(5), 70-88.

Cohen, A. R. (2002). *The portable mba in management*. Segunda Edición. Recuperado el 24 de septiembre de 2016, <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=4888>

Cooke-Davies, T. (2002). The “real” success factors on projects. *International journal of project management*, 20(3), 185-190.

Cooper, D. & Grey, S., Raymond, G., & Walker, P. (2005). Project risk management guidelines: managing risk in large projects and complex procurements. Recuperado el 24 de septiembre de 2016, <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=29481>

de los Ángeles López, M., Albanese, D. E., & Sánchez, M. A., (2014). Gestión de riesgos para la adopción de la computación en nube en entidades financieras de la República Argentina, *Contaduría y administración*, 59(3), 61-88.

Dickstein, D. I. & Flast, R. H. (2009). *No excuses: a business process approach to managing operational risk*. Recuperado el 08 de octubre de 2015, <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=29831>

Dikmen, I., & Birgonul, M. T. (2006). An analytic hierarchy process based model for risk and opportunity assessment of international construction projects. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 33(1), 58-68.

Dinsmore, P. C., & Cabanis-Brewin, J. (2006). *The AMA handbook of project management*. AMACOM Div American Mgmt Assn.

Fallows, S. J., & Bhanot, R. (2005). *Quality issues in ICT-based higher education*. Psychology Press.

Fan, Z. P., Li, Y. H., & Zhang, Y. (2015). Generating project risk response strategies based on CBR: A case study. *Expert Systems with Applications*, 42(6), 2870-2883.

Forbes, D. R., Smith, S. D., & Horner, R. M. W. (2008, septiembre). *A comparison of techniques for identifying risks in sustainability assessment of housing*. En Procs 24th Annual ARCOM Conference (pp. 1-3). Recuperado el 25 September de 2016, [http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2008-1135-1144\\_Forbes\\_Smith\\_and\\_Horner.pdf](http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2008-1135-1144_Forbes_Smith_and_Horner.pdf)

Geraldi, J. G., Lee-Kelley, L., Kutsch, E. (2010). The Titanic sunk, so what?: Project manager response to unexpected events. *International Journal of Project Management*, 20 (6), 547-558

Gido, J., Clements, J. P., Peralta Rosales, L., & Mascaró Sacristán, P. (2012). *Administración exitosa de proyectos*. México, D.F: Cengage Learning.

Gituru, F. (2016). *Making IT Projects Work: Managing the Double Technology and Processes Risks*. Revisado el 25 de septiembre de 2016,

<http://www.projectmanagement.com/articles/284009/Making-IT-Projects-Work--Managing-the-Double-Technology-and-Processes-Risks>

Goh, C. S., Abdul-Rahman, H., & Abdul Samad, Z. (2013). Applying Risk Management workshop for a public construction project: Case Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(5), 572-580.

Gray, C. F., Larson, E. W., Cevallos Almada, M. G., & Treviño Rosales, M. E. (2009). *Administración de proyectos*. México: McGraw-Hill/Interamericana.

Gray, C., & Larson, E. (2011), *Project Management: The Managerial Process*, Boston: Irwin/McGraw-Hill. Revisado el 15 de octubre de 2016, LIBRUNAM, EBSCOhost.

Haghnevis, M., & Sajedi, H. (2006). A model for assessment of project management risk models. En: *4th international management conference*.

Hamzaoui, F., Taillandier, F., Mehdizadeh, R., Breysse, D., & Allal, A. (2015). Evolutive Risk Breakdown Structure for managing construction project risks: application to a railway project in Algeria. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 19(2), 238-262.

Haughey, D. (2017). Breve historia sobre la administración de proyectos. [online] Liderdeproyecto.com. Recuperado el 22 de febrero de 2017, [http://www.liderdeproyecto.com/manual/breve\\_historia\\_sobre\\_la\\_administracion\\_de\\_proyectos.html](http://www.liderdeproyecto.com/manual/breve_historia_sobre_la_administracion_de_proyectos.html)

Hillson D. (2000). Extending the risk process to managing opportunities. *International Journal of Project Management*. 20, 235 – 240.

Hillson D. A. & Simon P. W. (2007). *Practical Project Risk Management: The ATOM Methodology*. Vienna, VA, USA: Management Concepts.

