UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Estimación de Riesgos en la Etapa de Planeación en Proyectos de Software

Lucero Obando Montoya

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión
Medellín, Colombia
2015

Estimación de Riesgos en la Etapa de Planeación en Proyectos de Software

Lucero Obando Montoya

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería de Sistemas

Director:
Jesús Antonio Hernández Riveros, Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de
Ciencias de la Computación y de la Decisión
Medellín, Colombia
2015

DEDICATORIA

A Dios primeramente, porque sin su ayuda yo nada puedo hacer.

A mi esposo, quién me inspira cada día a convertirme en una mejor persona y a mi amigo Néstor, por su compañía incondicional durante todo éste proceso.

Tabla de Contenido

Resumen 4
Abstract 5
Lista de Figuras 6
Lista de Tablas 7
Introducción 8
OBJETIVOS 9
Objetivo General 9
Objetivos Específicos 9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 10
1. MARCO TEÓRICO: DEFINICIÓN DE CONCEPTOS IMPORTANTES 12
1.1. QUÉ ES UN RIESGO 12
1.2. QUÉ ES MITIGACIÓN 13
1.3. QUÉ ES CONTINGENCIA 14
1.4. MITIGACIÓN VS. CONTINGENCIA 16
2. PRINCIPALES NORMAS EN GESTION DE RIESGOS 18
2.1. PMBOK 18
2.1.1. GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO 18
2.2. CMMI 38
2.2.1. GESTIÓN DE RIESGOS CMMI (RSKM) 39
2.3. NORMAS ISO 9000 48
2.3.1. ISO/IEC 12207 50
2.3.2. ISO/IEC VDA 15504 56
3. ESTIMACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE TECNOLOGÍA 59
3.1. ASPECTOS CUALITATIVOS DE LAS NORMAS 59
3.1.1. PMBOK 59
3.1.2. CMMI 61
3.1.3. NORMAS ISO 9000 61
3.2. ASPECTOS CUANTITATIVOS DE LAS NORMAS 63
3.2.1. PMBOK 63
4. MODELO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS 65

4.1 PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS 66
4.1.1 DEFINIR ROLES Y RESPONSABILIDADES 66
4.1.2 DETERMINAR CATEGORÍAS DE LOS RIESGOS 66
4.1.3 DEFINIR PROBABILIDAD E IMPACTO DE LOS RIESGOS 67
4.1.4 DEFINIR UMBRALES DE RIESGOS 68
4.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 69
4.2.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE COSTOS 71
4.2.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE CRONOGRAMA 71
4.2.3 IDENTIFICAR RIESGOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL PRODUCTO 71
4.2.4 IDENTIFICACIÓN DE OTROS RIESGOS 72
4.3 ANÁLISIS DE RIESGOS 72
4.3.1 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS 72
4.3.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS 74
4.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS 75
4.4.1 DEFINIR ESTRATEGIAS PARA RIESGOS NEGATIVOS 76
4.4.2 DEFINIR ESTRATEGIAS PARA RIESGOS POSITIVOS 76
4.4.3 DEFINIR ESTRATEGIAS DE RESPUESTA A CONTINGENCIAS 76
4.4.4 REPOSITORIO DE RIESGOS 76
4.5 ESQUEMA GENERAL DEL MODELO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS 77
5. APLICACIÓN DEL MODELO 78
5.1 PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS 78
5.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 82
5.3 ANALISIS DE RIESGOS 85
5.4 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS 86
6. IDENTIFICACIÓN DE CONTINGENCIAS 90
6.1 DESCRIPCIÓN DE CONTINGENCIAS, CAUSAS Y CONSECUENCIAS 90
6.2 ANALISIS DE CONTINGENCIAS 92
Conclusiones 94
ANEXO A: ENCUESTA PARA UN MODELO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS 96
ANEXO B: FICHA TÉCNICA ENCUESTA 103
Bibliografía 104

Resumen

Los proyectos de desarrollo de software están expuestos a numerosos riesgos los cuales deben ser tratados en etapas tempranas del proyecto para su efectiva gestión y tratamiento. El modelo de gestión de riesgos propuesto en este trabajo se basó en la recopilación de los aspectos considerados más relevantes en las normas internacionales PMBOK, CMMI, ISO/IEC 12207 e ISO/IEC VDA 15507, logrando un modelo compuesto por cuatro fases importantes: planificación de la gestión de riesgos, identificación de riesgos, análisis de riesgos y evaluación de riesgos. La aplicación del modelo en la empresa PRUEBA1 reveló la identificación de los riesgos en una etapa temprana del proyecto, permitiendo la definición de estrategias de respuesta y la realización de planes de acción, que dieron como resultado la eliminación de posibles amenazas y la disminución de factores de riesgo.

Palabras clave: Gestión de riesgos, desarrollo de software, estimación de riesgos, gestión de proyectos.

Abstract

The software development projects are exposed to numerous risks which must be addressed early in the project for their effective management and treatment. The risk management model proposed in this paper was based on the collection of the most important aspects considered in international standard PMBOK, CMMI, ISO/IEC 12207 and ISO/IEC 15507 VDA, making a model composed of four main phases: planning risk management, risk identification, risk analysis and risk assessment. The application of the model in the PRUEBA1 Company revealed the identifying risks at an early stage of the project, allowing the definition of response strategies and the implementation of action plans, which resulted in the elimination of potential threats and decreasing factors risk.

Keywords: Risk Management, Software development, risk assessment, project management.

Lista de Figuras

Figura 1. Resultado de resolución de proyecto de la investigación CHAOS para los años 2004-2012. 10

Figura 2. Excesos de tiempo y costo, mas porcentaje de características entregadas de la investigación CHAOS para los años 2004 -2012. 11

Figura 3. Descripción General de la Gestión de los Riesgos del Proyecto.....20

Figura 4. Planificar la Gestión de los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y salidas. 21

Figura 5. Ejemplo de una Estructura de Desglose de Riesgos (RBS). 22

Figura 6. Identificar los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. 24

Figura 7. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. 27

Figura 8. Matriz de Probabilidad e Impacto. 29

Figura 9. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. 30

Figura 10.Rango de Estimaciones de Costos del Proyecto Recopiladas durante la Entrevista de Riesgos. 31

Figura 11. Ejemplos de Distribuciones de Probabilidad Comúnmente Utilizadas. 32

Figura 12. Ejemplo de Diagrama con Forma de Tornado. 33

Figura 13. Planificar la Respuesta a los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. ..34

Figura 14. Controlar los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. 37

Figura 15. Grupo de Procesos del Ciclo de Vida. 52

Figura 16. Procesos del Ciclo de Vida Organizacional- Grupo de Procesos MAN. 57

Figura 17. Gestión de Riesgos CMMI (RSKM) (14). 61

Figura 18. Gestión de Riesgos ISO/IEC 15504 (25). 63

Figura 19. Modelo estimación de Riesgos. 65

Figura 20. Ejemplo de Categorías de los Riesgos. 67

Figura 21. Técnica de Análisis FODA. 70

Figura 22. Procesos Modelo de Estimación de Riesgos. 77

Lista de Tablas

Tabla 1. Diferencias Entre Mitigación Y Contingencia. 17

Tabla 2. Definición de Escalas de Impacto para Cuatro Objetivos del Proyecto. 23

Tabla 3. Proceso de Gestión de Riesgos ISO/IEC 12207 (24). 62

Tabla 4. Definición de Impacto para Tres Objetivos del Proyecto. 68

Tabla 5. Definición Umbrales de Riesgos. 68

Tabla 6. Formato de registro de riesgos identificados. 71

Tabla 7. Medidas de Probabilidad de Ocurrencia de un Riesgo. 73

Tabla 8. Escalas de Medición de Impacto Para Tres Objetivos del Proyecto. 74

Tabla 9. Matriz de Probabilidad e Impacto de Riesgo. 75

Tabla 10. Definición de roles y responsabilidades en la empresa PRUEBA1. 81

Tabla 11. Riesgos de costos identificados en la empresa PRUEBA1. 82

Tabla 12. Riesgos de cronograma identificados en la empresa PRUEBA1. 83

Tabla 13. Riesgos que afectan la calidad del producto identificados en la empresa PRUEBA1. ...84

Tabla 14. Otros Riesgos identificados en la empresa PRUEBA1. 84

Tabla 15. Resultados del análisis de los Riesgos Identificados. 86

Tabla 16. Estrategias de Respuesta para Riesgos Identificados. 88

Tabla 17. Principales Contingencias, Causas y Consecuencias Encontradas en Proyectos de Desarrollo de Software. 92

Introducción

El Project Management Institute (PMI) es una organización internacional que asocia a los profesionales relacionados con la gestión de proyectos para que puedan compartir sus experiencias entre los distintos sectores. Actualmente está integrada por más de 260.000 miembros en aproximadamente 170 países.

En la primera edición de *A guide to the Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) (1), el PMI indica la sabiduría de la época, las tres cosas principales que se debían abordar en los proyectos eran el costo, el tiempo y el rendimiento. A medida que se fue desarrollando el estado de los conocimientos en gestión de proyectos, se integraron otros factores como: el riesgo, recurso humano, las comunicaciones, las adquisiciones, los cuales se reconoció que generaban impacto en el éxito de un proyecto (2). Actualmente la gestión de riesgos es reconocida como un factor fundamental para el éxito del proyecto.

Para la gestión de un proyecto es necesario considerar diferentes procesos, dentro de los cuales se encuentra la gestión de riesgos. La gestión de riesgos se define como el proceso por medio del cual es posible identificar problemas antes de que ocurran. El propósito de este proceso es planificar y ejecutar actividades de manejo de los riesgos del proyecto, en el momento que sea necesario y mitigar los impactos adversos que puedan afectar el logro de sus objetivos (3).

Con este trabajo se pretende mejorar la estimación de riesgos para proyectos de Tecnología de la Información (TI) utilizando un caso de aplicación de una empresa productora de software, pretendiendo mejorar el proceso de estimación de riesgos de tal manera que un gerente de proyectos pueda evaluar la probabilidad de éxito de un proyecto desde una etapa muy temprana en el ciclo de vida.

Ningún proyecto, y especialmente ningún proyecto de software, se ejecutan sin efectos de influencias externas. Estás influencias constituyen riesgos en la medida en que pueden afectar el proyecto en términos de retrasar la finalización en el tiempo concertado, de aumentar el costo y posiblemente reducir la calidad de los productos del proyecto (4).

Al inicio de un proyecto es muy importante tener en cuenta la gestión de riesgos, pues es un factor determinante de la continuidad o futuro del proyecto. Muchos de los proyectos de Tecnologías de la Información (TI) tienen su más alto eslabón en la gestión de riesgos, en pocas oportunidades se tiene en cuenta cómo responder a sucesos “imprevistos” y más aún pensar en posibles contratiempos inesperados puede ser considerado una pérdida de tiempo. En la etapa inicial es muy difícil lograr presupuestar el tiempo, recursos y dinero consumidos a lo largo del proyecto por esto es necesario realizar un plan de gestión de riesgos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un modelo de estimación de riesgos para proyectos de TI en la etapa de planeación en ingeniería de software, teniendo en cuenta los factores de costos, duración y la calidad de los productos.

Objetivos Específicos

- Identificar y describir las contingencias más importantes en proyectos locales de desarrollo de software.
- Realizar un análisis de causas y consecuencias de las contingencias identificadas.
- Plantear un modelo para estimar los riesgos en proyectos de desarrollo de software considerando los puntos anteriores.
- Verificar el modelo propuesto utilizando un caso real de aplicación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El fracaso de los proyectos de Tecnología de la Información (TI) ha afectado a la industria de las TI desde hace años. The Standish Group[1] ha estado recopilando información sobre los casos en ambientes de la vida real en empresas de TI y proyectos de desarrollo de software desde 1985. Los informes de los últimos años, indican que en el año 2012 solo el 39% de los proyectos de desarrollo de software fueron exitosos.

Como las nuevas tecnologías de la información continúan convirtiéndose en un factor significativo en las organizaciones, el crecimiento de los proyectos de desarrollo de software ha aumentado de forma reveladora en los últimos años. Sin embargo, la tasa de éxito de estos proyectos sigue siendo muy baja (2). The Standish Group "CHAOS MANIFIESTO 2013" (5) revela el alto índice de fracaso. En el 2012 solo el 39% de los proyectos de TI se completaron a tiempo y dentro del presupuesto, el 18% fueron cancelados antes de la finalización o tiempo de entrega y nunca fueron usados, y el 43% se realizaron fuera del presupuesto, con retraso y con menos de las características y funciones inicialmente requeridas. Estas cifras como lo muestra la FIGURA 1, representan un aumento, aunque leve, en las tasas de éxito con respecto a los estudios de los años anteriores. Podemos observar que la cifra más baja de los últimos periodos fue en el año 2004, en el que solo el 29% de los proyectos fueron exitosos.

Estas cifras revelan que la aplicación exitosa de las técnicas de gestión de riesgo en proyectos de TI ha sido muy difícil de alcanzar.

RESOLUTION

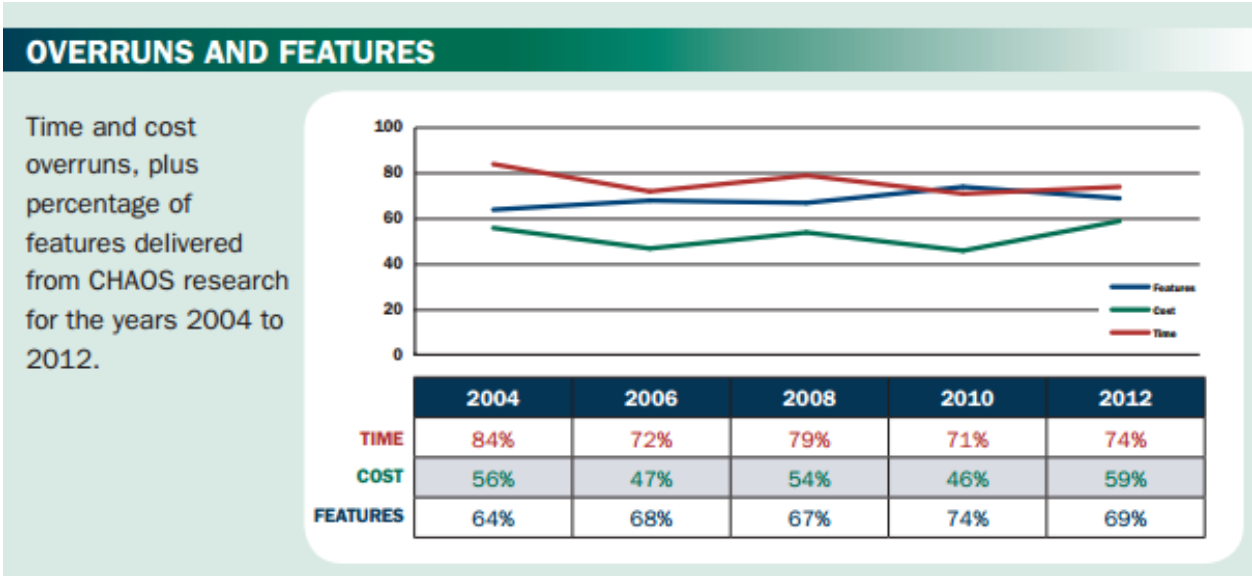
	2004	2006	2008	2010	2012
Successful	29%	35%	32%	37%	39%
Failed	18%	19%	24%	21%	18%
Challenged	53%	46%	44%	42%	43%

Project resolution results from CHAOS research for years 2004 to 2012.

Figura 1. Resultado de resolución de proyecto de la investigación CHAOS para los años 2004-2012. Tomado de: "CHAOS MANIFIESTO 2013" de The Standish Group.

Los proyectos de software son actividades de alto riesgo, generando resultados variables de rendimiento. Las encuestas de la industria sugieren que solo una cuarta parte de los proyectos de software son exitosos, es decir que completan lo previsto en presupuesto y especificaciones, y miles de millones de dólares se pierden anualmente a través de las fallas de los proyectos que no ofrecen los beneficios prometidos (6).

[1] The Standish Group: Estudio de actualización que incorpora datos de Desarrollo de Software de miles de proyectos de TI en EEUU y Europa principalmente. (http://blog.standishgroup.com/).



	2004	2006	2008	2010	2012
TIME	84%	72%	79%	71%	74%
COST	56%	47%	54%	46%	59%
FEATURES	64%	68%	67%	74%	69%

Figura 2. Excesos de tiempo y costo, mas porcentaje de características entregadas de la investigación CHAOS para los años 2004 -2012.
Tomado de: "CHAOS MANIFIESTO 2013" de The Standish Group.

En el tema de los excesos de tiempo, costo y el cumplimiento de los requisitos y alcances de un proyecto, The Standish Group "CHAOS MANIFIESTO 2013" revela que las cifras del año 2012 muestran un ligero aumento en los excesos en costos y tiempo. Los sobrecostos aumentaron de 56% en 2004 al 59% en 2012. Los excesos de tiempo también se han incrementado de 71% en 2010 al 74% en 2012. El punto culminante de los excesos de tiempo fue en el 2004 con un incremento del 84%. Las características y funciones desarrolladas en los proyectos descendieron de un 74% de los requisitos especificados completados en 2010, cayendo a 69% en 2012. Se cree que esto podría ser una buena señal de que las organizaciones gastan más tiempo en concentrarse en los costos frente a completar el 100% de los requisitos.

Cada proyecto de software está expuesto a influencias externas adversas, llamados riesgos en los proyectos, los cuales afectan el costo, la duración del proyecto y posiblemente la calidad de los productos. Con un análisis de riesgo se puede determinar para un proyecto específico cuales son las posibilidades de éxito del mismo. Estos riesgos se deben incluir de manera sistemática y formal desde la etapa inicial del proyecto con el fin de obtener una estimación real y un plan de proyecto confiable (4).

1. MARCO TEÓRICO: DEFINICIÓN DE CONCEPTOS IMPORTANTES

1.1.QUÉ ES UN RIESGO

La palabra “riesgo” viene del italiano Risicare, que significa desafiar, retar, enfrentar, atreverse. En el nuevo diccionario español-latino etimológico se define como, peligro, poner en peligro a uno, suscitarle algún peligro, lanzarse, arrojarse al peligro (De Miguel y el Marqués de Morante, 1887, pp. 211). En algunos escritos se refiere a la proximidad de un daño (7).

En el libro “Administración de Riesgos un Enfoque Empresarial” (7) se mencionan diferentes definiciones que se encuentran en la literatura tradicional referente al tema de riesgos algunas de ellas consideradas como las más representativas son:

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

El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos del proyecto, tales como el alcance, el cronograma, el costo y la calidad. Un riesgo puede tener una o más causas y, de materializarse, uno o más impactos. Una causa puede ser un requisito especificado o potencial, un supuesto, una restricción o una condición que crea la posibilidad de consecuencias tanto negativas como positivas. Por ejemplo, entre las causas se podría incluir el requisito de obtener un permiso ambiental para realizar el trabajo, o contar con una cantidad limitada de personal asignado para el diseño del proyecto. El riesgo consiste en que la agencia que otorga el permiso pueda tardar más de lo previsto en emitir el permiso o, en el caso de una oportunidad, que se disponga de más personal de desarrollo capaz de participar en el diseño y de ser asignado al proyecto. Si se produjese alguno de estos eventos inciertos, podría haber un impacto en el alcance, el costo, el cronograma, la calidad o el desempeño del proyecto. Las condiciones de riesgo pueden incluir aspectos del entorno del proyecto o de la organización que contribuyan a poner en riesgo el proyecto, tales como las prácticas deficientes de dirección de proyectos, la falta de sistemas de gestión integrados, la concurrencia de varios proyectos o la dependencia de participantes externos fuera del ámbito de control directo del proyecto (8).

De acuerdo a la norma técnica de la NASA (9), el riesgo es una función de la frecuencia posible de ocurrencia de un evento no deseado, la severidad potencial de causar consecuencias y las incertidumbres asociadas con la frecuencia y severidad.

La definición más común de riesgo en proyectos de software es en términos de exposición a los factores específicos que representan una amenaza para alcanzar los resultados esperados de un proyecto (10).

El riesgo en proyectos de software generalmente se define como el impacto de la probabilidad ponderada de un evento en un proyecto (6). De manera simple R = P * I donde R es la exposición al riesgo atribuible a un factor de riesgo en particular, P es la probabilidad de que el evento no deseado ocurra y I es el impacto o la magnitud de la perdida si se produce el evento (10).