Hillson, D. (2002). Use a risk breakdown structure (RBS) to understand your risks. En *Proceedings of the Project Management Institute Annual Seminars & Symposium (Vol. 10)*. Octubre 3–10, 2002, San Antonio, Texas, US, PMI, recuperado el 24 de septiembre de 2016, <https://www.pmi.org/learning/library/risk-breakdown-structure-understand-risks-1042>

Hillson, D. (2003). Using a risk breakdown structure in project management. *Journal of Facilities management*, 2(1), 85-97.

Hillson, D. (2007). Understanding risk exposure using multiple hierarchies. En *PMI Global Congress EMEA Proceedings. 2007, Budapest, PMI*, recuperado el 24 de septiembre de 2016, <http://www.pmi.org/learning/library/understanding-risk-exposure-multiple-hierarchies-7367>

- Hillson, D. A. (2002, octubre). Using the Risk Breakdown Structure (RBS) to understand risks. En *Proceedings of the 33rd Annual Project Management Institute Seminars & Symposium (PMI 2002)*, San Antonio, TX, USA.
- Hillson, D., Grimaldi, S., & Rafele, C. (2006). Managing project risks using a cross risk breakdown matrix. *Risk management*, 8(1), 61-76.
- Holzmann, V., & Spiegler, I. (2011). Developing risk breakdown structure for information technology organizations. *International Journal of Project Management*, 29(5), 537-546.
- Hopkinson, M., (2006). Top down techniques for project risk management. En *Proceeding of the PMI Global Congress. 2006*, Madrid, recuperado el 24 de septiembre 2016, <http://www.pmi.org/learning/library/top-down-techniques-project-risk-management-8177>
- Hornstein, H. A. (2015). The integration of project management and organizational change management is now a necessity. *International Journal of Project Management*, 33(2), 291-298.
- Ingebretsen, M. (2016). *In no uncertain terms - Identifying risk and opportunities*. Recuperado el 25 de septiembre de 2016, <http://www.pmi.org/learning/library/risk-breakdown-structure-identify-opportunities-4473>
- Jaafari, A. (2001). Management of risk, uncertainties and opportunities on projects: Time for a fundamental shift. *International Journal of Project Management*, 19, 89-101
- Jamal, F. AL-Bahar. and Keith C. C. (1990). Systematic Risk Management Approach for Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*. 116(3). 533-545.
- Jen, R. (2010). Visualizing Risk Management – A new approach. En *PMI, PMI Global Congress, 2010*, Washington, DC, viewed 24 September 2016, <http://www.pmi.org/learning/library/visual-ishikawa-risk-technique-breakdown-6575>
- Kenny, J. (2002). Managing innovation in educational institutions. *Australasian Journal of Educational Technology*, 18(3), 359-376
- Kenny, J. (2003). Effective project management for strategic innovation and change in an organisation. *Project Management Journal*, 34(1), 43-43.
- Kenny, J. (2003, July). *A research-based model for managing strategic educational change and innovation projects*. In HERDSA 2003 Conference.
- Kenny, J. (2005). *Exegesis: strategy and learning: a path to organisational change*. Doctor of Philosophy. RMIT University.

Kerzner, H. (2013). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, And Controlling*, e-book: John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, recuperado el 24 de septiembre de 2016 (online LIBRUNAM, EBSCOhost).

Kirzner, I. M. (1973). *Competition and entrepreneurship*. Chicago: University of Chicago Press.

Knight, F. H. (1948). *Risk, uncertainty and profit*. London: London School of Economics and Political Science.

Lawther, P. M., & Walker, D. H. (2001). An evaluation of a distributed learning system. *Education+ Training*, 43(2), 105-116.

Lechler, T., Gao, T. and Edington, B. (2013) *The silver lining of project uncertainties*.

Lledó, P. (2013). *Preparación para el examen CAPM*. 2nd ed. México: Pablo Lledó.

McManus, J. (2012). *Risk management in software development projects*. Routledge.

McNaught, C., & Kennedy, P. (2000). Staff development at RMIT: bottom-up work serviced by top-down investment and policy. *Research in Learning Technology*, 8(1), 4-18.

McNaught, C., Kenny, J., Kennedy, P., & Lord, R. (1999). Developing and evaluating a university-wide online distributed learning system: The experience at RMIT University. *Educational Technology and Society*, 2(4), 70-81.