Para evaluar un riesgo, el riesgo se define como la multiplicación de dos factores: La frecuencia o posibilidad de un mal funcionamiento y la consecuencia del fallo del sistema (severidad) de la siguiente manera: R= Frecuencia * Severidad; el riesgo del sistema es un agregado de cada uno de los factores de riesgo de los componentes (11).

La estimación de riesgo puede ser definida como el valor esperado de la probabilidad de ocurrencia (problema) de un resultado no deseado, por el costo del daño, de la siguiente manera: Riesgo = Probabilidad * Costo de daños (12).

Un riesgo de un proyecto es un evento o condición incierto, que si se produce tendrá un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, costo, alcance o calidad, es decir, cuando el objetivo de tiempo de un proyecto es cumplir con el cronograma acordado; cuando el objetivo de costo del proyecto es cumplir con el costo acordado, etc. (13).

Las organizaciones perciben el riesgo como el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos del proyecto y de la organización (8).

El riesgo del proyecto incluye tanto las amenazas para con los objetivos del proyecto como las oportunidades para mejorar aquellos objetivos. Esto tiene su origen en la incertidumbre que tienen incorporada todos los proyectos. Los riesgos conocidos son aquellos que han sido identificados y analizados, y para los que puede ser posible contar con un plan de mitigación. Los riesgos desconocidos no se pueden controlar, aunque los gerentes de proyectos pueden abordarlos, aplicando una contingencia general basada en la experiencia pasada con proyectos similares (1).

1.2. QUÉ ES MITIGACIÓN

Mientras que la prevención es anticipación, mitigación es acción en el momento del peligro o la presencia del riesgo. Al igual que la prevención, ésta se logra a través del diseño y aplicación de políticas, normas, controles y procedimientos, conducentes a disminuir la intensidad o el

impacto negativo sobre los recursos amenazados, que generan los riesgos en caso de ocurrencia (7).

Mitigar el riesgo es una estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto actúa para reducir la probabilidad de ocurrencia o impacto de un riesgo. Implica reducir a un umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto de un riesgo adverso. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y/o su impacto sobre el proyecto, a menudo es más eficaz que tratar de reparar el daño después de ocurrido el riesgo. Ejemplos de acciones de mitigación son adoptar procesos menos complejos, realizar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable. La mitigación puede requerir el desarrollo de un prototipo para reducir el riesgo de pasar de un modelo a pequeña escala de un proceso o producto a uno de tamaño real. Cuando no es posible reducir la probabilidad, una respuesta de mitigación puede abordar el impacto del riesgo centrándose en los vínculos que determinan su severidad. Por ejemplo, incorporar redundancias en el diseño de un sistema puede permitir reducir el impacto causado por una falla del componente original (8 pág. 345).

Mitigar el riesgo implica reducir la probabilidad y/o el impacto de un evento de riesgo adverso a un umbral aceptable. Normalmente esto requiere cambios en el plan del proyecto, como por ejemplo añadir actividades y recursos, adoptar procesos menos complejos, realizar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable para tratar de forma proactiva el riesgo. Todos estos son ejemplos de acciones de mitigación (plan de mitigación). Los costos asociados a los planes de respuesta con estrategias de mitigar, transferir y evitar deben ser incluidos en el presupuesto del proyecto, no en el presupuesto de reserva de riesgos ya que en estos casos se sabe qué costos y cuándo se acomete para responder a cada riesgo (13).

Mitigación de riesgos se refiere a la planificación y ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente. La mitigación asume que en muchas circunstancias no es posible controlar el riesgo totalmente, es decir, que en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y sus consecuencias, sino más bien reducirlos a niveles aceptables por la propia organización (13).

Donde no es posible reducir la probabilidad, una respuesta de mitigación puede tratar el impacto del riesgo, dirigiéndose específicamente a los elementos que determinan su severidad. Por ejemplo, diseñando redundancia en un subsistema se puede reducir el impacto que resulta de un fallo del componente original (13).

1.3. QUÉ ES CONTINGENCIA

PMBOK define contingencia como un evento o una ocurrencia que podría afectar la ejecución del proyecto y que puede tenerse en cuenta con una reserva (8 pág. 533).

Un plan de contingencia se define como un conjunto de procedimientos operativos específicos y preestablecidos de coordinación, alerta y respuesta ante la ocurrencia de un riesgo (13).

PMBOK define plan de contingencia como un conjunto alternativo de acciones y tareas disponibles en caso de que el plan principal deba ser abandonado debido a incidentes, riesgos u otras causas (8) pp. 556

Las reservas para contingencias consisten en el presupuesto, dentro de la línea base de costos, que se destina a los riesgos identificados y asumidos por la organización, para los que se desarrollan respuestas de contingencia o mitigación. Las reservas para contingencias se contemplan a menudo como la parte del presupuesto destinada a cubrir los "conocidos desconocidos" susceptibles de afectar al proyecto. Por ejemplo, se podría anticipar la necesidad de reelaborar algunos de los entregables del proyecto y al mismo tiempo desconocer el impacto de esa reelaboración. Se pueden estimar las reservas para contingencias de manera que cubran esa cantidad desconocida de trabajo de reelaboración. Las reservas para contingencias pueden cubrir una actividad específica, la totalidad del proyecto o ambas. La reserva para contingencias puede definirse como un porcentaje del costo estimado, como un monto fijo, o bien puede calcularse utilizando métodos de análisis cuantitativos (8 pág. 206).

En el ámbito administrativo de las organizaciones, la operación o prestación normal del servicio puede verse interrumpida, por hechos que no pudieran controlarse con las medidas de prevención diseñadas para ello. Con el plan de contingencia se definen las acciones que emprenderá la compañía, para controlar la situación que afecta su operación y reducir los efectos negativos que puede originarle. Este se elabora previamente y en él se establecen puntos de activación, que corresponden a señales que indican situaciones críticas según el tipo de riesgo tratado y que determinan el inicio del plan de contingencia (7 pág. 104). Algunos aspectos que se tienen en cuenta en la elaboración de los planes de contingencia son:

a. Identificar la prioridad de los procesos críticos de la empresa.
b. Identificar los recursos requeridos para soportar estos procesos.
c. Establecer el tiempo máximo que se pueda operar sin la ejecución de cada uno de ellos.
d. Definir como se llevaría a cabo las acciones de recuperación, los equipos que se podrían utilizar, el personal de soporte, las instalaciones que se podrían adecuar, etc.
e. Determinar para cada proceso crítico el tiempo máximo de recuperación, la relación con otros procesos, los recursos de soporte.
f. Definir el responsable de manejar el plan de contingencia y su equipo de trabajo.
g. Establecer las funciones de cada uno de los miembros del equipo: quién evaluará los daños, quién atenderá a usuarios y clientes, quién participará en la operación de recuperación, quién apoyará logística y administrativamente el plan.

Los planes de contingencia deben ser probados para ajustarlos a las necesidades de la empresa y aprobados por la dirección, con el fin de recibir el apoyo que requieren para su funcionamiento (7).

1.4. MITIGACIÓN VS. CONTINGENCIA

Teniendo en cuenta las definiciones encontradas de los términos mitigación y contingencia, en la siguiente tabla comparativa podemos obtener una mejor comprensión de sus conceptos:

MITIGACIÓN	CONTINGENCIA
Mientras que la prevención es anticipación, mitigación es acción en el momento del peligro o la presencia del riesgo.	Contingencia es un evento o una ocurrencia que podría afectar la ejecución del proyecto y que puede tenerse en cuenta con una reserva.
Mitigar el riesgo es una estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto actúa para **reducir la probabilidad de ocurrencia** o impacto de un riesgo.	Un plan de contingencia se define como un conjunto de procedimientos operativos específicos y preestablecidos de coordinación, alerta y respuesta ante la **ocurrencia** de un riesgo.
Mitigación de riesgos se refiere a la planificación y ejecución de medidas de intervención **dirigidas a reducir o disminuir el riesgo existente**. La mitigación asume que en muchas circunstancias no es posible controlar el riesgo totalmente, es decir, que en muchos casos no es posible impedir o evitar totalmente los daños y sus consecuencias, sino más bien reducirlos a niveles aceptables por la propia organización.	Un plan de contingencia, es un plan definido para implementarse en caso de que nuestros esfuerzos para mitigar o transferir un riesgo no hayan sido suficientes, y aun así **el riesgo se genera**. En ese caso, mediante el Plan de Contingencia, estaremos preparados para afrontar dicho riesgo.
Preparar planes de respuesta para superar o mitigar el impacto de situaciones inesperadas. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y/o su impacto sobre el proyecto, a menudo es más eficaz que tratar de reparar el daño después de ocurrido el riesgo. Ejemplos de acciones de mitigación son adoptar procesos menos complejos, realizar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable.	Algunos aspectos que se tienen en cuenta en la elaboración de los planes de contingencia son: ➢ Identificar la prioridad de los procesos críticos de la empresa. ➢ Identificar los recursos requeridos para soportar estos procesos. ➢ Establecer el tiempo máximo que se pueda operar sin la ejecución de cada uno de ellos. ➢ Definir como se llevaría a cabo las

	acciones de recuperación, los equipos que se podrían utilizar, el personal de soporte, las instalaciones que se podrían adecuar, etc. ➢ Determinar para cada proceso crítico el tiempo máximo de recuperación, la relación con otros procesos, los recursos de soporte. ➢ Definir el responsable de manejar el plan de contingencia y su equipo de trabajo. ➢ Establecer las funciones de cada uno de los miembros del equipo: quién evaluará los daños, quién atenderá a usuarios y clientes, quién participará en la operación de recuperación, quién apoyará logística y administrativamente el plan.

Tabla 1. Diferencias Entre Mitigación Y Contingencia.
Fuente: Elaboración propia.

2. PRINCIPALES NORMAS EN GESTION DE RIESGOS

2.1. PMBOK

El Project Management Institute (PMI) es una organización internacional que asocia a los profesionales relacionados con la gestión de proyectos para que puedan compartir sus experiencias entre los distintos sectores. Actualmente está integrada por más de 260.000 miembros en aproximadamente 170 países.

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición, proporciona pautas para la dirección de proyectos individuales y define conceptos relacionados con la dirección de proyectos. Describe asimismo el ciclo de vida de la dirección de proyectos y los procesos relacionados, así como el ciclo de vida del proyecto.

La Guía del PMBOK contiene el estándar, reconocido a nivel global y la guía para la profesión de la dirección de proyectos. Al igual que en otras profesiones, el conocimiento contenido en este estándar evolucionó a partir de las buenas prácticas reconocidas de los profesionales dedicados a la dirección de proyectos que han contribuido a su desarrollo.

Las primeras dos secciones de la Guía del PMBOK® presentan una introducción de los conceptos clave en el ámbito de la dirección de proyectos. La Sección 3 resume los Grupos de Procesos y proporciona una visión general de las interacciones entre procesos dentro de las diez Áreas de Conocimiento y los cinco Grupos de Procesos. Las Secciones 4 a 13 son la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Estas secciones amplían la información contenida en el estándar mediante la descripción de las entradas y salidas, así como de las herramientas y técnicas utilizadas para dirigir proyectos.

En este trabajo nos enfocaremos en la sección 11 de la Guía del PMBOK, que es la Gestión de los Riesgos del Proyecto.

2.1.1. GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto consisten en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto (8 pág. 309).

La figura 3 brinda una descripción general de los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto, de la siguiente manera:

11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos: El proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.

11.2 Identificar los Riesgos: El proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características.

11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: El proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.

11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: El proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.

11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos: El proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

11.6 Controlar los Riesgos: El proceso de implementar los planes de respuesta a los riesgos, dar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto. (8 pág. 309)

Los riesgos del proyecto tienen su origen en la incertidumbre que está presente en todos los proyectos. Los riesgos conocidos son aquellos que han sido identificados y analizados, lo que hace posible planificar respuestas para tales riesgos. A los riesgos conocidos que no se pueden gestionar de manera proactiva se les debe asignar una reserva para contingencias. Los riesgos desconocidos no se pueden gestionar de manera proactiva y por lo tanto se les puede asignar una reserva de gestión. Un riesgo negativo del proyecto que se ha materializado se considera un problema (8 pág. 310)

• **Apetito de riesgo**, que es el grado de incertidumbre que una entidad está dispuesta a aceptar, con miras a una recompensa.

• **Tolerancia al riesgo**, que es el grado, cantidad o volumen de riesgo que podrá resistir una organización o individuo.

• **Umbral de riesgo**, que se refiere a la medida del nivel de incertidumbre o el nivel de impacto en el que un interesado pueda tener particular interés. Por debajo de ese umbral de riesgo, la organización aceptará el riesgo. Por encima de ese umbral de riesgo, la organización no tolerará el riesgo. (8 pág. 311)

Por ejemplo, la actitud frente al riesgo de una organización puede incluir su apetito por la incertidumbre, su umbral para los niveles de riesgo que son inaceptables o su tolerancia al riesgo, a partir de lo cual la organización puede seleccionar una respuesta al riesgo diferente. (8 pág. 311)

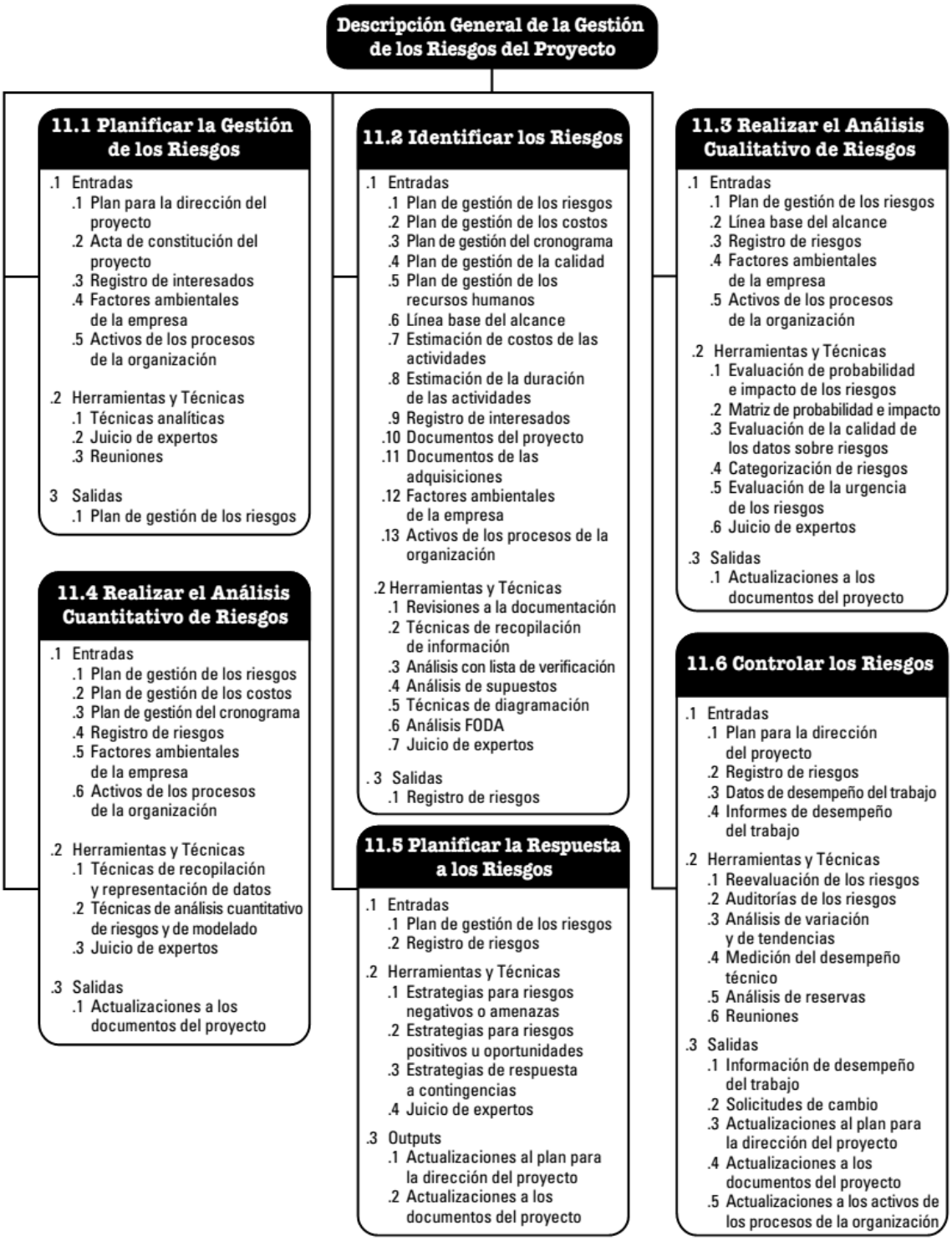


Gráfico 11-1. Descripción General de la Gestión de los Riesgos del Proyecto

Figura 3. Descripción General de la Gestión de los Riesgos del Proyecto.
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición. (8 pág. 312).

2.1.1.1. PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS

Planificar la Gestión de los Riesgos es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto. El beneficio clave de este proceso es que asegura que el nivel, el tipo y la visibilidad de la gestión de riesgos son acordes tanto con los riesgos como con la importancia del proyecto para la organización. El plan de gestión de los riesgos es vital para comunicarse y obtener el acuerdo y el apoyo de todos los interesados a fin de asegurar que el proceso de gestión de riesgos sea respaldado y llevado a cabo de manera eficaz a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La figura 4 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso. (8 pág. 313).

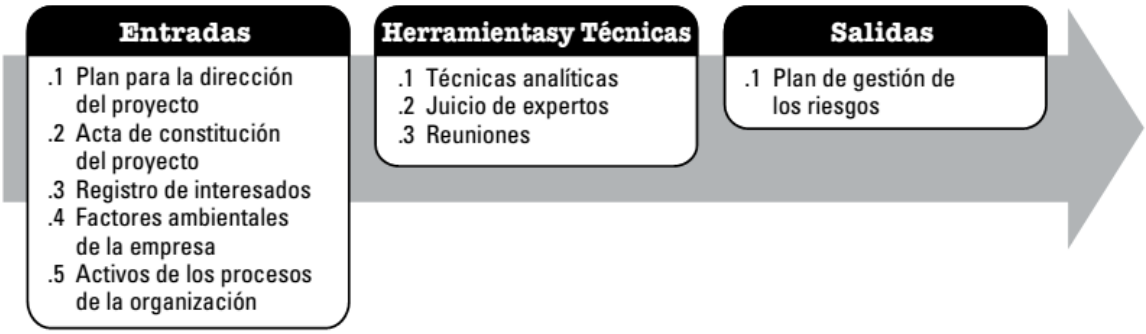


Figura 4. Planificar la Gestión de los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y salidas. Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición. (8 pág. 313).

2.1.1.1.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS: SALIDAS

- **Plan de Gestión de los Riesgos** (8 pág. 316)

El plan de gestión de los riesgos es un componente del plan para la dirección del proyecto y describe el modo en que se estructurarán y se llevarán a cabo las actividades de gestión de riesgos. El plan de gestión de los riesgos incluye lo siguiente:

• **Metodología.** Define los enfoques, las herramientas y las fuentes de datos que se utilizarán para llevar a cabo la gestión de riesgos en el proyecto.

• **Roles y responsabilidades.** Define el líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión de riesgos para cada tipo de actividad del plan de gestión de los riesgos, y explica sus responsabilidades.

• **Presupuesto**. Estima, sobre la base de los recursos asignados, los fondos necesarios para su inclusión en la línea base de costos, y establece los protocolos para la aplicación de la reserva para contingencias y la reserva de gestión.

• **Calendario**. Define cuándo y con qué frecuencia se llevarán a cabo los procesos de gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, establece los protocolos para la utilización de las reservas para contingencias del cronograma y establece las actividades de gestión de riesgos a incluir en el cronograma del proyecto.

• **Categorías de riesgo.** Proporcionan un medio para agrupar las causas potenciales de riesgo. Se pueden utilizar diversos enfoques, por ejemplo, una estructura basada en los objetivos del proyecto por categoría. Una estructura de desglose de riesgos (RBS) ayuda al equipo del proyecto a tener en cuenta las numerosas fuentes que pueden dar lugar a riesgos del proyecto en un ejercicio de identificación de riesgos. Una organización puede utilizar un marco de categorización a medida elaborado previamente, el cual puede consistir en una simple lista de categorías o en una estructura RBS. La RBS es una representación jerárquica de los riesgos según sus categorías. La Figura 5 muestra un ejemplo.