Mehdizadeh, R., Breysse, D., Taillandier, F., & Niandou, H. (2011). *Advanced methodology of risk breakdown structure developing for risk management of tunneling and construction projects*. Recuperado el 24 de septiembre de 2016, <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/510/1/Advanced-methodology-of-Risk-breakdown-structure.PDF>

Mehdizadeh, R., Breysse, D., Taillandier, F., & Niandou, H. (2013). Dynamic and multi perspective risk management in construction with a special view to temporary structures. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 30(2), 115-129.

Meredith, J. R. & Mantel, Jr. S. J. (2012). *Project Management. A Managerial Approach*. EUA: John Wiley & Sons, Inc.

Milutinovic, R. and Stosic, B. (2017). The concept of hybrid method for risk assessment in new product development. En *XV International symposium Symorg 2016: Reshaping the Future Through Sustainable Business Development and Entrepreneurship*. Zlatibor, Serbia: Ondrej Jaško, Sanja Marinković, pp.1428-1435.

Miorando, R. F., Ribeiro, J. L. D., & Cortimiglia, M. N. (2014). An economic-probabilistic model for risk analysis in technological innovation projects. *Technovation*, 34(8), 485-498.

Mojtahedi, S. M. H., Mousavi, S. M., & Makui, A. (2010). Project risk identification and assessment simultaneously using multi-attribute group decision making technique. *Safety science*, 48(4), 499-507.

Mousavi, S. M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Azaron, A., Mojtahedi, S. M. H., & Hashemi, H. (2011). Risk assessment for highway projects using jackknife technique. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5514-5524.

Munier, N. (2014). *Risk Management for Engineering Projects*.

Mustafa, M. A., & Al-Bahar, J. F. (1991). Project risk assessment using the analytic hierarchy process. *IEEE transactions on engineering management*, 38(1), 46-52.

Ogunlana, S. O. (2010). Beyond the 'iron triangle': Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects. *International journal of project management*, 28(3), 228-236.

Ostrom, L. T., & Wilhelmsen, C. A. (2012). *Risk assessment: tools, techniques, and their applications*. John Wiley & Sons.

Pacheco, M (2017, febrero 10). *Administración de Riesgos* [Webinar]. En <http://www.avantare.com/webinars>

Peixoto, J., Tereso, A., Fernandes, G., & Almeida, R. (2014). Project Risk Management Methodology: A Case Study of an Electric Energy Organization. *Procedia technology*, 16, 1096-1105.

Pich, M. T., Loch, C. H., & De Meyer, A. (2002). On uncertainty, ambiguity, and complexity in project management. *Management Science*, 48(8), 1008-1023

PMI, (2009). *Practice standard for project risk management*, Newtown Square, Pa, Project Management Institute.

PMI, (2013). *Project Management Body of Knowledge: PMBOK GUIDE*. Newtown Square, Pa, Project Management Institute.

Rasool, M., Franck, T., Denys, B., & Halidou, N. (2012). Methodology and tools for risk evaluation in construction projects using Risk Breakdown Structure. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 16(sup1), s78-s98.

Rivera Martínez, F. & Hernández Chávez, G. (2010). *Administración De Proyectos: Guía Para el Aprendizaje*, Naucalpan de Juárez, Estado de México: Prentice Hall, recuperado el 25 de septiembre de 2016, (online LIBRUNAM, EBSCOhost)

RMIT (1999). Annual Report 1999. Report of the Council of the Royal Melbourne Institute of Technology for the period 1 January to 31 December 1999. Recuperado el 24 de marzo de 2017, <http://mams.rmit.edu.au/js9wuvtg7gz3z.pdf>

RMIT, (2017). About RMIT - RMIT University. (2017). [Rmit.edu.au](http://www.rmit.edu.au). Recuperado el 22 de febrero de 2017, <http://www.rmit.edu.au/about>

Rodríguez López, F., & Hruškovič, P. (2007). Estructura de Desglose del Riesgo (EDR): Introducción del modelo para el fenómeno geotécnico. En *Proceedings of the XI International Congress on Project Engineering* (Vol. 9, pp. 86-97).

Rose, K. H. (2005). Project quality management: why, what and how. Recuperado el 08 de octubre de 2015, <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=18353>

Sadia, H., Beg, M. R., & Faisal, M. (2014). Requirement Risk Identification: A Practitioner's Approach. *International Journal of Computer Applications*, 102(15).