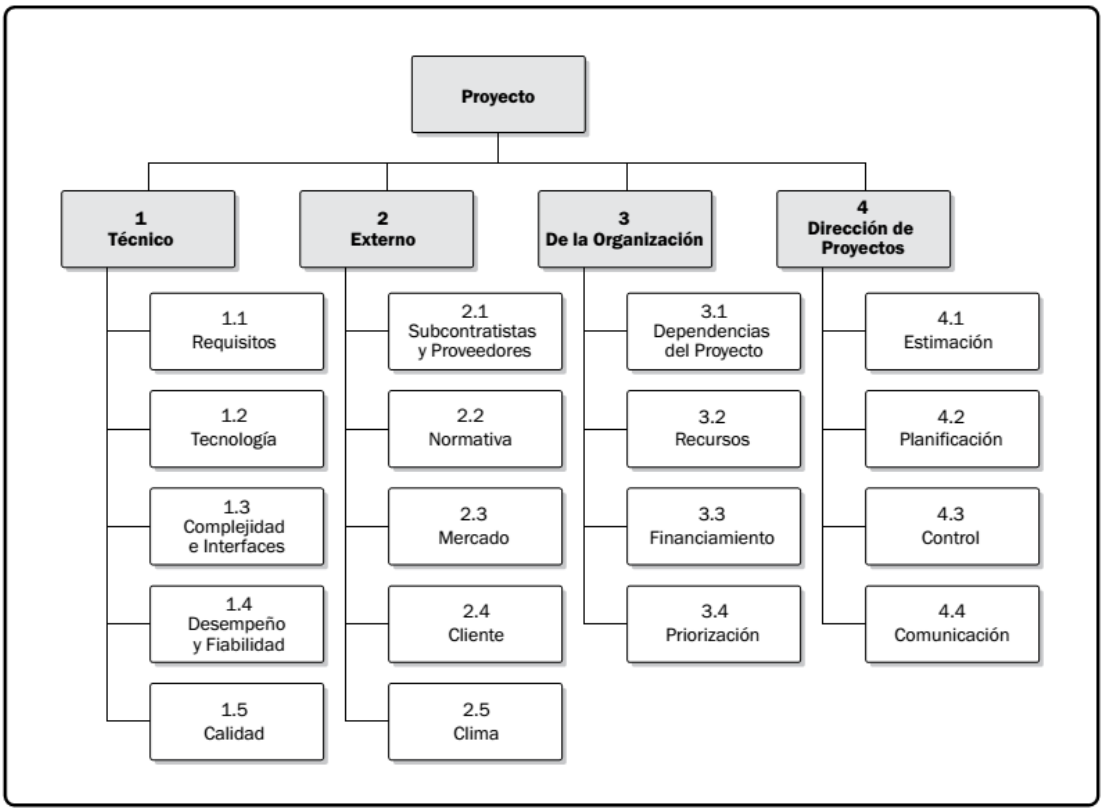


Figura 5. Ejemplo de una Estructura de Desglose de Riesgos (RBS).
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición. (8 pág. 317).

• **Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos.** La calidad y la credibilidad del análisis de riesgos requieren que se definan distintos niveles de probabilidad e impacto de los riesgos, específicos para el contexto del proyecto. Las definiciones generales de los niveles de probabilidad e impacto se adaptan a cada proyecto individual durante el proceso Planificar la Gestión de los Riesgos para su uso en procesos subsiguientes. La Tabla 2 es un ejemplo de definiciones de impactos negativos que se podrían utilizar en la evaluación de los impactos de riesgos relacionados con cuatro objetivos del proyecto. (También pueden elaborarse tablas similares desde una perspectiva de impactos positivos). La Tabla 2 ilustra el enfoque tanto relativo como numérico (en este caso, no lineal).

Condiciones Definidas para las Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto
(Sólo se muestran ejemplos para impactos negativos)

Objetivo del Proyecto	Se muestran escalas relativas o numéricas				
	Muy bajo /0,05	Bajo /0,10	Moderado /0,20	Alto /0,40	Muy alto /0,80
Costo	Aumento del costo insignificante	Aumento del costo < 10%	Aumento del costo del 10 - 20%	Aumento del costo del 20 - 40%	Aumento del costo > 40%
Tiempo	Aumento del tiempo insignificante	Aumento del tiempo < 5%	Aumento del tiempo del 5 - 10%	Aumento del tiempo del 10 - 20%	Aumento del tiempo > 20%
Alcance	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas secundarias del alcance afectadas	Áreas principales del alcance afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Sólo se ven afectadas las aplicaciones muy exigentes	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible

Esta tabla muestra ejemplos de definiciones del impacto de los riesgos para cuatro objetivos diferentes del proyecto. Deben adaptarse al proyecto individual y a los umbrales de riesgo de la organización durante el proceso de Planificación de la Gestión de los Riesgos. De forma similar, pueden desarrollarse definiciones del impacto para las oportunidades.

Tabla 2. Definición de Escalas de Impacto para Cuatro Objetivos del Proyecto.
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición. (8 pág. 318).

• **Matriz de probabilidad e impacto**. Una matriz de probabilidad e impacto es una cuadrícula para vincular la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo con su impacto sobre los objetivos del proyecto en caso de que ocurra dicho riesgo. Los riesgos se priorizan de acuerdo con sus implicaciones potenciales de tener un efecto sobre los objetivos del proyecto. El enfoque típico para priorizar los riesgos consiste en utilizar una tabla de búsqueda o una matriz de probabilidad e impacto. La organización es la que fija normalmente las combinaciones específicas de probabilidad e impacto que llevan a calificar un riesgo de importancia "alta", "moderada" o "baja".

• **Revisión de las tolerancias de los interesados.** Las tolerancias de los interesados, según se aplican al proyecto específico, se pueden revisar en el marco del proceso Planificar la Gestión de los Riesgos.

• **Formatos de los informes**. Los formatos de los informes definen cómo se documentarán, analizarán y comunicarán los resultados del proceso de gestión de riesgos. Describen el contenido y el formato del registro de riesgos, así como de cualquier otro informe de riesgos requerido.

• **Seguimiento**. El seguimiento documenta cómo se registrarán las actividades de gestión de riesgos para beneficio del proyecto en curso y cómo se auditarán los procesos de gestión de riesgos.

2.1.1.2. IDENTIFICAR LOS RIESGOS

Identificar los Riesgos es el proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características. El beneficio clave de este proceso es la documentación de los riesgos existentes y el conocimiento y la capacidad que confiere al equipo del proyecto para anticipar eventos. La Figura 6 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso. (8 pág. 319)

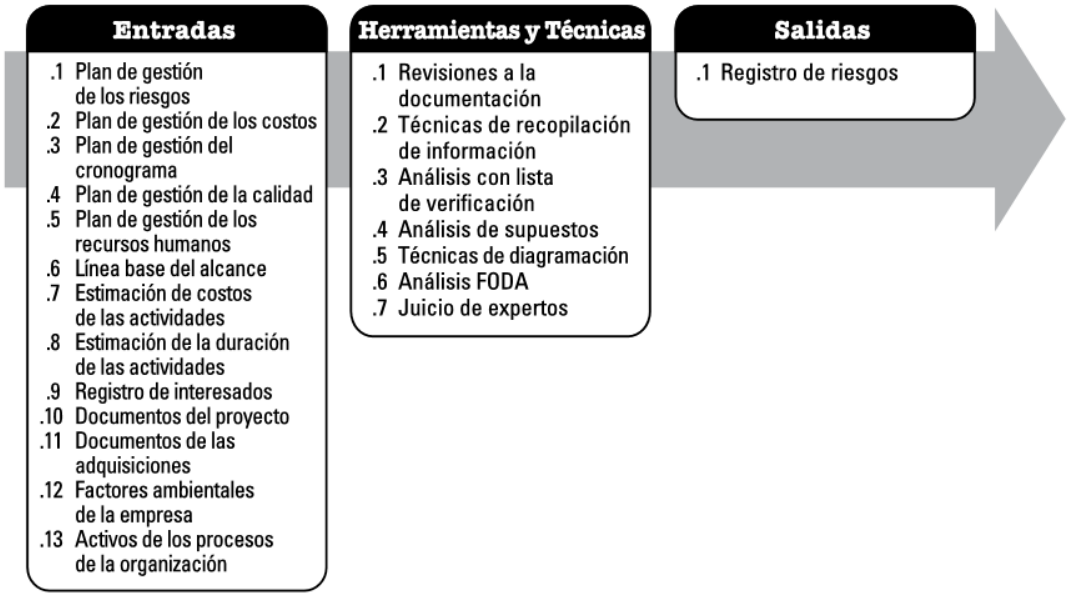


Figura 6. Identificar los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas.
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición (8 pág. 319).

Identificar los riesgos es un proceso iterativo debido a que pueden evolucionar o se pueden descubrir nuevos riesgos conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida. El formato de las declaraciones de riesgos debe ser consistente para asegurar que cada riesgo se comprenda claramente y sin ambigüedades a fin de poder llevar a cabo un análisis y un desarrollo de respuestas eficaces. El proceso debe involucrar al equipo del proyecto de modo que pueda desarrollar y mantener un sentido de propiedad y responsabilidad por los riesgos y las acciones de respuesta asociadas. Los interesados externos al equipo del proyecto pueden proporcionar información objetiva adicional. (8 pág. 321)

2.1.1.2.1. IDENTIFICAR LOS RIESGOS: HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS

- **Revisiones a la Documentación** (8 págs. 324-327)

Puede efectuarse una revisión estructurada de la documentación del proyecto, incluidos los planes, los supuestos, los archivos de proyectos anteriores, los acuerdos y otra información. La calidad de los planes, así como la consistencia entre dichos planes y los requisitos y supuestos del proyecto, pueden ser indicadores de riesgo en el proyecto.

- **Técnicas de Recopilación de Información**

Entre los ejemplos de técnicas de recopilación de información utilizadas en la identificación de riesgos se cuentan:

• **Tormenta de ideas**. El objetivo de la tormenta de ideas es obtener una lista completa de los riesgos del proyecto. Por lo general, el equipo del proyecto efectúa tormentas de ideas, a menudo con un grupo multidisciplinario de expertos que no forman parte del equipo. Bajo el liderazgo de un facilitador, se generan ideas acerca de los riesgos del proyecto, ya sea por medio de una sesión tradicional y abierta de tormenta de ideas, o en una sesión estructurada donde se utilizan técnicas de entrevista masiva. Posteriormente se identifican y categorizan los riesgos según su tipo, y se refinan sus definiciones.

• **Técnica Delphi.** La técnica Delphi es una manera de lograr un consenso de expertos. Los expertos en riesgos del proyecto participan en esta técnica de forma anónima. Un facilitador utiliza un cuestionario para solicitar ideas acerca de los riesgos importantes del proyecto. Las respuestas son resumidas y posteriormente enviadas nuevamente a los expertos para recabar comentarios adicionales. En pocas rondas de este proceso se puede lograr el consenso. La técnica Delphi ayuda a reducir sesgos en los datos y evita que cualquier persona ejerza influencias indebidas en el resultado.

• **Entrevistas.** La realización de entrevistas a los participantes experimentados del proyecto, a los interesados y a los expertos en la materia ayuda a identificar los riesgos.

• **Análisis de causa raíz.** El análisis de causa raíz es una técnica específica para identificar un problema, determinar las causas subyacentes que lo ocasionan y desarrollar acciones preventivas.

- **Análisis con Lista de Verificación**

Las listas de verificación para la identificación de riesgos se desarrollan sobre la base de la información histórica y del conocimiento acumulado a partir de proyectos anteriores similares y de otras fuentes de información. También puede utilizarse como lista de verificación de riesgos el nivel más bajo de la RBS. Si bien una lista de verificación puede ser rápida y sencilla, es imposible elaborar una lista exhaustiva, y se debe tener cuidado para asegurar que la lista de

verificación no sea utilizada para evitar el esfuerzo de una adecuada identificación de riesgos. El equipo también debe explorar elementos que no aparecen en la lista de verificación. Además, la lista de verificación se debe depurar de vez en cuando para eliminar o archivar elementos relacionados. La lista de verificación debe revisarse durante el cierre del proyecto para incorporar nuevas lecciones aprendidas a fin de mejorarla para poder usarla en proyectos futuros.

- **Análisis de Supuestos**

Cada proyecto y su plan se conciben y desarrollan sobre la base de un conjunto de hipótesis, escenarios o supuestos. El análisis de supuestos explora la validez de los supuestos según se aplican al proyecto. Identifica los riesgos del proyecto relacionados con el carácter inexacto, inestable, inconsistente o incompleto de los supuestos.

- **Análisis FODA**

Esta técnica examina el proyecto desde cada uno de los aspectos FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para aumentar el espectro de riesgos identificados, incluidos los riesgos generados internamente. La técnica comienza con la identificación de las fortalezas y debilidades de la organización, centrándose ya sea en el proyecto, en la organización o en el negocio en general. El análisis FODA identifica luego cualquier oportunidad para el proyecto con origen en las fortalezas de la organización y cualquier amenaza con origen en las debilidades de la organización. El análisis también examina el grado en el que las fortalezas de la organización contrarrestan las amenazas, e identifica las oportunidades que pueden servir para superar las debilidades.

- **Juicio de Expertos**

Los expertos con la experiencia adecuada, adquirida en proyectos o áreas de negocio similares, pueden identificar los riesgos directamente. El director del proyecto debe identificar a dichos expertos e invitarlos a considerar todos los aspectos del proyecto, y a sugerir los posibles riesgos basándose en sus experiencias previas y en sus áreas de especialización. En este proceso se deben tener en cuenta los sesgos de los expertos.

2.1.1.2.2. IDENTIFICAR LOS RIESGOS: SALIDAS

- **Registro de Riesgos:** (8 pág. 327)

La salida principal del proceso Identificar los Riesgos es la entrada inicial al registro de riesgos. El registro de riesgos es un documento en el cual se registran los resultados del análisis de riesgos y de la planificación de la respuesta a los riesgos. Contiene los resultados de los demás procesos de gestión de riesgos a medida que se llevan a cabo, lo que da lugar a un incremento en el nivel

y tipo de información contenida en el registro de riesgos conforme transcurre el tiempo. La preparación del registro de riesgos comienza en el proceso Identificar los Riesgos con la información que se detalla a continuación, y posteriormente queda a disposición de otros procesos de la dirección de proyectos y de gestión de los riesgos:

• **Lista de riesgos identificados**. Los riesgos identificados se describen con un nivel de detalle razonable. Se puede utilizar una estructura para describir los riesgos mediante enunciados de riesgo, como por ejemplo: Se puede producir un EVENTO que causaría un IMPACTO, o Si existe CAUSA, puede dar lugar a este EVENTO que produciría tal EFECTO.

• **Lista de respuestas potenciales**. En ocasiones se pueden identificar respuestas potenciales a un riesgo durante el proceso Identificar los Riesgos. Dichas respuestas, si se identifican durante este proceso, se deben utilizar como entradas para el proceso Planificar la Respuesta a los Riesgos.

2.1.1.3. REALIZAR EL ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos es el proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos. El beneficio clave de este proceso es que permite a los directores de proyecto reducir el nivel de incertidumbre y concentrarse en los riesgos de alta prioridad. La Figura 7 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso.

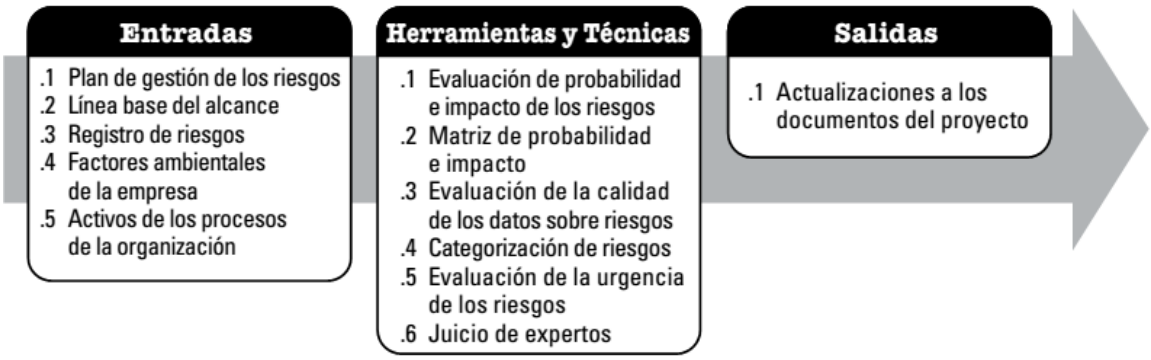


Figura 7. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición (8 pág. 328).

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos evalúa la prioridad de los riesgos identificados a través de la probabilidad relativa de ocurrencia, del impacto correspondiente sobre los objetivos del proyecto si los riesgos llegaran a presentarse, así como de otros factores, tales como el plazo de

respuesta y la tolerancia al riesgo por parte de la organización, asociados con las restricciones del proyecto en términos de costo, cronograma, alcance y calidad. Dichas evaluaciones reflejan la actitud frente a los riesgos, tanto del equipo del proyecto como de otros interesados. Por lo tanto, una evaluación eficaz requiere la identificación explícita y la gestión de los enfoques frente al riesgo por parte de los participantes clave en el marco del proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos. Una evaluación de la calidad de la información disponible sobre los riesgos del proyecto también ayuda a clarificar la evaluación de la importancia del riesgo para el proyecto. (8 pág. 329)

2.1.1.3.1. REALIZAR EL ANALISIS CUALITATIVO DE RIESGOS: HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS

- **Evaluación de Probabilidad e Impacto de los Riesgos** (8 págs. 330-332)

La evaluación de la probabilidad de los riesgos estudia la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico. La evaluación del impacto de los riesgos estudia el efecto potencial de los mismos sobre un objetivo del proyecto, tal como el cronograma, el costo, la calidad o el desempeño, incluidos tanto los efectos negativos en el caso de las amenazas, como los positivos, en el caso de las oportunidades.

Para cada uno de los riesgos identificados, se evalúan la probabilidad y el impacto.

- **Matriz de Probabilidad e Impacto**

Los riesgos se pueden priorizar con vistas a un análisis cuantitativo posterior y a la planificación de respuestas basadas en su calificación. Las calificaciones se asignan a los riesgos en base a la probabilidad y al impacto previamente evaluados. Por lo general, la evaluación de la importancia de cada riesgo y de su prioridad de atención se efectúa utilizando una tabla de búsqueda o una matriz de probabilidad e impacto. Dicha matriz especifica las combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a calificar los riesgos con una prioridad baja, moderada o alta.

Cada riesgo se califica de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y con el impacto sobre un objetivo, en caso de que se materialice. La organización debe determinar qué combinaciones de probabilidad e impacto dan lugar a una clasificación de riesgo alto, riesgo moderado y riesgo bajo. En una matriz en blanco y negro, estas condiciones se representan mediante diferentes tonalidades de gris. En la Figura 8, en particular, el área gris oscuro (con las cifras más altas) representa un riesgo alto, el área gris intermedio (con las cifras más bajas) representa un riesgo bajo y el área gris claro (con las cifras intermedias) representa el riesgo moderado. Por lo general, la organización define estas reglas de calificación de los riesgos antes del inicio del proyecto y se incluyen entre los activos de los procesos de la organización. Las reglas de

calificación de los riesgos pueden adaptarse al proyecto específico durante el proceso Planificar la Gestión de los Riesgos.

Matriz de Probabilidad e Impacto

Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0.72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05/ Muy Bajo	0,10/ Bajo	0,20/ Moderado	0,40/ Alto	0,80/ Muy Alto	0,80/ Muy Alto	0,40/ Alto	0,20/ Moderado	0,10/ Bajo	0,05/ Muy Bajo

Impacto (escala numérica) sobre un objetivo (p.ej., costo, tiempo, alcance o calidad)

Cada riesgo es calificado de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y el impacto sobre un objetivo en caso de que ocurra. Los umbrales de la organización para riesgos bajos, moderados o altos se muestran en la matriz y determinan si el riesgo es calificado como alto, moderado o bajo para ese objetivo.

Figura 8. Matriz de Probabilidad e Impacto.
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición (8 pág. 331)

Como se ilustra en la Figura 8, una organización puede calificar un riesgo de manera individual para cada objetivo (p.ej., costo, tiempo y alcance). Además, puede desarrollar formas de determinar una calificación general para cada riesgo. Finalmente, las oportunidades y las amenazas se manejan en la misma matriz, utilizando las definiciones de los diversos niveles de impacto adecuados para cada una de ellas.

2.1.1.4. REALIZAR EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que genera información cuantitativa sobre los riesgos para apoyar la toma de decisiones a fin de reducir la incertidumbre del proyecto. La Figura 9 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso. (8 pág. 334)

Figura 9. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición (8 pág. 334).

El proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos se aplica a los riesgos priorizados mediante el proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos por tener un posible impacto significativo sobre las demandas concurrentes del proyecto. El proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos analiza el efecto de dichos riesgos sobre los objetivos del proyecto. Se utiliza fundamentalmente para evaluar el efecto acumulativo de todos los riesgos que afectan el proyecto. Cuando los riesgos guían el análisis cuantitativo, el proceso se puede utilizar para asignar a esos riesgos una prioridad numérica individual.

Por lo general, el proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos se realiza después del proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos. En algunos casos puede que no sea posible llevar a cabo el proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos debido a la falta de datos suficientes para desarrollar los modelos adecuados. El director del proyecto debe utilizar el juicio de expertos para determinar la necesidad y la viabilidad del análisis cuantitativo de riesgos. La disponibilidad de tiempo y presupuesto, así como la necesidad de declaraciones cualitativas o cuantitativas acerca de los riesgos y sus impactos, determinarán qué método o métodos emplear para un determinado proyecto. (8 pág. 334)

2.1.1.4.1. REALIZAR EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS: HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS

- **Técnicas de Recopilación y Representación de Datos** (8 págs. 336-337)

• **Entrevistas**. Las técnicas de entrevistas se basan en la experiencia y en datos históricos para cuantificar la probabilidad y el impacto de los riesgos sobre los objetivos del proyecto. La información necesaria depende del tipo de distribuciones de probabilidad que se vayan a utilizar. Por ejemplo, para algunas distribuciones comúnmente usadas, la información se podría recopilar agrupándola en escenarios optimistas (bajo), pesimistas (alto) y más probables. En la Figura 10 muestra ejemplos de estimaciones por tres valores.

Rango de Estimaciones de Costos del Proyecto

Elemento de la EDT/WBS	Baja	Más Probable	Alta
Diseñar	US$ 4M	US$ 6M	US$ 10M
Construir	US$ 16M	US$ 20M	US$ 35M
Probar	US$ 11M	US$ 15M	US$ 23M
Proyecto Total	US$ 31M	US$ 41M	US$ 68M

Entrevistar a los interesados relevantes ayuda a determinar las estimaciones por tres valores para cada elemento de la EDT/WBS para distribuciones triangulares, beta o de otro tipo.
En este ejemplo, la probabilidad de completar el proyecto al valor de la estimación más probable de 41 millones de US$ o por debajo del mismo es relativamente baja, según se muestra en los resultados de la simulación del Gráfico 11-17 (Resultados de Simulación de los Riesgos de Costos).

Figura 10.Rango de Estimaciones de Costos del Proyecto Recopiladas durante la Entrevista de Riesgos. Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición (8 pág. 336)

- **Distribuciones de Probabilidad.** Las distribuciones continuas de probabilidad, utilizadas ampliamente en el modelado y simulación, representan la incertidumbre en valores tales como las duraciones de las actividades del cronograma y los costos de los componentes del proyecto. Las distribuciones discretas pueden emplearse para representar eventos inciertos, como el resultado de una prueba o un posible escenario en un árbol de decisiones. La Figura 11 muestra dos ejemplos de distribuciones continuas ampliamente utilizadas. Estas distribuciones describen formas que son compatibles con los datos que se generan habitualmente durante el análisis cuantitativo de riesgos.

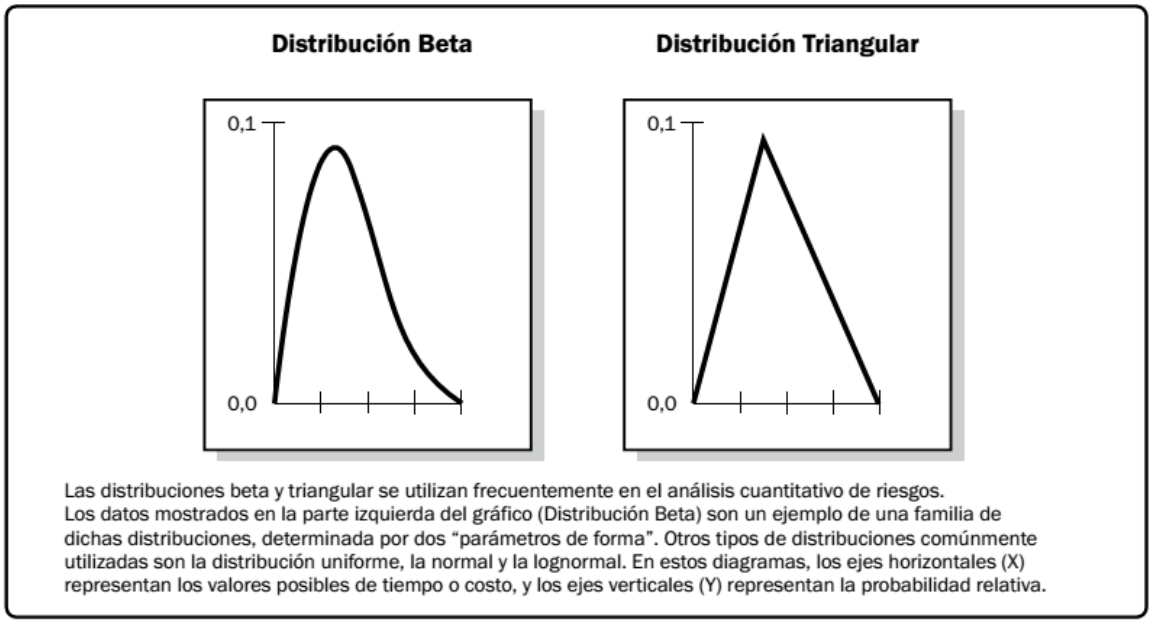


Figura 11. Ejemplos de Distribuciones de Probabilidad Comúnmente Utilizadas.
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición (8 pág. 337).

- **Técnicas de Análisis Cuantitativo de Riesgos y de Modelado** (8 págs. 338-340)

Las técnicas comúnmente utilizadas recurren tanto a los análisis orientados a eventos como a los orientados a proyectos, e incluyen:

• **Análisis de sensibilidad**. El análisis de sensibilidad ayuda a determinar qué riesgos tienen el mayor impacto potencial en el proyecto. Ayuda a comprender la correlación que existe entre las variaciones en los objetivos del proyecto y las variaciones en las diferentes incertidumbres. Por otra parte, evalúa el grado en que la incertidumbre de cada elemento del proyecto afecta al objetivo que se está estudiando cuando todos los demás elementos inciertos son mantenidos en sus valores de línea base. Una representación típica del análisis de sensibilidad es el diagrama con forma de tornado (Figura 12), el cual resulta útil para comparar la importancia y el impacto relativos de las variables que tienen un alto grado de incertidumbre con respecto a las que son más estables. En esta figura, cada incertidumbre contiene una barra horizontal y se ordena verticalmente para mostrar las incertidumbres con dispersión decreciente con respecto a los valores base.

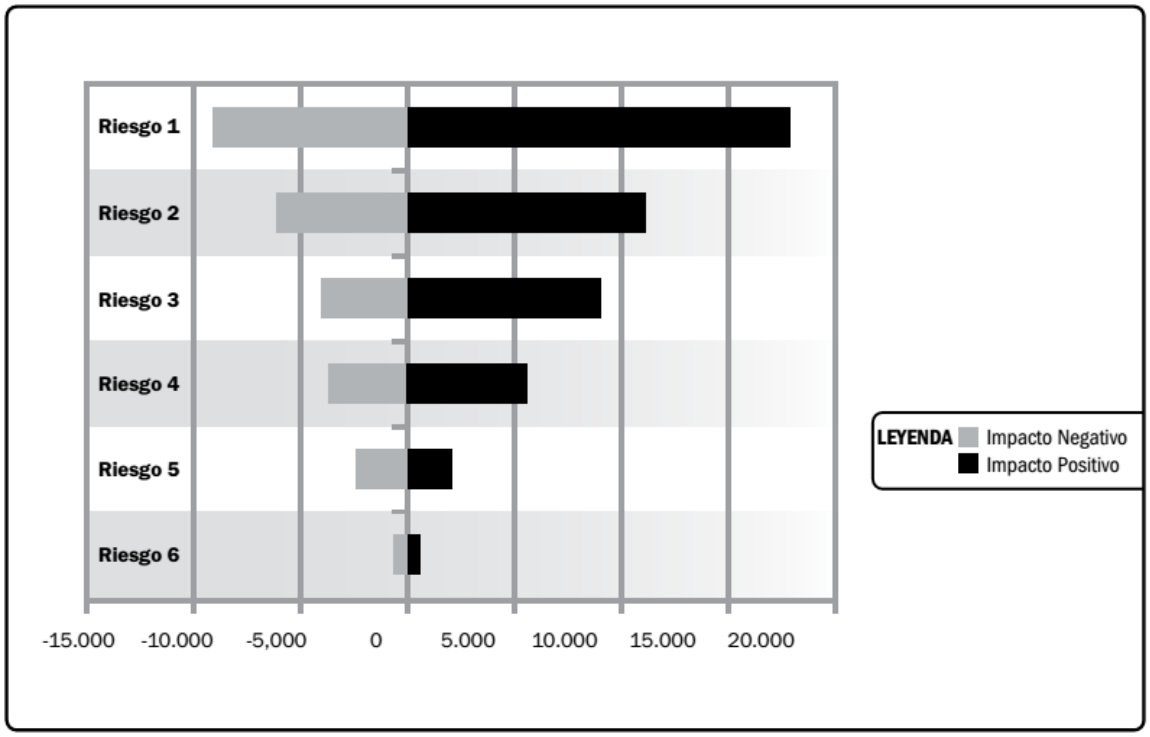


Figura 12. Ejemplo de Diagrama con Forma de Tornado.
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición (8 pág. 338).

2.1.1.5. PLANIFICAR LA RESPUESTA A LOS RIESGOS

Planificar la Respuesta a los Riesgos es el proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que aborda los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según las necesidades. La Figura 13 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso.

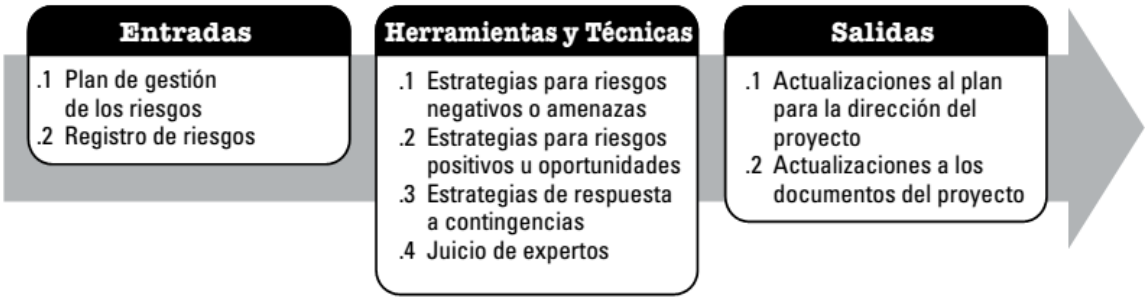


Figura 13. Planificar la Respuesta a los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición (8 pág. 342)

2.1.1.5.1. PLANIFICAR LA RESPUESTA A LOS RIESGOS: HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS

- **Estrategias para Riesgos Negativos o Amenazas** (8 págs. 344-345)

Las tres estrategias que normalmente abordan las amenazas o los riesgos que pueden tener impactos negativos sobre los objetivos del proyecto en caso de materializarse, son: evitar, transferir y mitigar. La cuarta estrategia, aceptar, puede utilizarse para riesgos negativos o amenazas así como para riesgos positivos u oportunidades. Cada una de estas estrategias de respuesta a los riesgos tiene una influencia variada y única sobre la condición del riesgo. Estas estrategias deben seleccionarse en función de la probabilidad y el impacto del riesgo sobre los objetivos generales del proyecto. Las estrategias de evitar y mitigar habitualmente son eficaces para riesgos críticos de alto impacto, mientras que las de transferir y aceptar normalmente son buenas estrategias para amenazas menos críticas y con bajo impacto global. A continuación se describen con mayor detalle las cuatro estrategias para abordar los riesgos negativos o amenazas:

• **Evitar.** Evitar el riesgo es una estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto actúa para eliminar la amenaza o para proteger al proyecto de su impacto. Por lo general implica cambiar el plan para la dirección del proyecto, a fin de eliminar por completo la amenaza. El director del proyecto también puede aislar los objetivos del proyecto del impacto del riesgo o cambiar el objetivo que se encuentra amenazado. Ejemplos de lo anterior son la ampliación del cronograma, el cambio de estrategia o la reducción del alcance.

• **Transferir.** Transferir el riesgo es una estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto traslada el impacto de una amenaza a un tercero, junto con la responsabilidad de la respuesta. La transferencia de un riesgo simplemente confiere a una tercera parte la responsabilidad de su gestión; no lo elimina. La transferencia no implica que se deje de ser el propietario del riesgo por el hecho de transferirlo a un proyecto posterior o a otra

persona sin su conocimiento o consentimiento. Transferir el riesgo casi siempre implica el pago de una prima de riesgo a la parte que asume el riesgo.

• **Mitigar.** Mitigar el riesgo es una estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto actúa para reducir la probabilidad de ocurrencia o impacto de un riesgo. Implica reducir a un umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto de un riesgo adverso. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y/o su impacto sobre el proyecto, a menudo es más eficaz que tratar de reparar el daño después de ocurrido el riesgo.

• **Aceptar.** Aceptar el riesgo es una estrategia de respuesta a los riesgos según la cual el equipo del proyecto decide reconocer el riesgo y no tomar ninguna medida a menos que el riesgo se materialice. Esta estrategia se adopta cuando no es posible ni rentable abordar un riesgo específico de otra manera. Esta estrategia indica que el equipo del proyecto ha decidido no cambiar el plan para la dirección del proyecto para hacer frente a un riesgo, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada.

- **Estrategias para Riesgos Positivos u Oportunidades** (8 págs. 345-346)

Tres de las cuatro respuestas se sugieren para tratar riesgos con impactos potencialmente positivos sobre los objetivos del proyecto. La cuarta estrategia, aceptar, puede utilizarse para riesgos negativos o amenazas así como para riesgos positivos u oportunidades. Las estrategias descritas a continuación, son explotar, compartir, mejorar o aceptar.

• **Explotar.** La estrategia de explotar se puede seleccionar para los riesgos con impactos positivos, cuando la organización desea asegurarse de que la oportunidad se haga realidad. Esta estrategia busca eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo a la alza en particular, asegurando que la oportunidad definitivamente se concrete. Algunos ejemplos de respuestas de explotación directa incluyen la asignación al proyecto de los recursos más talentosos de una organización para reducir el tiempo hasta la conclusión, o el uso de nuevas tecnologías o mejoras tecnológicas para reducir el costo y la duración requeridos para alcanzar los objetivos del proyecto.

• **Mejorar.** La estrategia de mejorar se utiliza para aumentar la probabilidad y/o los impactos positivos de una oportunidad. La identificación y maximización de las fuerzas impulsoras clave de estos riesgos de impacto positivo pueden incrementar su probabilidad de ocurrencia. Entre los ejemplos de mejorar las oportunidades se cuenta la adición de más recursos a una actividad para terminar más pronto.

• **Compartir.** Compartir un riesgo positivo implica asignar toda o parte de la propiedad de la oportunidad a un tercero mejor capacitado para capturar la oportunidad en beneficio del proyecto. Entre los ejemplos de acciones de compartir se cuentan la formación de asociaciones

de riesgo conjunto, equipos, empresas con finalidades especiales o uniones temporales de empresas, que se pueden establecer con el propósito expreso de aprovechar la oportunidad, de modo que todas las partes se beneficien a partir de sus acciones.

- **Aceptar.** Aceptar una oportunidad es estar dispuesto a aprovechar la oportunidad si se presenta, pero sin buscarla de manera activa.

➢ **Estrategias de Respuesta a Contingencias** (8 pág. 346)

Algunas estrategias de respuesta se diseñan para ser usadas únicamente si se producen determinados eventos. Para algunos riesgos, resulta apropiado para el equipo del proyecto elaborar un plan de respuesta que sólo se ejecutará bajo determinadas condiciones predefinidas, cuando se prevé que habrá suficientes señales de advertencia para implementar el plan. Se deben definir y rastrear los eventos que disparan la respuesta para contingencias, tales como no cumplir con hitos intermedios u obtener una prioridad más alta con un proveedor. Las respuestas a los riesgos identificadas mediante esta técnica se denominan a menudo planes de contingencia o planes de reserva, e incluyen los eventos desencadenantes identificados que ponen en marcha los planes.

2.1.1.6. CONTROLAR LOS RIESGOS

Controlar los Riesgos es el proceso de implementar los planes de respuesta a los riesgos, dar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que mejora la eficiencia del enfoque de la gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto para optimizar de manera continua las respuestas a los riesgos. La Figura 14 muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso (8 pág. 349).

Figura 14. Controlar los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas.
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición (8 pág. 349).

Otras finalidades del proceso Controlar los Riesgos consisten en determinar si:

- Los supuestos del proyecto siguen siendo válidos,
- Los análisis muestran que un riesgo evaluado ha cambiado o puede descartarse,
- Se respetan las políticas y los procedimientos de gestión de riesgos, y
- Las reservas para contingencias de costo o cronograma deben modificarse para alinearlas con la evaluación actual de los riesgos.

2.1.1.6.1. CONTROLAR LOS RIESGOS: HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS

- **Revaluación de los Riesgos** (8 págs. 351-352)

Controlar los Riesgos a menudo da lugar a la identificación de nuevos riesgos, la revaluación de los riesgos actuales y el cierre de riesgos obsoletos. Deben programarse periódicamente revaluaciones de los riesgos del proyecto. La cantidad y el nivel de detalle de las repeticiones que corresponda hacer dependerán de la manera en que el proyecto avanza con relación a sus objetivos.

- **Auditorías de los Riesgos**

Las auditorías de riesgos examinan y documentan la eficacia de las respuestas a los riesgos identificados y sus causas, así como la eficacia del proceso de gestión de riesgos. El director del proyecto es el responsable de asegurar que las auditorías de riesgos se realicen con una frecuencia adecuada, tal y como se definiera en el plan de gestión de los riesgos del proyecto. El formato de la auditoría y sus objetivos deben definirse claramente antes de efectuar la auditoría.

- **Análisis de Variación y de Tendencias**

Numerosos procesos de control utilizan el análisis de variación para comparar los resultados planificados con los resultados reales. Con el propósito de controlar los riesgos, deben revisarse las tendencias en la ejecución del proyecto utilizando la información relativa al desempeño. Los resultados de estos análisis pueden pronosticar la desviación potencial del proyecto en su conclusión con respecto a los objetivos de costo y cronograma. La desviación con respecto al plan de línea base puede indicar el impacto potencial de amenazas u oportunidades.

- **Medición del Desempeño Técnico**

La medición del desempeño técnico compara los logros técnicos durante la ejecución del proyecto con el cronograma de logros técnicos. Requiere la definición de medidas objetivas y cuantificables del desempeño técnico que se puedan utilizar para comparar los resultados reales con los planificados. Dichas mediciones del desempeño técnico pueden incluir pesos, tiempos de transacción, número de piezas defectuosas entregadas, capacidad de almacenamiento, etc.

- **Análisis de Reservas**

A lo largo de la ejecución del proyecto se pueden materializar algunos riesgos, con impactos positivos o negativos sobre las reservas para contingencias del presupuesto o del cronograma. El análisis de reservas compara la cantidad de reservas para contingencias restantes con la cantidad de riesgo remanente en un momento dado del proyecto, con objeto de determinar si la reserva restante es suficiente.