Salah, A., & Moselhi, O. (2016). Risk identification and assessment for engineering procurement construction management projects using fuzzy set theory. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 43(5), 429-442.

Schuyler, J. R., & Schuyler, J. (2001, junio). *Risk and decision analysis in projects*. Newtown Square, Pa: Project Management Institute. Recuperado el 08 de octubre de 2015, <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=3038>

Sigmund, Z., & Radujković, M. (2014). Risk Breakdown Structure for construction projects on existing buildings. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 119, 894-901.

Skjong, R. (2005). *ETYMOLOGY OF RISK: Classical Greek origin – nautical expression – metaphor for ‘difficulty to avoid in the sea’*. Recuperado el 21 de enero de 2017, <http://research.dnv.com/skj/Papers/ETYMOLOGY-OF-RISK.pdf>

Stosic, B., Isljamovic, S., & Mihic, M. M. (2013). Improvement of Innovation Project Risk Identification by Applying RBS Method. *Metalurgia International*, 18(2).

Stosic, B., Mihic, M., Milutinovic, R., & Isljamovic, S. (2017). Risk identification in product innovation projects: new perspectives and lessons learned. *Technology Analysis & Strategic Management*, 29(2), 133-148.

Tah, J. H. M., & Carr, V. (2001). Towards a framework for project risk knowledge management in the construction supply chain. *Advances in Engineering Software*, 32(10), 835-846.

Taylor, J. C. (2008). *Project scheduling and cost control: planning, monitoring and controlling the baseline*. Recuperado el 08 de octubre de 2015, <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=30324>

Torres, Z. y Torres, H. (2013). *Administración de proyectos*. México: Grupo Editorial Patria.

Turley, F. (2010). *The PRINCE2 Foundation Training Manual. A practical approach to passing the PRINCE2 Foundation Exam*. Recuperado el 24 de septiembre 2016, <http://www.skillpower.co.nz/wp-content/uploads/2012/04/PRINCE2-Manual.pdf>

Udlap. (2017). Capitulo III. Marco Teórico. [online] Recuperado el 22 de febrero de 2017, [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lco/martinez\\_c\\_gd/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lco/martinez_c_gd/capitulo3.pdf) [Accessed 8 Feb. 2017].

Vargas-Hernández, J. G., & García-Santillán, A. (2011). Management in the innovation project. *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, 7(1), 1-24.

Villar, V. (2004). Modelo Para Medir Impacto Del Riesgo Usando El WBS Y El RBS, *PMI Global Congress Proceedings-Buenos Aires, Argentina*.

Ward, S., & Chapman, C. (2003). Transforming project risk management into project uncertainty management. *International Journal of Project Management*, 21, 97-105

Watson, C. S. (1997). *Managing Projects for Personal Success*. London: International Thomson Business Press.

Zacharias, O., Panopoulos, D., & Askounis, D. T. (2008). Large scale program risk analysis using a risk breakdown structure. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 12(10), 170-181.

Zhang, Y., & Fan, Z. P. (2014). An optimization method for selecting project risk response strategies. *International Journal of Project Management*, 32(3), 412-422.

Zou, P. X., & Li, J. (2010). Risk identification and assessment in subway projects: case study of Nanjing Subway Line 2. *Construction Management and Economics*, 28(12), 1219-1238.

Zou, Y., Kiviniemi, A., & Jones, S. W., (2016). Developing a tailored RBS linking to BIM for risk management of bridge projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 23(6), 727-750.

Zwikael, O. (2009). The relative importance of the PMBOK® Guide's nine Knowledge Areas during project planning. *Project Management Journal*, 40(4), 94-103.