2.2. CMMI

CMMI (Capability Maturity Model Integration) que traduce Modelo de Capacidad y Madurez Integrado, son colecciones de las mejores prácticas que ayudan a las organizaciones a mejorar sus procesos. Estos modelos son desarrollados por equipos de producto con miembros de la industria, el gobierno y el Software Engineering Institute (SEI). En este trabajo usaremos el modelo CMMI para el Desarrollo (CMMI-DEV V1.3) (14), el cual ofrece un amplio conjunto integrado de directrices para el desarrollo de productos y servicios, centrándonos en el tema de gestión de riesgos.

El modelo CMMI-DEV V1.3 ofrece una guía para la aplicación de las mejores prácticas CMMI en una organización de desarrollo. Las mejores prácticas en el modelo se centran en las actividades para el desarrollo de productos y servicios de calidad para satisfacer las necesidades de los clientes y usuarios finales. El modelo CMMI-DEV V1.3 es una recopilación de las mejores prácticas de desarrollo del gobierno y la industria que se generan a partir de la CMMI V1.3

Architecture and Framework[2]. CMMI-DEV se basa en CMMI Modelo Fundación o CMF (es decir, modelo de componentes comunes para todos los modelos CMMI y constelaciones[3]) e incorpora trabajo para que las organizaciones de desarrollo se adapten al uso de CMMI en el desarrollo de productos y servicios.

Actualmente se han desarrollado modelos para la gestión de los procesos de software a nivel mundial con el fin de mejorar la productividad y la calidad. Uno de los modelos más difundidos es el Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (Capability Maturity Model Integration-CMMI). Este proporciona una orientación sobre el modo de realizar gestión a los procesos. Los cuales se clasifican en cuatro categorías ingeniería, gestión de proyectos, gestión de procesos y soporte, a la vez que se logra una evolución hacia la cultura de la ingeniería y una mejora continua (15).

2.2.1. GESTIÓN DE RIESGOS CMMI (RSKM)

El propósito de Gestión de Riesgos (RSKM) es identificar los problemas potenciales antes de que ocurran para que las actividades de tratamiento de riesgos puedan planificarse e invocar según sea necesario a lo largo de la vida del producto o del proyecto para mitigar los impactos adversos en la consecución de objetivos (14 pág. 349)

La gestión de riesgos debería abordar las cuestiones que podrían poner en peligro el logro de los objetivos críticos. Un enfoque continuo de gestión de riesgos efectivo, anticipa y mitiga los riesgos que pueden tener un impacto crítico en un proyecto. (14 pág. 349)

La gestión de riesgos debe tener en cuenta los riesgos tanto internos como externos, así como las partes técnicas y no técnicas, fuentes de costos, plazos, rendimiento y otros riesgos. La temprana y agresiva detección de los riesgos es importante porque es típicamente más fácil, menos costoso, y menos perjudicial realizar cambios y esfuerzos de trabajo correctos durante una fase temprana del proyecto y no en una etapa avanzada. (14 pág. 349)

De acuerdo a CMMI-DEV la gestión de riesgos se puede dividir en las siguientes partes:

- Definición de una estrategia de gestión de riesgos
- Identificación y análisis de riesgos
- Manejo de los riesgos identificados, incluyendo la puesta en práctica de los planes de mitigación de riesgos, según sea necesario.

---

[2] El CMMI V1.3 Architecture and Framework es la estructura básica que organiza componentes CMMI y las combina en CMMI constelaciones y modelos.

[3] Una constelación es una colección de componentes de CMMI que se utilizan para la construcción de modelos, materiales de capacitación, y los documentos de evaluación relacionados a un área de interés (Por ejemplo, desarrollo, adquisición, servicios).

2.2.1.1. PREPARACIÓN PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS

La preparación para la gestión de riesgos se realiza mediante el establecimiento y mantenimiento de una estrategia para identificar, analizar, y mitigar los riesgos. Por lo general, esta estrategia se documenta en un plan de gestión de riesgos. La estrategia de gestión de riesgos se ocupa de acciones específicas y el enfoque de gestión que se utiliza para aplicar y controlar el programa de gestión de riesgos. La estrategia incluye normalmente las fuentes de identificación de riesgos, el esquema utilizado para categorizar los riesgos y los parámetros utilizados para evaluar, con destino a un manejo eficaz de control de riesgos. (14 pág. 351)

2.2.1.2.1 DETERMINAR FUENTES Y CATEGORIAS DE RIESGOS

La identificación de las fuentes de riesgo sirve de base para el examen sistemático de las situaciones cambiantes en el tiempo para descubrir las circunstancias que afectan a la capacidad del proyecto para alcanzar sus objetivos. Las fuentes de riesgo son tanto internas como externas al proyecto. El establecimiento de categorías de riesgo proporciona un mecanismo para recopilar y organizar los riesgos, así como para garantizar el control adecuado y atención de la administración de riesgos que pueden tener consecuencias graves en el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

- **Determinar las fuentes de riesgos** (14 pág. 351)

Las fuentes de riesgo son factores fundamentales que provocan riesgos en un proyecto u organización. Hay muchas fuentes de riesgos, tanto internas como externas a un proyecto. Las fuentes de riesgo se identifican dónde se pueden originar los riesgos.

Fuentes de riesgo internas y externas típicas incluyen los siguientes:

- Requisitos inciertos
- Esfuerzos sin precedentes (es decir, estimaciones no disponibles)
- Diseño inviable
- Competir con los requisitos de atributos de calidad que afectan el diseño y la solución seleccionada
- Tecnología disponible
- Estimaciones o asignación de programación poco realista
- Inadecuada dotación de personal y habilidades
- Temas del costos o de financiación
- Capacidad del proveedor incierta o inadecuada
- Una comunicación inadecuada con los clientes actuales o potenciales o con sus representantes

- Interrupciones de la continuidad de las operaciones
- Restricciones normativas (por ejemplo, seguridad, medio ambiente)

Muchas de estas fuentes de riesgo son aceptadas sin una adecuada planeación para ellas. La identificación temprana de fuentes internas y externas de riesgo puede conducir a una temprana identificación de los riesgos. Los planes de mitigación de riesgos pueden ser implementados en una etapa temprana del proyecto para evitar la ocurrencia de riesgos o reducir las consecuencias de su ocurrencia.

- **Determinar las Categorías de Riesgos** (14 pág. 352)

Las categorías de riesgo son "contenedores" utilizados para la recolección y organización de los riesgos. La identificación de las categorías de riesgo ayuda a la futura consolidación de las actividades en los planes de mitigación de riesgos.

Los siguientes factores pueden ser considerados para determinar las categorías de riesgo:

- Fases del modelo de ciclo de vida de los proyectos (por ejemplo, requisitos, diseño, fabricación, pruebas y evaluación, entrega)
- Tipos de procesos utilizados
- Tipos de productos usados
- Gestión de riesgos del proyecto (por ejemplo, riesgos contractuales, riesgos presupuestarios, riesgos de programación, riesgos de recursos)
- Riesgos de desempeño técnico (por ejemplo, riesgos relacionados con atributos de calidad, riesgos de compatibilidad)

2.2.1.2.2 DEFINIR PARÁMETROS DE RIESGOS

Se definen los parámetros utilizados para analizar y categorizar los riesgos y controlar los esfuerzos de gestión de riesgos.

Los parámetros para evaluar, categorizar y priorizar los riesgos incluyen los siguientes:

- Probabilidad de riesgo (es decir, la probabilidad de ocurrencia del riesgo)
- Consecuencia del riesgo (es decir, el impacto y la gravedad de ocurrencia del riesgo)
- Umbrales para iniciar las actividades de gestión

Los parámetros de riesgo se utilizan para proporcionar criterios comunes y consistentes para la comparación de los riesgos a gestionar. Sin estos parámetros, es difícil evaluar la gravedad de un cambio no deseado causado por un riesgo y priorizar las acciones necesarias para la planificación de mitigación de riesgos.

Ejemplo de productos de trabajo

1. Evaluación de riesgos, clasificación y criterios de priorización

2. Requisitos de gestión de riesgo (por ejemplo, control y aprobación de niveles, intervalos de reevaluación)

Subprácticas (14 pág. 353)

1. Definir criterios coherentes para evaluar y cuantificar la probabilidad de riesgo y niveles de gravedad.

Criterios utilizados constantemente (por ejemplo, límites en la probabilidad, niveles de gravedad) permiten que impactos de diferentes riesgos sean comúnmente entendidos, para recibir el adecuado nivel de escrutinio, y obtener la atención de gestión garantizada. En la gestión de riesgos diferentes (por ejemplo, la seguridad personal frente a la contaminación del medio ambiente), es importante asegurar la consistencia en el resultado final. (Por ejemplo, un riesgo de alto impacto de contaminación del medio ambiente es tan importante como un riesgo de alto impacto para el personal de seguridad).

2. Definir umbrales para cada categoría de riesgo.

Para cada categoría de riesgo, los umbrales pueden ser establecidos para determinar la aceptabilidad o inaceptabilidad del riesgo, priorización del riesgo o factores desencadenantes de la acción administrativa.

Ejemplos de umbrales incluyen los siguientes:

- Umbrales de todo el proyecto podrían ser establecidos para involucrar a la gerencia cuando los costos del producto superan el 10 por ciento del costo de destino o cuando los índices de rendimiento de costos (IPC) caen por debajo de 0,95.
- Umbrales de programación podrían establecerse para involucrar la gerencia cuando los índices de programación de rendimiento (SPI) caen por debajo de 0,95.
- Umbrales de rendimiento podrían establecerse para involucrar a la alta dirección cuando elementos clave especificados (por ejemplo, la utilización del procesador, tiempos promedios de respuesta) superan el 125 por ciento del diseño previsto.

3. Definir límites en la medida en que se aplican los umbrales en contra o dentro de una categoría.

Hay pocos límites para los cuales los riesgos pueden ser evaluados en cualquier forma cuantitativa o cualitativa. Definición de límites (o condiciones de los límites) se puede utilizar para ayudar a definir la importancia del esfuerzo de gestión de riesgos y evitar los gastos excesivos de recursos. Los límites también pueden excluir condiciones que se producen por debajo de una frecuencia dada.

2.2.1.2.3 ESTABLECER UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE RIESGOS

Establecer y mantener la estrategia que se utilizará para la gestión de riesgos.

Una estrategia integral de gestión de riesgos se ocupa de temas tales como los siguientes:

- El alcance de los esfuerzos de gestión de riesgo
- Métodos y herramientas que se utilizan para la identificación de riesgos, análisis de riesgos, mitigación de riesgos, seguimiento del riesgo, y la comunicación
- Fuentes específicas de riesgos del proyecto
- Cómo los riesgos deben ser organizados, clasificados, comparados y consolidados
- Los parámetros utilizados para tomar medidas sobre identificación de riesgos, incluyendo la probabilidad, consecuencia, y umbrales
- Técnicas de mitigación de riesgos que deben utilizarse, tales como la creación de prototipos, experimentación, simulación, diseños alternativos, o desarrollo evolutivo
- La definición de las medidas de riesgo usadas para monitorear el estado de los riesgos
- Los intervalos de tiempo para el monitoreo de riesgos o reevaluación

La estrategia de gestión de riesgos debe ser guiada por una visión común del éxito que describe futuros resultados deseados del proyecto en términos de producto entregado, su costo y su idoneidad para la tarea. (14 pág. 354)

Una estrategia de gestión de riesgos debe ser desarrollado al inicio del proyecto, por lo que los riesgos relevantes son identificados y gestionados de manera proactiva. Una temprana identificación y evaluación de los riesgos críticos permite formular enfoques de manejo de riesgos y ajustar la definición del proyecto y la asignación de recursos en función de los riesgos críticos. (14 pág. 354)

2.2.1.2 IDENTIFICAR Y ANALIZAR LOS RIESGOS

Los riesgos se identifican y analizan para determinar su importancia relativa.

El grado de riesgo afecta los recursos asignados para manejar el riesgo y el momento en el cual la atención de una apropiada gestión es requerida.

El análisis de riesgos implica la identificación de riesgos de fuentes internas y externas identificadas y evaluar cada riesgo identificado para determinar su probabilidad y consecuencias. Los riesgos relacionados se pueden agrupar para permitir un manejo eficiente y el uso eficaz de los recursos de gestión de riesgo. (14 pág. 354)

2.2.1.2.1 IDENTIFICAR RIESGOS

La identificación de posibles problemas, peligros, amenazas y vulnerabilidades que podrían afectar negativamente los planes o esfuerzos de trabajo es la base para la gestión del riesgo sólida y exitosa. Los riesgos deben ser identificados y descritos comprensiblemente antes de que puedan ser analizados y gestionados correctamente. Los riesgos se documentan en una declaración concisa que incluya el contexto, las condiciones, y las consecuencias de ocurrencia del riesgo. (14 pág. 354)

La identificación de riesgos debe ser una organizada aproximación de enfoque para buscar los riesgos probables o reales en la consecución de objetivos. Para ser eficaz, la identificación de riesgos no debe intentar abordar cada evento posible. El uso de categorías y parámetros desarrollados en la estrategia de gestión de riesgos y las fuentes identificadas de riesgos pueden proporcionar la disciplina y la racionalización adecuada para la identificación de riesgos. Los riesgos identificados forman una línea de base para iniciar las actividades de gestión de riesgos. Los riesgos deben ser revisados periódicamente para reexaminar las posibles fuentes de riesgo, descubrir las fuentes de condiciones cambiantes y los riesgos previamente pasados por alto o inexistentes cuando la estrategia de gestión de riesgos fue actualizada. (14 pág. 354)

Métodos de identificación típicos incluyen los siguientes:

- Examine cada elemento de la estructura de desglose del trabajo del proyecto.
- Llevar a cabo una evaluación de riesgos utilizando una taxonomía de riesgos.
- Entrevista a expertos en la materia.
- Los esfuerzos en la revisión de gestión de riesgos de productos similares.
- Examine lecciones documentos o bases de datos aprendidos.
- Examinar las especificaciones de diseño y requerimientos del acuerdo.

Subprácticas

1. Identificar los riesgos asociados con el costo, el cronograma y el desempeño. (14 págs. 354-356)

Los riesgos asociados con el costo, cronograma, rendimiento y otros objetivos de negocio deben ser examinados para entender su efecto sobre los objetivos del proyecto. Candidatos de riesgos se pueden descubrir que están fuera del alcance de los objetivos del proyecto, pero son vitales para los intereses de los clientes.

Además de los riesgos de costos identificados anteriormente, otros riesgos de costos pueden incluir los relacionados con los niveles de financiación, las estimaciones de financiación y presupuestos distribuidos.

Riesgos de desempeño pueden incluir riesgos asociados con lo siguiente:

- Requerimientos
- Análisis y diseño
- Aplicación de las nuevas tecnologías
- Tamaño físico
- Forma
- Peso
- Manufactura y fabricación
- Comportamiento del producto y operación con respecto a la funcionalidad o calidad de los atributos
- Verificación
- Validación
- Atributos de mantenimiento de rendimiento

Atributos de mantenimiento del rendimiento son aquellas características que permiten a un producto o servicio en uso proporcionar el rendimiento requerido, tales como el mantenimiento de la seguridad y el rendimiento de la seguridad.

Hay riesgos que no entran en costo, cronograma, o categorías de rendimiento, pero pueden estar asociados con otros aspectos del funcionamiento de la organización. Ejemplos de estos otros riesgos incluyen riesgos relacionados con lo siguiente:

- Huelgas
- La disminución de las fuentes de abastecimiento
- Tiempo del ciclo de Tecnología
- Competencia

2. Revisar los elementos ambientales que pueden afectar al proyecto. (14 pág. 356)

Los riesgos para un proyecto que con frecuencia está perdido, incluyen riesgos supuestamente fuera del alcance del proyecto (es decir, el proyecto no controla si ocurren pero se puede mitigar su impacto). Estos riesgos pueden incluir condiciones climáticas o desastres naturales, cambios políticos, y los fracasos de telecomunicaciones.

3. Revise todos los elementos de la estructura de desglose del trabajo como parte de la identificación de riesgos para ayudar a asegurar que se han considerado todos los aspectos del esfuerzo de trabajo. (14 pág. 356)

4. Revise todos los elementos del plan del proyecto como parte de la identificación de riesgos para ayudar a asegurar que se han considerado todos los aspectos del proyecto. Consulte el área de proceso de Planificación del proyecto para obtener más información sobre la identificación de los riesgos del proyecto. (14 pág. 356)

5. Documentar el contexto, las condiciones, y las posibles consecuencias de cada riesgo. Declaraciones de riesgo se suelen documentar en un formato estándar que contiene el contexto

del riesgo, condiciones y consecuencias de la ocurrencia. El contexto del riesgo proporciona información adicional sobre el riesgo como el marco de tiempo en relación al riesgo, las circunstancias o condiciones que rodean el riesgo que ha provocado la preocupación, y cualquier duda o incertidumbre. (14 pág. 356)

6. Identificar los grupos de interés relevantes asociados a cada riesgo. (14 pág. 357)

2.2.1.2.2 EVALUAR, CLASIFICAR Y PRIORIZAR LOS RIESGOS

Evaluar y clasificar cada riesgo identificado utilizando categorías y parámetros de riesgo definidos, y determinar su prioridad relativa.

Es necesaria la evaluación de riesgos para asignar una importancia relativa a cada riesgo identificado y se utiliza para determinar cuándo se requiere una adecuada gestión de atención. A menudo es útil para agrupar los riesgos en función de sus interrelaciones y desarrollar opciones de nivel agregado. (14 pág. 357)

Subprácticas

1. Evaluar los riesgos identificados utilizando los parámetros de riesgo definidos. (14 pág. 357)

Cada riesgo se evalúa y los valores asignados de acuerdo con los parámetros definidos de riesgo, que pueden incluir la probabilidad, consecuencia (es decir, la gravedad, impacto), y los umbrales. Los valores de los parámetros de riesgo asignado pueden integrarse para producir medidas adicionales, tales como la exposición al riesgo (es decir, la combinación de probabilidad y consecuencia), que se puede utilizar para priorizar los riesgos para la manipulación.

A menudo, una escala con tres a cinco valores se utiliza para evaluar tanto la probabilidad como la consecuencia.

Probabilidad por ejemplo, puede ser categorizado como remoto, improbable, probable, muy probable, o casi cierto.

Categorías de ejemplo para consecuencia incluyen los siguientes:

- Bajo
- Medio
- Alto
- Negligente
- Marginal
- Significativo

- Crítico
- Catastrófico

Los valores de probabilidad se utilizan con frecuencia para cuantificar la probabilidad. Las consecuencias dependen generalmente de costos, plazos, impacto ambiental, o medidas humanas (por ejemplo, las horas de trabajo perdidas, la gravedad de la lesión).

Evaluación de riesgos es a menudo una tarea difícil y consume tiempo. Pueden ser necesarias técnicas específicas de peritaje o de grupo para evaluar los riesgos y ganar confianza en la priorización. (14 pág. 357)

Los riesgos se clasifican en categorías de riesgo definidas, proporcionando un medio para revisarlos en función de su origen, taxonomía, o componente del proyecto.

Priorizar los riesgos para la mitigación. (14 pág. 357)

Se determina una prioridad relativa para cada riesgo sobre la base de los parámetros de riesgo asignados. Criterios claros deberían ser usados para determinar la prioridad del riesgo. Priorización de riesgos ayuda a determinar las áreas más efectivas para que los recursos para mitigación de riesgos se puedan aplicar con el mayor impacto positivo en el proyecto.

2.2.1.3 MITIGAR LOS RIESGOS

Los riesgos son manejados y mitigados apropiadamente para reducir los impactos negativos en el logro de objetivos. (14 pág. 357)

Los pasos de la manipulación de los riesgos incluyen el desarrollo de opciones de manejo de riesgos, vigilancia de los riesgos, y la realización de actividades de manejo de riesgo cuando se superan los umbrales definidos. Los planes de mitigación de riesgos se desarrollan e implementan en riesgos seleccionados para reducir de forma proactiva el impacto potencial de ocurrencia del riesgo. Planificación de mitigación de riesgos también puede incluir planes de contingencia para hacer frente al impacto de los riesgos seleccionados que pueden ocurrir a pesar de los intentos por mitigarlos.

2.2.1.3.1 DESARROLLAR PLANES DE MITIGACION DE RIESGOS

Desarrollar un plan de mitigación de riesgos de conformidad con la estrategia de gestión de riesgos. (14 pág. 357)

Un componente fundamental de la planificación de mitigación de riesgos está desarrollando cursos de acción alternativos, soluciones, y posiciones de retirada, y un curso de acción recomendado para cada riesgo crítico. El plan de mitigación de riesgo para un determinado

riesgo incluye las técnicas y métodos utilizados para evitar, reducir y controlar la probabilidad de ocurrencia del riesgo; el grado del daño incurrido debido a la ocurrencia del riesgo (a veces llamado un "plan de contingencia"); o ambos. Los riesgos son monitoreados y cuando superen los umbrales establecidos, los planes de mitigación de riesgos se desarrollan para retornar el producto afectado a un nivel de riesgo aceptable. Si el riesgo no puede ser mitigado, el plan de contingencia puede ser invocado.

Algunas de las opciones para tratar los riesgos normalmente son:

- Evitar el riesgo: cambiar o reducir los requisitos mientras se sigan cumpliendo las necesidades del usuario final.
- Controlar el riesgo: llevar a cabo actividades para minimizar los riesgos.
- Transferir el riesgo: reasignar requisitos para reducir riesgos.
- Monitorizar el riesgo: vigilar y reevaluar periódicamente el riesgo en función de los cambios en los parámetros del riesgo asignados.
- Aceptar el riesgo: reconocer el riesgo pero no tomar ninguna acción.

Por ejemplo, en el caso de un evento que interrumpe la continuidad de las operaciones, algunos enfoques para la gestión de riesgos que podrían establecerse son:

- Reservas de recursos para responder a los eventos perjudiciales.
- Listas de equipamiento de respaldo disponible.
- Respaldo para el personal clave.
- Planes para probar los sistemas de respuesta a emergencias.
- Procedimientos de emergencias comunicados.
- Listas distribuidas de los contactos clave y de información de recursos para emergencias.

2.3.NORMAS ISO 9000

ISO (International Organization for Standarization) (16) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). ISO e IEC (International Electrotechnical Commission) forman el sistema especializado para la normalización en todo el mundo. El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

La familia de Normas ISO 9000 se ha elaborado para asistir a las organizaciones, de todo tipo y tamaño, en la implementación y la operación de sistemas de gestión de la calidad eficaces.

- La Norma ISO 9000 describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología de los sistemas de gestión de la calidad.

- La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.

- La Norma ISO 9004 proporciona directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de gestión de la calidad. El objetivo de esta norma es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de las partes interesadas.

- La Norma ISO 19011 proporciona orientación relativa a las auditorías de sistemas de gestión de la calidad y de gestión ambiental.

Todas estas normas juntas forman un conjunto coherente de normas de sistemas de gestión de la calidad que facilitan la mutua comprensión en el comercio nacional e internacional.

Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

1. Enfoque al cliente: Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

2. Liderazgo: Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

3. Participación del personal: El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.

4. Enfoque basado en procesos: Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

5. Enfoque de sistema para la gestión: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

6. Mejora continua: La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.

7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisión: Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.

8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Estos ocho principios de gestión de la calidad constituyen la base de las normas de sistemas de gestión de la calidad de la familia de Normas ISO 9000.

En 1991, la Organización Internacional de Estándares (ISO) en conjunto con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) propusieron un estándar para la evaluación de la calidad del software, denominado ISO 9126 (17).

Luego, en el año 2001, este estándar fue remplazado por dos estándares relacionados: el ISO/IEC 9126-1, que especifica características y métricas de la calidad del software, el cual define 6 características de calidad principales, y 27 subccaracterísticas. Incluye 3 reportes técnicos (ISO/IEC 9126-2, 3 Y 4) (18).

El estándar ISO/IEC 9126 se compone de cuatro partes: modelo de calidad (19), métricas externas (20), métricas internas (21) y métricas para la calidad en uso (22). Propone un modelo de calidad categorizando la calidad de los atributos software en seis características (funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad), las cuales son subdivididas en subccaracterísticas. La calidad de uso es definida como "la capacidad del software que posibilita la obtención de objetivos específicos con efectividad, productividad, satisfacción y seguridad" (23).

La ISO también publicó la norma ISO/IEC 14598 que guía en el proceso de valoración de la calidad del software según los criterios de la 9126 y especifica la evaluación de productos de software (17).

Las normas de ISO que mencionan un tratamiento para los riesgos en los proyectos son ISO/IEC 12207 e ISO/IEC VDA 15504 las cuales tomaremos como referencia para la elaboración del modelo y a continuación se mencionan con los aspectos más importantes en estimación de riesgos.

2.3.1. ISO/IEC 12207

En 1987 la International Organization for Standarization (ISO) y la International Electrotechnical Commission (IEC) estableció la Joint Technical Committee (JTC1), la cual aprobó el estándar del Software Life Cycle Processes. El objetivo de la JTC1 es "La estandarización en el campo de los sistemas y equipos de tecnología de la información". ISO/IEC 12207 fue preparada por el

Comité Técnico Conjunto ISO/IEC JTC 1, Tecnología de la información, Subcomité SC 7, software y sistemas de ingeniería. Esta norma proporciona la base para facilitar la evolución de un tratamiento integrado y totalmente armonizada de procesos del ciclo de vida. (24)

El original de la ISO/IEC 12207 fue publicado el 1 de agosto de 1995 y fue la primera norma internacional para proporcionar un amplio conjunto de procesos del ciclo de vida, actividades y tareas de software, y para estandarizar por sí solos productos y servicios de software.

En éste trabajo mencionaremos la nueva revisión de la norma ISO/IEC 12207:2008, que es el producto de un esfuerzo coordinado por IEEE e ISO/IEC JTC 1/SC 7. (24) Esta revisión aplica pautas SC 7 para definición de procesos para apoyar la coherencia y la mejora de usabilidad. Esta norma es un paso para lograr una integración total de los procesos del ciclo de vida del software y una orientación para su aplicación.

Esta Norma Técnica establece un marco de referencia común para los procesos del ciclo de vida del software, con una terminología bien definida a la que puede hacer referencia la industria del software. Contiene procesos, actividades y tareas para aplicar durante la adquisición de un sistema que contiene software, un producto software puro o un servicio software y durante el suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de productos software. (24)

Esta Norma Internacional no requiere el uso de algún modelo en particular de ciclo de vida. Sin embargo, sí requiere que cada proyecto defina un modelo de ciclo de vida adecuado, preferiblemente uno que haya sido definido por la organización para su uso en una variedad de proyectos. La aplicación de un modelo de ciclo de vida proporciona los medios para establecer la secuencia necesaria para la gestión de proyectos en función del tiempo. (24)

La norma ISO/IEC 12207 está organizada por categorías de procesos del ciclo de vida, indica las actividades que se pueden realizar durante el ciclo de vida de un sistema de software en siete grupos de procesos. Cada uno de los procesos del ciclo de vida dentro de esos grupos se describe en términos de su propósito, resultados deseados, y listas de tareas y actividades que deben realizarse para lograr esos resultados.

1. Procesos de Acuerdo: Incluye dos procesos.
2. Procesos de Habilitación de Proyecto organizacional: Cinco procesos
3. Procesos de Proyectos: Siete procesos
4. Procesos técnicos: Once procesos
5. Procesos de Implementación de Software: Siete procesos
6. Procesos de Soporte de Software: Ocho procesos
7. Procesos de Reutilización de Software: Tres procesos

Los efectos y resultados de los procesos del ciclo de vida constituyen un modelo de referencia de procesos. Estos grupos de procesos del ciclo de vida se representan en la Figura 15.

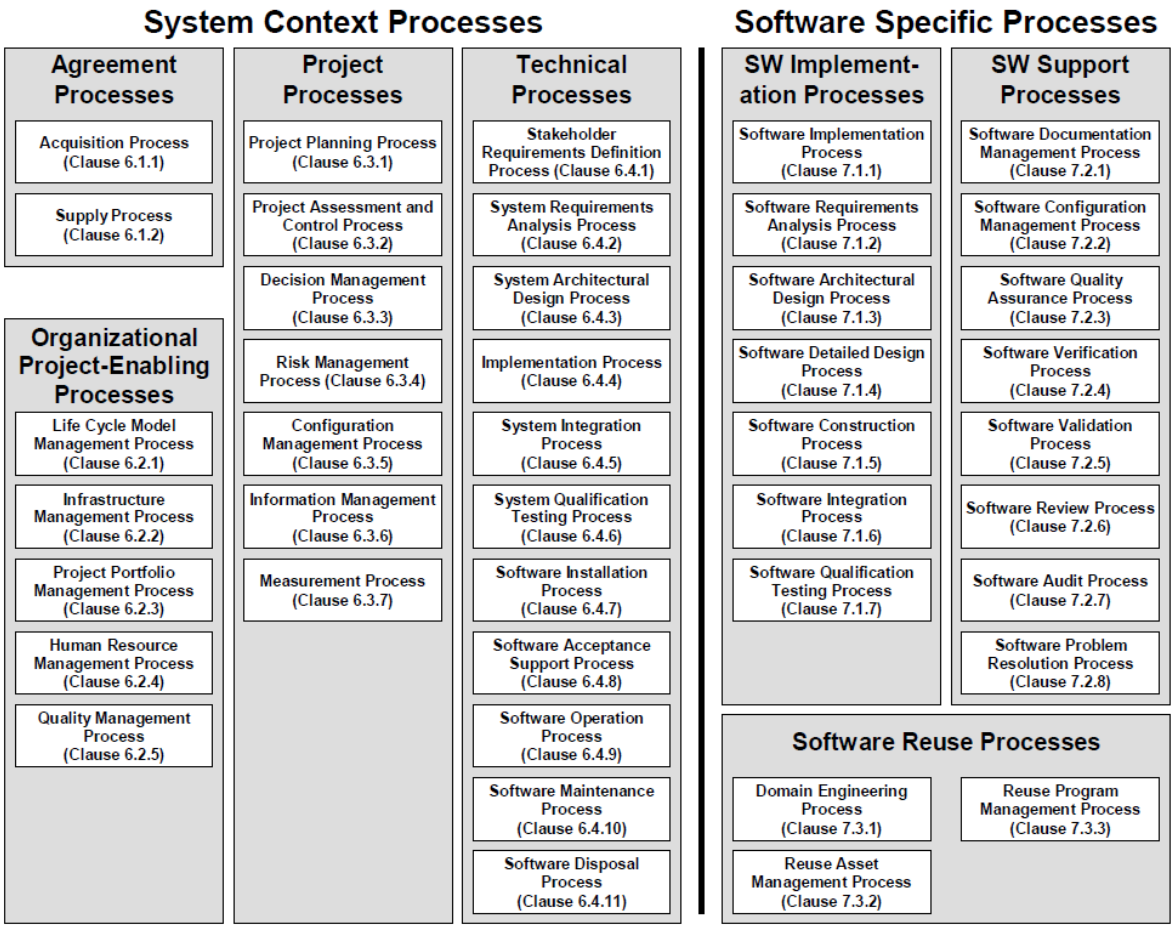


Figura 15. Grupo de Procesos del Ciclo de Vida.
Tomado de: ISO/IEC 12207. (24 pág. 14).

Hay dos subdivisiones de procesos, procesos de contexto del sistema y Procesos específicos de software.

Los procesos de gestión de riesgos se encuentran en la subdivisión de Procesos de contexto del sistema, en el tercer grupo de procesos "Procesos del proyecto". En esta Norma Internacional, el proyecto ha sido elegido como el contexto para la descripción de los procesos relacionados con la planificación, evaluación y control. Los principios relacionados con estos procesos se pueden aplicar en cualquier área de la gestión de una organización. (24)

Los procesos de gestión de proyectos se aplican con un nivel de rigor y formalidad que depende del riesgo y la complejidad del proyecto. (24)

2.3.1.1. PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGOS

PROPÓSITO (24)

El propósito del Proceso de Gestión de Riesgos (Risk Management Process) es identificar, analizar, tratar y monitorear los riesgos continuamente.

El proceso de gestión de riesgos es un proceso continuo para abordar sistemáticamente el riesgo en todo el ciclo de vida de un sistema, servicio o producto de software. Se puede aplicar a los riesgos relacionados con la adquisición, desarrollo, mantenimiento o funcionamiento de un sistema.

RESULTADOS (24)

Como resultado de la implementación exitosa de la gestión de riesgos:

1. Se determina el alcance de la gestión de riesgos a ser ejecutado;
2. Se definen e implementan estrategias apropiadas de gestión de riesgos;
3. Se identifican los riesgos en la planificación de proyectos como ellos se desarrollan y durante la conducción del proyecto;
4. Se analizan los riesgos en términos de probabilidades y consecuencias y se determina la prioridad en el tratamiento de estos riesgos;
5. Se definen, aplican y evalúan las mediciones de riesgo para determinar los cambios en el estado del riesgo y el progreso de las actividades de tratamiento; y
6. Se sigue el tratamiento apropiado para corregir o evitar el impacto del riesgo basados en su prioridad, probabilidad y consecuencia u otros principios de riesgo definido.

ACTIVIDADES Y TAREAS (24)

El proyecto pondrá en práctica las siguientes actividades y tareas de acuerdo con las políticas de la organización y procedimientos aplicables en relación con el Proceso de Gestión de Riesgos.

- **Planificación de la Gestión de Riesgos.** Esta actividad consta de las siguientes tareas:

  1. Se definirán las políticas de gestión de riesgos que describen las directrices bajo las cuales la gestión de riesgos se va a realizar.
  2. Deberá ser documentada una descripción del Proceso de Gestión de Riesgos a implementar.

3. Las partes responsables de la realización de la gestión de riesgos y sus funciones y responsabilidades serán identificados.
4. Los responsables deberán disponer de los recursos adecuados para llevar a cabo el Proceso de Gestión de Riesgos.
5. Se facilitará una descripción del proceso para evaluar y mejorar el proceso de gestión de riesgos.

- **Gestión de Perfiles de Riesgo.** Esta actividad consta de las siguientes tareas:

1. Se define y documenta el contexto del Proceso de Gestión de Riesgos. Esto incluye una descripción de las perspectivas de las partes interesadas, las categorías de los riesgos, así como una descripción de los objetivos técnicos y de gestión, suposiciones y restricciones.
2. Umbrales de riesgo, se definen las condiciones bajo las cuales un nivel de riesgo puede ser aceptado, deberá ser documentado.
3. Se debe establecer y mantener un perfil de los riesgos.

   NOTA. Los registros de perfiles de riesgo: el contexto de gestión de riesgos; un registro de estado de cada riesgo incluyendo su probabilidad, consecuencias, y los umbrales de riesgo; la prioridad de cada riesgo en base a criterios de riesgo suministrados por las partes interesadas; y las acciones de respuesta a lo largo del riesgo con el estado de su tratamiento. El perfil de riesgo se actualiza cuando se producen cambios en el estado de un riesgo individual. La prioridad en el perfil de riesgo se utiliza para determinar la aplicación de los recursos para el tratamiento.
4. Los perfiles de riesgos relevantes se comunicarán periódicamente a los interesados sobre la base de sus necesidades.

- **Análisis de Riesgos**. Esta actividad consta de las siguientes tareas:

1. Los riesgos serán identificados en las categorías descritas en el contexto de gestión de riesgos.
2. Se estima la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias de cada riesgo identificado.
3. Cada riesgo será evaluado con respecto a sus umbrales de riesgo.
4. Para cada riesgo que está por encima de su umbral de riesgo, se definen y documentan las estrategias de tratamiento recomendadas. También serán definidas y documentadas las medidas que indican la eficacia de las alternativas de tratamiento.

   NOTA. Incluye las estrategias de tratamiento del riesgo, pero no son limitadas a, eliminar el riesgo, reduciendo su probabilidad de ocurrencia o severidad de las consecuencias, o aceptando los riesgos.

- **Tratamiento de los Riesgos**. Esta actividad consta de las siguientes tareas:

  1. Las partes interesadas proporcionarán alternativas recomendadas para el tratamiento del riesgo en respuesta a la acción del riesgo.
  2. Si las partes interesadas determinar qué acciones se deben tomar para hacer un riesgo aceptable, entonces se aplicará una alternativa de tratamiento de riesgos.
  3. Si las partes interesadas aceptan un riesgo que supera su umbral, se considerará una alta prioridad y seguimiento constante para determinar si las acciones de tratamiento de riesgos futuros son necesarias.
  4. Una vez que se selecciona un tratamiento de riesgos, este recibirá las mismas medidas de gestión como se hace con los problemas, de acuerdo con las actividades de evaluación y de control.

- **Monitoreo de Riesgos.** Esta actividad consta de las siguientes tareas:

  1. Todos los riesgos y el contexto de gestión de riesgos deberán ser monitoreados continuamente por los cambios. Los riesgos cuyos estados han cambiado deberán someterse a evaluación de riesgos.
  2. Medidas serán implementadas y monitoreadas para evaluar la efectividad de los tratamientos de riesgo.
  3. El proyecto deberá monitorear continuamente por nuevos riesgos y recursos de todo su ciclo de vida.

- **Evaluación del Proceso de Gestión de Riesgos.** Esta actividad consta de las siguientes tareas:

  1. La información será recogida durante todo el ciclo de vida del proyecto con el propósito de mejorar el proceso de gestión de riesgos y la generación de lecciones aprendidas.
     NOTA La información de riesgo incluye los riesgos identificados, sus fuentes, sus causas, su tratamiento, y el éxito de los tratamientos seleccionados.
  2. El Proceso de Gestión de Riesgos se revisará periódicamente para su eficacia y eficiencia.
  3. La información sobre los riesgos identificados, su tratamiento, y el éxito de los tratamientos será examinada periódicamente para los efectos de la identificación de proyectos sistemáticos y riesgos organizacionales.

2.3.2. ISO/IEC VDA 15504

Esta norma apoya las evaluaciones de los procesos y propone un Modelo de Evaluación de los Procesos (PAM) por sus siglas en inglés Process Assessment Model.

La norma ISO/IEC 15504, proporciona una base común para la evaluación de la capacidad de los procesos, lo que permite la comunicación de los resultados utilizando una escala de evaluación común. El Modelo de Evaluación de los Procesos define un modelo bidimensional de la capacidad de los procesos. La primera dimensión la de los procesos, define y clasifica en categorías los procesos. Los procesos se clasifican en grupos de proceso en un segundo nivel de acuerdo al tipo de actividad que abordan. La segunda dimensión la de la capacidad, define un conjunto de atributos de proceso agrupados en niveles de capacidad. Los atributos de proceso proporcionan las características medibles de la capacidad de un proceso. (25 pág. 12)

Los procesos son clasificados en categorías de procesos y grupos de procesos. Las categorías de los procesos son tres: Procesos del Ciclo de Vida Primario, Procesos del Ciclo de Vida Organizacional y Procesos del Ciclo de Vida de Soporte. Cada proceso se describe en términos de declaración de los objetivos o propósitos. (25 pág. 14)

La gestión de riesgos se encuentra ubicada en la categoría de Procesos del Ciclo de Vida Organizacional.

La categoría de Procesos del Ciclo de Vida Organizacional consiste en establecer los objetivos del negocio de la organización y los procesos de desarrollo, productos y recursos que, cuando son usados por proyectos en la organización ayudarán a alcanzar los objetivos del negocio. (25 pág. 17)

La categoría de Procesos de Ciclo de Vida Organizacional consiste en los siguientes grupos:

- Grupo de Procesos de Gestión
- Grupo de Procesos de Mejora
- Grupo de Procesos de Reutilización

El grupo de procesos de gestión (MAN) se compone de los procesos que contienen prácticas que pueden ser utilizados por cualquier persona que maneja cualquier tipo de proyecto o proceso dentro del ciclo de vida.

Dentro del grupo de Procesos de Gestión (MAN) encontramos la Gestión de Riesgos como se evidencia en la figura 16.

Process Identification	Process name
MAN.3	Project management
MAN.5	Risk management
MAN.6	Measurement

Figura 16. Procesos del Ciclo de Vida Organizacional- Grupo de Procesos MAN. Tomado de: ISO/IEC 15504. (25 pág. 18).

2.3.2.1. GESTIÓN DE RIESGOS ISO/IEC VDA 15504

- **Objetivo del Proceso**. El objetivo del proceso de gestión de riesgos es identificar, analizar, tratar y monitorear los riesgos de forma continua. (25)

- **Resultados del Proceso**. Como resultado de la implementación exitosa de este proceso podemos encontrar:
  1. El alcance de la gestión de riesgos a realizar está determinado;
  2. Las estrategias de gestión de riesgo adecuadas, se definen e implementan;
  3. Los riesgos se identifican como se desarrollan durante la realización del proyecto;
  4. Se analizan los riesgos y la prioridad en la que se aplican los recursos para determinar el tratamiento de estos riesgos;
  5. Se definen las medidas de riesgo, aplicadas y evaluadas para determinar los cambios en la situación de riesgo y el progreso de las actividades de tratamiento; y
  6. Se toma el tratamiento apropiado para corregir o evitar el impacto del riesgo en función de su prioridad, probabilidad y consecuencia u otro umbral de riesgo definido.