## Glosario de términos

**BPR.** Business Process Reengineering o Reingeniería de Negocios

**CBS.** Cost Breakdown Structure Estructura Desglosada del Costo

**DLS.** Distributed Learning System o Sistema de Aprendizaje Distribuido

**FMEA.** Failure modes and effects analysis o Análisis Modal de Fallos y Efectos

**FODA.** Modelo de Fuerza, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

**I + D.** Investigación y Desarrollo

**Iron Triangle or Triple constraints.** Triángulo de Hierro o Restricciones triples (costo, retraso y desempeño).

**OBS.** Organizational Breakdown Structure o Estructura Desglosada de la Organización ()

**PMI.** Project Management Institute

**PyME.** Pequeña y Mediana Empresa

**RAM.** Risk Assessment Model o Modelo de Evaluación de Riesgos

**RBM.** Risk Breakdown Matrix o Matriz Desglosada del Riesgo

**RBS o RIBS.** Risk Breakdown Structure o Estructura Desglosada de Riesgos

**RMIT.** Royal Melbourne Institute of Technology

**ROAM.** Acrónimo de Resolve, Own, Accept or Mitigate o Modelo de Evaluación de Riesgos y Oportunidades

**VIRT.** The Visual Ishikawa Risk Technique o Técnica de Riesgos basada en el Diagrama Visual de Ishikawa

**WBS.** Work Breakdown Structure o Estructura Desglosada del Trabajo

# Anexos

## Anexo 1. Propuesta de RBS

Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
0 Riesgos del proyecto	1 Riesgos de gestión	1.1 Planificación	1.1.1 Desarrollar el acta constitutiva del proyecto
			1.1.2 Definir alcance
			1.1.3 Construir Plan de Recursos
			1.1.4 Construir Plan de Comunicación
			1.1.5 Construir Plan de Riesgos
			1.1.6 Construir Plan de Control de Cambios
			1.1.7 Construir Plan de Calidad
			1.1.8 Construir Plan de Adquisiciones
			1.1.9 Construir Plan de Costos
			1.1.10 Construir Plan de Organización
			1.1.11 Construir Plan de Cronograma
			1.1.12 Definición de objetivos y metas
			1.1.13 Consistencia con otros proyectos
			1.1.14 Aprobación del proyecto
			1.1.15 Inadecuados datos investigados
			1.1.16 Roles y responsabilidades de los interesados no claras
			1.1.17 Viabilidad
			1.1.18 Claridad del beneficio
			1.1.19 Confiabilidad del beneficio
			1.1.20 Validación del beneficio

(continuación)

	1.1.21 Plan de logros del beneficio
	1.1.22 Métricas del beneficio
	1.1.23 Proceso de captura del beneficio
	1.1.25 Claridad del estado futuro
1.2 Reuniones	1.2.1 Conducir reunión kickoff
	1.2.2 Reunión semanal de estado
	1.2.3 Reunión mensual técnica
	1.2.4 Reunión de cierre de proyecto
	1.3.1 Estructura organizacional
	1.3.2 Experiencia en administración de proyectos
	1.3.3 Monitoreo del proyecto
	1.3.4 Control interno
	1.3.5 Aseguramiento de calidad
	1.3.6 Mantenimiento
1.3 Gestión	1.3.7 Logística
	1.3.8 Entrega tardía del producto final debido a documentación incompleta
	1.3.9 Entrega tardía debido a imperfecciones
	1.3.10 Requerimiento de seguros
	1.3.11 Métodos de administración
	1.3.12 Conflictos el equipo del proyecto
	1.3.13 Convenios
	1.3.14 Monitoreo y control

(continuación)

		1.3.15 Complejidad de las tareas o proceso de administración del proyecto
		1.3.17 Cambios en la estrategia de administración
1.4 Contratos		1.4.1 Penalizaciones
		1.4.2 Retrasos en resolver problemas contractuales
		1.4.3 Fallo en cumplir con los requerimientos contractuales
		1.4.4 Tipo de contrato
		1.4.5 Precios establecidos en el contrato
		1.4.6 Cadena de control
		1.4.7 Facilidad para resolver disputas
		1.4.8 Subcontratos
1.5 Humanos y comunicación		1.5.1 Seguridad e higiene
		1.5.2 Falta de comunicación o comunicación pobre
		1.5.3 Choque cultural
		1.5.4 Cambios de personal clave
		1.5.5 Fuerza de trabajo no entrenada y con poca experiencia
		1.5.6 Motivación
		1.5.7 Usuarios
		1.5.8 Nivel de confianza hacia el administrador de proyectos
		1.5.9 Nivel de cooperación
		1.5.10 Disposición de la gerencia media en tomar responsabilidades adicionales
		1.5.11 Nivel de iniciativa
		1.5.12 Reputación

(continuación)