- **Prácticas Base** (25)

MAN.5.BP1: **Establecer los alcances de la administración de riesgos**. Determina los alcances de la gestión de riesgos a realizarse para el proyecto, de conformidad con las políticas de gestión de riesgos de la organización. [Resultado 1]

MAN.5.BP2: **Definir las estrategias de gestión de riesgos**. Definir estrategias apropiadas para identificar los riesgos, mitigar los riesgos y establecer los niveles de aceptabilidad para cada riesgo o conjunto de riesgos, tanto en el proyecto y el nivel de organización. [Resultado 2]

MAN.5.BP3: **Identificar los riesgos**. Identificar los riesgos para el proyecto tanto inicialmente dentro de la estrategia del proyecto y como se desarrollan durante la realización del proyecto, mirando continuamente los factores de riesgo en cualquier ocurrencia de decisiones técnicas o de gestión. [Resultados 2, 3]

MAN.5.BP4: **Analizar los riesgos**. Analizar los riesgos para determinar la prioridad en la cual aplicar los recursos para mitigar estos riesgos. [Resultado 4]

NOTA 3: Aspectos a considerar en el análisis de riesgo incluyen la probabilidad y el impacto de cada riesgo identificado.

MAN.5. BP5: **Definir acciones de tratamiento de riesgos**. Para cada riesgo (o conjunto de riesgos) definir, ejecutar y realizar un seguimiento de las acciones seleccionadas para mantener y/o reducir los riesgos a un nivel aceptable. [Resultados 5, 6]

MAN5.BP6. **Monitorear los Riesgos**: Para cada riesgo (o conjunto de riesgos) definir las medidas (por ejemplo, métricas) para determinar los cambios en el estado de un riesgo y para evaluar el progreso de las actividades de mitigación. Aplicar y evaluar estas medidas de riesgo. [Resultados 5, 6]

MAN.5.BP7: **Toma de acciones correctivas**. Cuando no se logra el progreso esperado en la mitigación de riesgos, tomar las medidas correctivas apropiadas para reducir o evitar el impacto del riesgo. [Resultado 6]

PRODUCTOS DE TRABAJO DE SALIDA (25)

- ✓ Medidas de los Riesgos [Resultado 5]
- ✓ Plan de recuperación [Resultado 4, 6]
- ✓ Plan de gestión de riesgos [Resultado Todos]
- ✓ Plan de mitigación de Riesgos [Resultado 3, 4, 5, 6]
- ✓ Requerimiento de acción de los Riesgos [Resultado 1, 2, 6]
- ✓ Registro de acciones correctivas [Resultado 6]
- ✓ Sistemas de seguimiento [Resultado 5, 6]
- ✓ Reporte de análisis de riesgos [Resultado 4]
- ✓ Informe de estado de los riesgo [Resultado 4, 5]

3. ESTIMACIÓN DE RIESGOS EN PROYECTOS DE TECNOLOGÍA

3.1. ASPECTOS CUALITATIVOS DE LAS NORMAS

3.1.1. PMBOK

La guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía PMBOK) (8) incorpora dentro de los procesos de la gestión de riesgos los siguientes:

1. **Planificar la Gestión de los Riesgos:** El proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.
2. **Identificar los Riesgos:** El proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características.
3. **Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos:** El proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.
4. **Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos:** El proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.
5. **Planificar la Respuesta a los Riesgos:** El proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
6. **Controlar los Riesgos:** El proceso de implementar los planes de respuesta a los riesgos, dar seguimiento a los riesgos identificados, monitorear los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos y evaluar la efectividad del proceso de gestión de los riesgos a través del proyecto.

De acuerdo con los alcances de éste trabajo, tendremos en cuenta para la elaboración del modelo los procesos del 1 al 3, y el proceso 4 lo trataremos en el punto 3.2. Aspectos Cuantitativos de las normas. Los puntos 5 y 6 serán tomados en cuenta en la etapa de evaluación de los riesgos, donde se definirán estrategias de respuesta a los riesgos, tanto positivos como negativos.

El proceso 1, Planificar la Gestión de Riesgos muestra las entradas, herramientas y técnicas, y salidas de este proceso, como lo muestra la Figura 4:

Figura 4. Planificar la Gestión de los Riesgos: Entradas, Herramientas, Técnicas, y salidas. Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición. (8 pág. 313).

El proceso 2, Identificar los Riesgos se resume en la Figura 6 la cual se muestra a continuación:

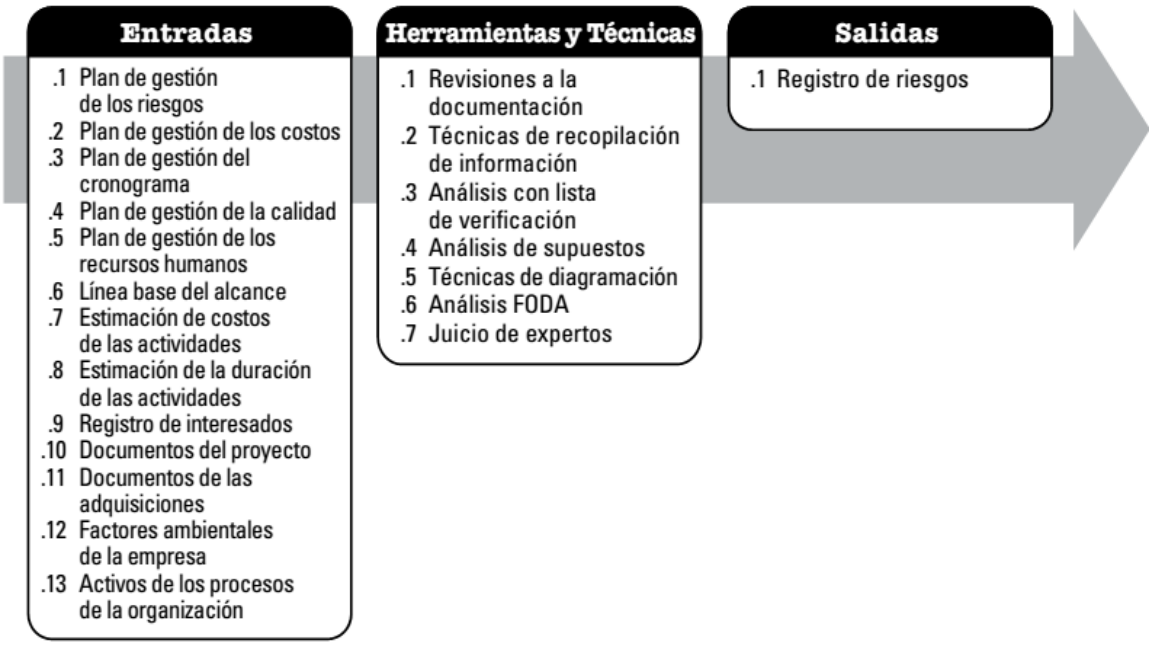


Figura 6. Identificar los Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas.
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición. (8 pág. 319)**..**

El proceso 3, Realizar el análisis cualitativo de riesgos permite a los directores de proyecto reducir el nivel de incertidumbre y concentrarse en los riesgos de alta prioridad, como lo muestra la Figura 7.

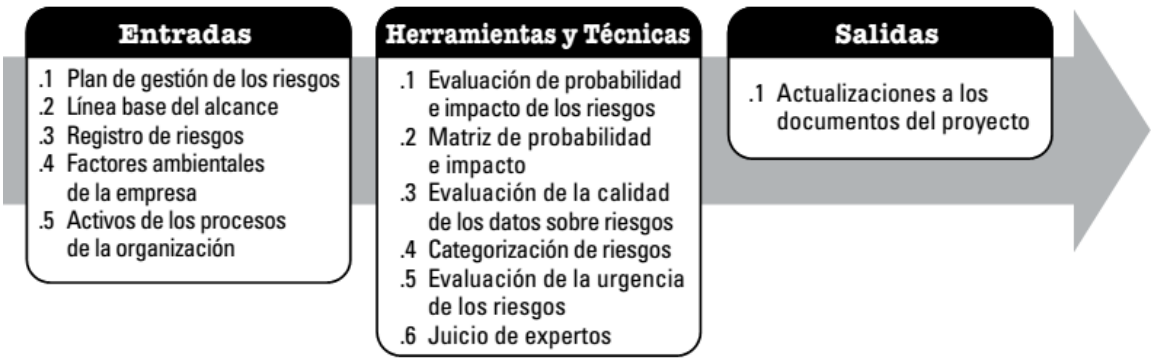


Figura 7. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas.
Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición. (8 pág. 328)**.**

3.1.2. CMMI

De acuerdo a CMMI-DEV V1.3 (14) Modelo de Capacidad y Madurez Integrado, la gestión de riesgos se puede dividir en las siguientes partes:

Figura 17. Gestión de Riesgos CMMI (RSKM) (14).
Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración del modelo de estimación de riesgos del presente trabajo tomaremos en cuenta de la Figura 17 las partes 1 y 2, Preparación para la gestión de riesgos e Identificar y analizar los riesgos. Estas partes son asumidas como aspectos cualitativos.

3.1.3. NORMAS ISO 9000

3.1.3.1. ISO/IEC 12207

La norma ISO/IEC 12207 sugiere que los proyectos deben tener las siguientes actividades y tareas en relación con el Proceso de Gestión de Riesgos, teniendo en cuenta el ciclo de vida de un proyecto:

PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGOS ISO/IEC 12207	1. Planificación de la Gestión de Riesgos
	2. Gestión de Perfiles de Riesgos
	3. Análisis de Riesgos
	4. Tratamiento de los Riesgos
	5. Monitoreo de Riesgos
	6. Evaluación del Proceso de Gestión de Riesgos

Tabla 3. Proceso de Gestión de Riesgos ISO/IEC 12207 (24).
Fuente: Elaboración propia.

3.1.3.2. ISO/IEC VDA 15504

Esta norma propone un modelo de evaluación de los procesos de gestión de riesgos con el objetivo de identificar analizar, tratar y monitorear los riesgos de forma continua, de la siguiente manera:

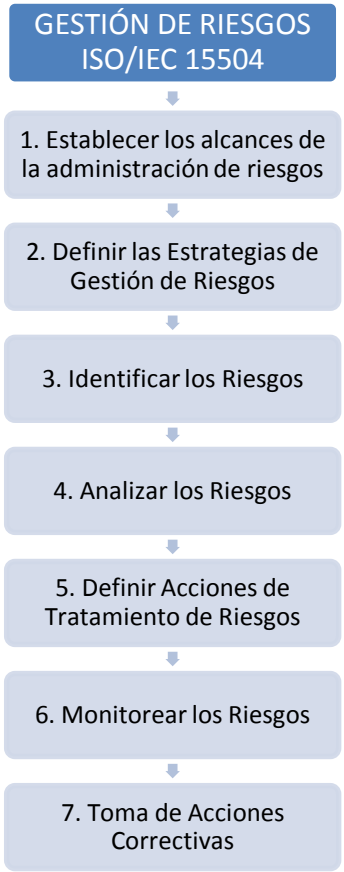


Figura 18. Gestión de Riesgos ISO/IEC 15504 (25).
Fuente: Elaboración propia.

3.2. ASPECTOS CUANTITATIVOS DE LAS NORMAS

3.2.1. PMBOK

De acuerdo a la norma PMBOK (8), Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto, y propone de acuerdo a la figura 9 las siguientes entradas, herramientas y técnicas y salidas.

Figura 9. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas. Tomado de: La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición. (8 pág. 334)**.**

4. MODELO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS

En este capítulo se plantea un modelo para la estimación de riesgos en proyectos de desarrollo de software (Ver Figura 22), considerando los siguientes aspectos:

- ✓ La información obtenida por medio de las entrevistas realizadas a personal del área de tecnología, gerentes de proyectos y coordinadores de proyectos, de las empresas participantes en la encuesta.
- ✓ Se recopiló información de documentación internacional, con base en los aspectos más importantes encontrados en las normas mencionadas en este trabajo: PMBOK, CMMI, NORMAS ISO/IEC 12207 e ISO/IEC VDA 15504.
- ✓ Teniendo en cuenta las contingencias identificadas en la tabla 17 del numeral 6.1 de este trabajo, se intentó incluir dentro del modelo todos los procesos requeridos para incorporarlas como se describe en el numeral 6.2.
- ✓ Las entrevistas realizadas a personas expertas como gerentes de proyectos y coordinadores de proyectos, y con base en mi experiencia profesional obtenida en el área de gestión de incidentes software en la empresa Bancolombia.

El modelo de estimación de riesgos propuesto está compuesto de cuatro fases importantes: 1. Planificación de la Gestión de Riesgos, 2. Identificación de Riesgos, 3. Análisis de Riesgos, 4. Evaluación de Riesgos, como lo muestra la Figura 19.

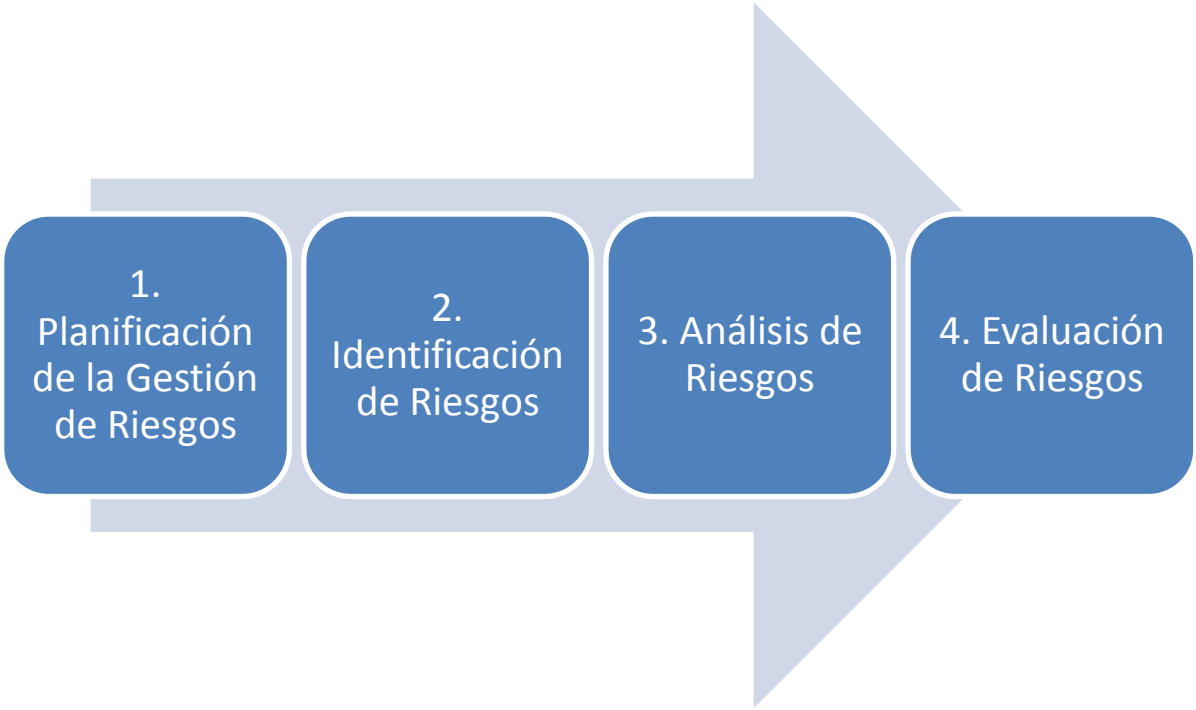


Figura 19. Modelo estimación de Riesgos.
Fuente: Elaboración propia.

4.1 PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS

4.1.1 DEFINIR ROLES Y RESPONSABILIDADES

Se definen los roles y responsabilidades de las personas involucradas en el proyecto. Identificar el líder del proyecto, miembros del equipo de gestión de riesgos (si lo hay) y sus roles y responsabilidades.

4.1.2 DETERMINAR CATEGORÍAS DE LOS RIESGOS

Es una representación de los riesgos según sus categorías, cada organización puede realizar su propio gráfico de categorización de los riesgos de acuerdo a la estructura básica de los proyectos en cada empresa en particular. Se propone la siguiente estructura la cual se basa en la **Figura 5**.

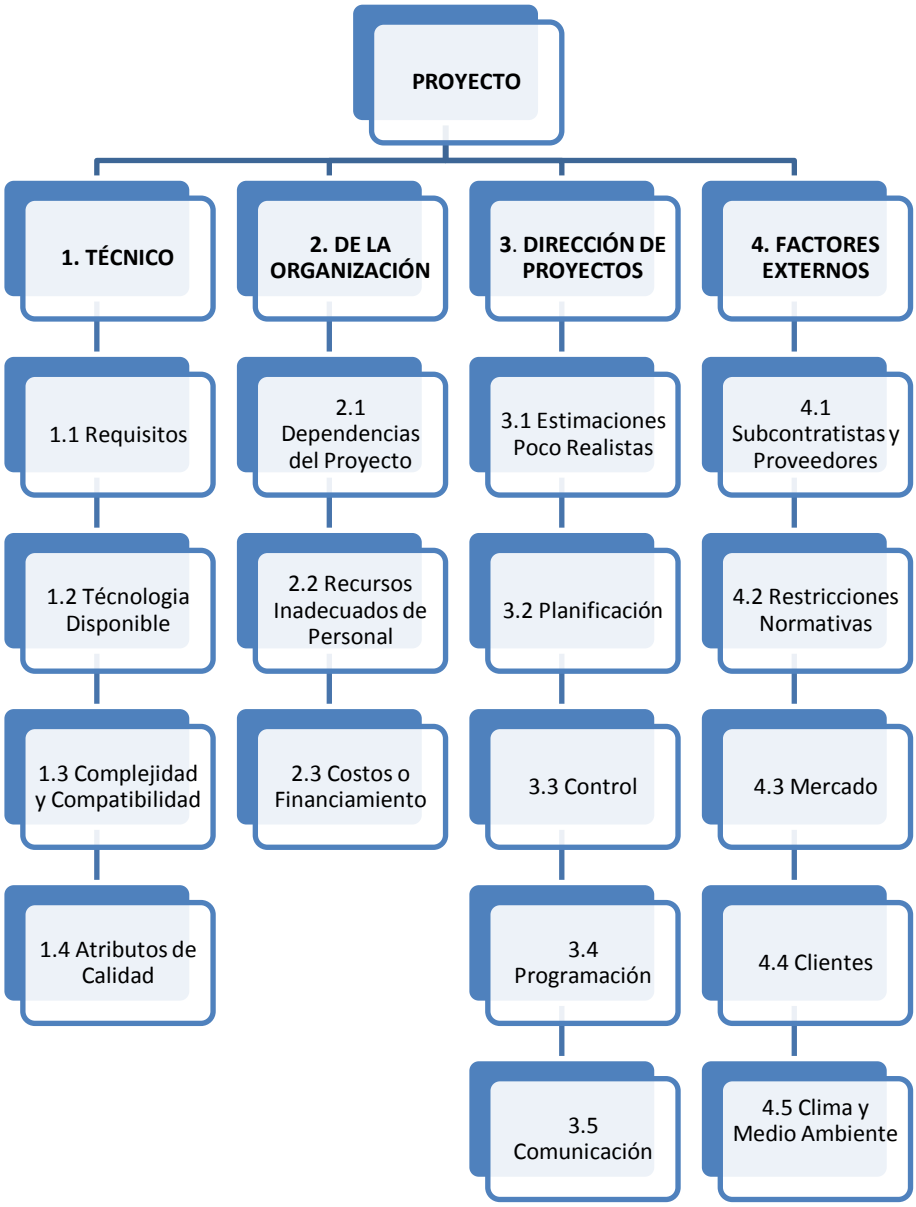


Figura 20. Ejemplo de Categorías de los Riesgos.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 DEFINIR PROBABILIDAD E IMPACTO DE LOS RIESGOS

Para realizar un análisis adecuado de los riesgos se requiere definir los niveles de probabilidad e impacto de los riesgos. La Tabla 4 muestra un ejemplo de la definición de impacto para tres objetivos del proyecto. Dicha tabla se puede adaptar a cada proyecto individualmente durante el proceso de Planificación de la Gestión de Riesgos.