	1.5.13 Actitud orientada a la calidad
	1.5.14 Desconocimiento de la tecnología por el personal
	1.5.15 Participación de las áreas de negocio
	1.5.16 Apoyo de áreas impactadas por el cambio
	1.5.17 Patrocinador
	1.5.18 Participación de la alta dirección
1.6 Costo y finanzas	1.6.1 Incremento en el precio del material
	1.6.2 Incremento en el costo del trabajo
	1.6.3 Incremento en los impuestos
	1.6.4 Extensión del alcance del proyecto
	1.6.5 Dificultades financieras
	1.6.6 Indisponibilidad de los fondos del proyecto
1.7 Comercial	1.7.1 Seguros y garantías
	1.7.2 Financiamiento
	1.7.3 Términos de pago
	1.7.4 Adquisiciones internas
	1.7.5 Suspensión y terminación
1.8 Tamaño y complejidad	1.8.1 Tamaño del proyecto
	1.8.2 Complejidad del proyecto
	1.8.3 Dependencia en otros proyectos
	1.8.4 Dependencia en individuos
	1.8.5 Dependencia en proveedores

(continuación)

2 Riesgos ambientales/ externos	2.1 Política	2.1.1 Elecciones/cambio de gobierno
		2.1.2 Relaciones internacionales
		2.1.3 Dificultad con la cooperación y comunicación con departamentos del gobierno relacionados
		2.1.4 Políticas fiscales
		2.1.5 Restricciones de importación e importación
		2.1.6 Inestabilidad de las condiciones políticas
		2.1.7 Actitud pobre frente a compañías extranjeras
		2.1.8 Exposición financiera
		2.1.9 Estimaciones y contingencias
	2.2 Economía	2.2.1 Políticas fiscales
		2.2.2 Inflación
		2.2.3 Crisis económica
		2.2.4 Globalización
		2.2.5 Volatilidad de intereses
		2.2.6 Huelgas
2.2.7 Política monetaria		
2.2.8 Retraso en aprobaciones o permisos		
2.2.9 Fluctuaciones en los tipos cambiarios		
2.3 Social/Ambientales	2.3.1 Mercado de trabajo	
	2.3.2 Tradiciones y tendencias	
	2.3.3 Grupos de presión	
	2.3.4 Oposición pública	
	2.3.5 Cultura	

(continuación)

	2.4.1 Falta de reglas para control de polución
	2.4.2 Restricciones ecológicas
2.4 Salud y medio ambiente	2.4.3 Ruidos o polución del aire
	2.4.4 Enfermedades epidémicas
	2.4.5 Análisis ambiental incompleto
	2.4.6 Requerimiento de nuevas alternativas para evitar, mitigar o minimizar el impacto ambiental
	2.4.7 Riesgos naturales
	2.5.1 Leyes
	2.5.2 Regulaciones y estándares
2.5 Legales	2.5.3 Aprobaciones
	2.5.4 Cambios en la legislación o estándares
	2.5.5 Corrupción
	2.5.6 Actos criminales
	2.5.7 Inmadurez del sistema legal
	2.6.1 Proveedores
2.6 Externos	2.6.2 Competidores
	2.6.3 Relación con la industria
	2.6.4 Fuerza mayor
	2.6.5 Cambio en las necesidades del consumidor
3.1 Requerimientos	3.1.1 Creación de requerimientos

(continuación)

		3.1.2 Revisión de requerimientos
		3.1.3 Actualización de requerimientos
	3.2 Diseño del producto y operación	3.2.1 Inadecuado diseño, especificaciones y documentación
		3.2.2 Falta de diseño detallado
		3.2.3 Variaciones frecuentes en el diseño
		3.2.4 Discrepancias en el diseño
		3.2.5 Tiempo insuficiente para el diseño
		3.3.1 Inapropiada maquinaria y equipo
		3.3.2 Inapropiada selección de material
		3.3.3 Pobre ejecución del trabajo
		3.3.4 Uso de materiales debajo de estándares
		3.3.5 insuficiente actividad de testeo
		3.3.6 Proceso de desarrollo
		3.3.7 Interesados requieren cambios de última hora
3 Riesgos tecnológicos	3.3 Calidad y tecnología	3.3.8 Materiales insuficientes
		3.3.9 Aparición de nuevos interesados y requerimientos de cambio
		3.3.10 Proceso técnico
		3.3.11 Eficacia
		3.3.12 Eficiencia
		3.3.13 Verificación del producto
		3.3.14 Cambios tecnológicos
		3.3.15 Sofisticación tecnológica