	BAJO	MEDIO	ALTO
COSTO	Aumento del costo < 10%	Aumento del costo del 10 – 30%	Aumento del costo >30%
TIEMPO	Aumento del tiempo < 10%	Aumento del tiempo del 10 -20%	Aumento del tiempo > 20%
ALCANCE	Áreas secundarias del alcance afectadas	Áreas principales del alcance afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el Cliente

Tabla 4. Definición de Impacto para Tres Objetivos del Proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 DEFINIR UMBRALES DE RIESGOS

Los umbrales de riesgo describen el nivel de tolerancia al riesgo que una organización soportará, y bajo qué condiciones un nivel de riesgo podrá ser aceptado. Para definir los umbrales de riesgo se debe tener en cuenta las tolerancias definidas por los interesados, aplicadas en el proyecto específico. Se sugiere contar con la experiencia de personas de la organización como son la dirección general, los directores del proyecto o expertos en la materia relacionados con los negocios o con los proyectos.

En la Tabla 5 sugiero un ejemplo de los umbrales definidos para tres categorías de riesgos.

CATEGORÍAS DE RIESGOS	UMBRALES DE RIESGOS
COSTOS O FINANCIAMIENTO	Umbral de todo el proyecto cuando los costos del producto excedan el 25% del costo objetivo.
PROGRAMACIÓN	Cuando los indicadores del tiempo superen un 20% el tiempo del cronograma planeado inicialmente.
ATRIBUTOS DE CALIDAD	Cuando el producto final del proyecto cumpla con menos del 60% del alcance definido inicialmente.

Tabla 5. Definición Umbrales de Riesgos.
Fuente: Elaboración propia.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Una adecuada identificación de las amenazas potenciales y vulnerabilidades del proyecto es la base para una gestión de riesgos consistente y exitosa. Los riesgos identificados representan la base del proceso de Gestión de Riesgos en un proyecto. En las actividades del proceso de identificación de riesgos pueden participar: el equipo de gestión de riesgos, expertos en la materia que sean externos al equipo de trabajo del proyecto, usuarios finales y los directores del proyecto e intentar involucrar a todo el equipo del proyecto.

Existen diversas técnicas para facilitar la labor de identificación de los riesgos, las mencionadas en las normas utilizadas en este trabajo son:

- ✓ Técnicas de recopilación de datos: Tormenta de ideas, Técnica Delphi, entrevistas y análisis de causa raíz.
- ✓ Análisis de supuestos
- ✓ Técnicas de diagramación: Diagramas de causa y efecto, diagramas de flujo de procesos o de sistemas, diagramas de influencias.
- ✓ Análisis FODA: Examina cada uno de los aspectos FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas).
- ✓ Juicio de Expertos
- ✓ Revisar los esfuerzos de gestión de riesgos de productos similares.
- ✓ Examinar documentos o bases de datos de lecciones aprendidas.
- ✓ Examinar las especificaciones de diseño y los requisitos del proyecto.

En este modelo en particular se propone utilizar las técnicas de Juicio de expertos y análisis FODA encontradas en la norma PMBOK. (8)

JUICIO DE EXPERTOS

Los expertos con la experiencia adecuada, adquirida en proyectos o áreas de negocio similares, pueden identificar los riesgos directamente. El director del proyecto debe identificar a dichos expertos e invitarlos a considerar todos los aspectos del proyecto, y a sugerir los posibles riesgos basándose en sus experiencias previas y en sus áreas de especialización. En este proceso se deben tener en cuenta los sesgos de los expertos. (8 pág. 327)

ANALISIS FODA

Esta técnica examina el proyecto desde cada uno de los aspectos FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para aumentar el espectro de riesgos identificados, incluidos los riesgos generados internamente. La técnica comienza con la identificación de las fortalezas y debilidades de la organización, centrándose ya sea en el proyecto, en la

organización o en el negocio en general. El análisis FODA identifica luego cualquier oportunidad para el proyecto con origen en las fortalezas de la organización y cualquier amenaza con origen en las debilidades de la organización. El análisis también examina el grado en el que las fortalezas de la organización contrarrestan las amenazas, e identifica las oportunidades que pueden servir para superar las debilidades. (8 pág. 326)

La Figura 21 muestra de manera gráfica la técnica del análisis FODA.

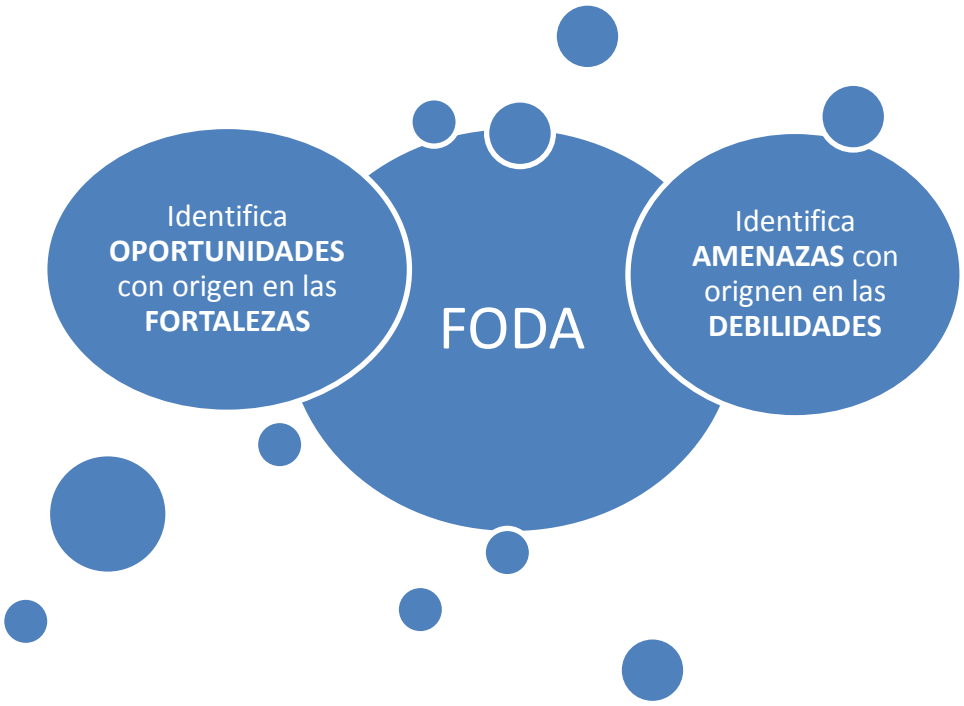


Figura 21. Técnica de Análisis FODA.
Fuente: Elaboración propia.

TABLA PARA REGISTRO DE RIESGOS IDENTIFICADOS

La identificación de riesgos se realizará en cuatro fases teniendo en cuenta las categorías de los riesgos: identificar riesgos de costos, identificar riesgos de cronograma, identificar riesgos que afectan la calidad del producto y por último identificación de otros riesgos. En cada una de las cuatro fases se debe diligenciar la tabla 6 qué es el formato de registro de riesgos identificados, con una descripción lo más clara posible de los riesgos que se identifiquen en esta fase.

DESCRIPCION DE RIESGOS IDENTIFICADOS	POSIBLES FACTORES DE CAUSA
1.	
2.	
3. ….	

Tabla 6. Formato de registro de riesgos identificados.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE COSTOS

Ejemplos de riesgos identificados en esta fase son:

- ✓ Riesgos en costos de desarrollo
- ✓ Riesgos en costos de retirada de un producto
- ✓ Riesgos en repuestos o sustitución de un producto
- ✓ Riesgos de costos asociados a estimaciones de financiación
- ✓ Riesgos de costos asociados a presupuestos distribuidos

4.2.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE CRONOGRAMA

El proceso de identificación de riesgos de cronograma incluye las expectativas relativas al tiempo y cronograma del proyecto que puedan afectar el cumplimiento de los objetos del proyecto. Dentro de esta fase se pueden incluir riesgos asociados con las actividades planificadas y eventos importantes para la consecución del proyecto. Es importante realizar revisiones a las estimaciones de la duración de las actividades que componen un proyecto, para identificar riesgos relacionados con los tiempos asignados para el proyecto en general.

4.2.3 IDENTIFICAR RIESGOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL PRODUCTO

Los riesgos que pueden afectar la calidad del producto están relacionados con:

- ✓ Aplicación de nuevas tecnologías
- ✓ Cumplimiento de Requisitos
- ✓ Forma
- ✓ Requisitos del proyecto

- ✓ Comportamiento y funcionamiento del producto con respecto a los alcances definidos
- ✓ Verificación
- ✓ Validación del producto
- ✓ La incertidumbre de los supuestos del proyecto debe evaluarse como causas potenciales de riesgos (8 pág. 321)

4.2.4 IDENTIFICACIÓN DE OTROS RIESGOS

Existen riesgos que no se ajustan a las tres fases anteriores; costos, cronograma o calidad, los cuales se pueden adicionar en esta fase. Es importante abarcar todos los posibles riesgos que puedan afectar el proyecto asegurando que se consideren todos los aspectos del proyecto, de tal manera que aunque no es posible controlar su ocurrencia se pueda mitigar de alguna manera su impacto.

- ✓ Factores ambientales
- ✓ Huelgas
- ✓ Competencia de mercado
- ✓ Climatología
- ✓ Desastre naturales
- ✓ Fallos en telecomunicaciones
- ✓ Lecciones aprendidas
- ✓ Factores de competencia de recurso humano

4.3 ANÁLISIS DE RIESGOS

El proceso de análisis de riesgos contiene la evaluación de probabilidad de ocurrencia e impacto de cada uno de los riesgos identificados en el proyecto. En este modelo de estimación de riesgos en particular dividiremos la fase de análisis de riesgos en dos partes, primero el análisis cualitativo de los riesgos y segundo, el análisis cuantitativo de los riesgos.

4.3.1 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS

En el proceso de análisis cualitativo de los riesgos se debe clasificar cada riesgo identificado de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y con el nivel de impacto sobre los objetivos del proyecto. La clasificación de los riesgos nos permite definir las acciones que se darán a los mismos de acuerdo a las estrategias de respuesta establecidas en el proyecto. Dicha clasificación también nos permitirá priorizar las respuestas a aquellos riesgos de impacto negativo que requieren una acción urgente.

4.3.1.1 DETERMINAR PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE RIESGOS

Las medidas de probabilidad de ocurrencia generalmente son usadas para cuantificar la probabilidad de ocurrencia. La probabilidad de ocurrencia se puede evaluar en una escala de la siguiente manera probabilidad baja, media y alta. En la Tabla 7 se determinan las medidas para cada una de las probabilidades. Cada uno de los riesgos identificados se debe calificar de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia en la tabla medidas de probabilidad de ocurrencia de un riesgo.

	BAJA	MEDIA	ALTA
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	0.20	0.50	0.90

Tabla 7. Medidas de Probabilidad de Ocurrencia de un Riesgo.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2 DETERMINAR EL IMPACTO SOBRE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

El impacto sobre los objetivos del proyecto se puede definir como las consecuencias causadas al proyecto cuando el riesgo ocurre. En la etapa de análisis de riesgos se debe definir las escalas de medición de impacto si el riesgo se presenta.

La Tabla 4 nos muestra las escalas para la medición del impacto si el riesgo ocurre. Para cada uno de los riesgos identificados se debe determinar el impacto sobre los objetivos del proyecto ya sea Bajo, Medio o Alto y para darle una medición a cada riesgo se asigna un valor de medición como se muestra a continuación en la Tabla 8.

	BAJO 0.10	MEDIO 0.30	ALTO 0.70
COSTO	Aumento del costo < 10%	Aumento del costo del 10 – 30%	Aumento del costo >30%
TIEMPO	Aumento del tiempo < 10%	Aumento del tiempo del 10 -20%	Aumento del tiempo > 20%
ALCANCE	Áreas secundarias del alcance afectadas	Áreas principales del alcance afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el Cliente

Tabla 8. Escalas de Medición de Impacto Para Tres Objetivos del Proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3 CATEGORIZACIÓN DE RIESGOS

Para realizar la categorización de riesgos se tiene en cuenta la Figura 20, dicha figura se divide por cada área de proyecto afectada, cada empresa en particular puede definir una categorización de acuerdo a la estructura del proyecto. La categorización de riesgos se realiza para determinar qué áreas del proyecto están más expuestas a las consecuencias dadas si un riesgo ocurre.

4.3.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS

En las normas estudiadas para la elaboración de éste modelo solo en la guía PMBOK se encuentra el proceso de análisis cuantitativo de los riesgos. De acuerdo a PMBOK el análisis cuantitativo de los riesgos es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto (8 pág. 333).

En este modelo trabajaremos el análisis cuantitativo de riesgos, calificando cada uno de los riesgos identificados de acuerdo a una matriz de probabilidad e impacto definida, utilizada para decidir la prioridad relativa de cada uno de los riesgos identificados en la fase de identificación de riesgos.

4.3.2.1 CALIFICACIÓN DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS

La matriz de probabilidad e impacto muestra la combinación de los factores definidos en el análisis de los riesgos: la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y el impacto sobre los objetivos del proyecto. Esta matriz es utilizada para decidir la prioridad relativa de cada uno de los riesgos identificados. A continuación se muestra la Tabla 9 matriz de probabilidad e impacto de riesgos, los riesgos calificados en las categorías más altas reciben un color rojo, los riesgos calificados en la categoría media reciben un color amarillo y los riesgos calificados en categoría baja reciben un color verde.

Como resultado del análisis de los riesgos se asigna una calificación a cada uno de los riesgos identificados y se obtendrá una lista de priorización de riesgos para su futuro tratamiento.

PROBABILIDAD	IMPACTO		
0.90	0.09	0.27	0.63
0.50	0.05	0.15	0.35
0.20	0.02	0.06	0.14
	0.10	0.30	0.70

Tabla 9. Matriz de Probabilidad e Impacto de Riesgo.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2 ASIGNACIÓN DE UMBRALES DE RIESGO

En esta etapa cada riesgo será evaluado con respecto a sus umbrales de riesgo para posteriormente definir las estrategias de tratamiento recomendadas. Para ello usaremos la Tabla 5 para evaluar el nivel de tolerancia al riesgo que una organización soportará y definir si el riesgo será o no aceptado.

4.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS

Durante la etapa de evaluación de riesgos se realizará la definición de estrategias para los riesgos identificados tanto negativos como positivos y se definirán las estrategias de respuesta y planes de contingencia para los riesgos cuya calificación sea alta.

4.4.1 DEFINIR ESTRATEGIAS PARA RIESGOS NEGATIVOS

Se definirán y ejecutarán acciones de respuesta a los riesgos identificados como negativos cuya calificación sea de nivel alto, para mantener y/o reducir los riesgos a un nivel aceptable. Estas acciones de respuesta deben ser congruentes con la importancia del riesgo.

4.4.2 DEFINIR ESTRATEGIAS PARA RIESGOS POSITIVOS

Con el fin de reconocer las oportunidades en el proyecto se deberá escoger para los riesgos identificados como positivos una de las siguientes estrategias de manejo: mejorar, compartir o explotar el riesgo.

4.4.3 DEFINIR ESTRATEGIAS DE RESPUESTA A CONTINGENCIAS

Se realizará la identificación de las contingencias típicas encontradas en el proyecto con un análisis de las causas y consecuencias de dichas contingencias. Se definirán estrategias de respuesta a las contingencias identificadas en el proyecto.

4.4.4 REPOSITORIO DE RIESGOS

En esta etapa se realizará una base de datos con los principales riesgos identificados con la aplicación del modelo en un proyecto determinado, se almacenará la información de los riesgos identificados, la calificación dada a cada riesgo en el análisis de riesgos y las estrategias de respuesta definidas para cada uno de estos riesgos. El propósito de esta etapa es obtener una base de datos para mejorar el proceso de gestión de riesgos y la generación de lecciones aprendidas, de tal manera que pueda ser utilizada para identificar riesgos en posteriores proyectos de desarrollo de software.

4.5 ESQUEMA GENERAL DEL MODELO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS

La figura 22 nos muestra cada uno de los procesos del modelo de estimación de riesgos propuesto en este trabajo.

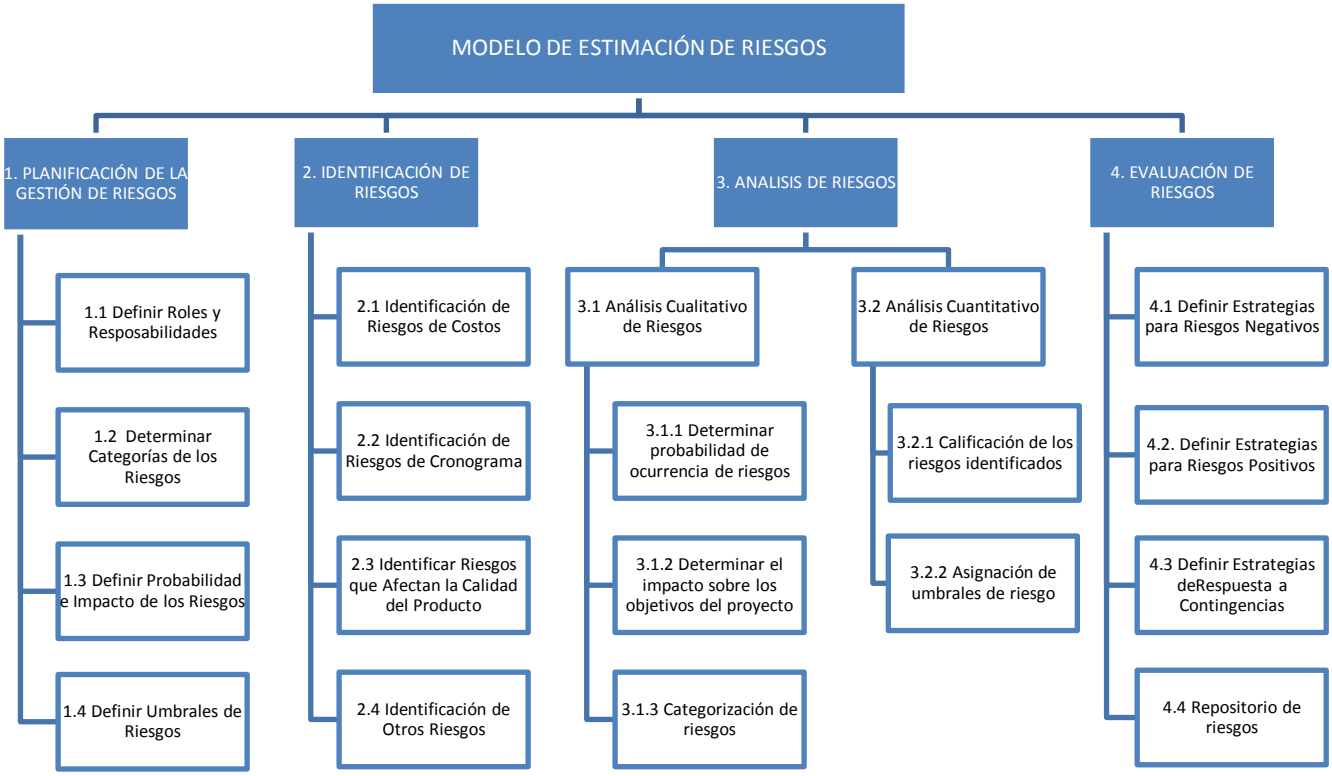


Figura 22. Procesos Modelo de Estimación de Riesgos.
Fuente: Elaboración propia.

5. APLICACIÓN DEL MODELO

Para realizar la aplicación del modelo se consultó con una empresa real en desarrollo de software, quienes ofrecen servicios en la implementación de proyectos de creación de sistemas de información para envíos de correo electrónico y desarrollo de aplicaciones móviles entre otros. Por motivos de seguridad la empresa consultada no autorizó mencionar el nombre de la compañía por lo tanto la nombraremos empresa PRUEBA1 en el desarrollo del presente trabajo. Con los datos recibidos de uno de los proyectos vigentes en el momento de la implementación del modelo, se realizó la implementación y verificación del modelo de estimación de riesgos.

Adicionalmente para cumplir con algunos objetivos específicos de mi trabajo de tesis, se realizó una encuesta con el fin de recoger información acerca de la identificación y descripción de las contingencias más importantes en proyectos de desarrollo de software. Dicha encuesta ha sido incluida como anexo A en el presente trabajo y fue enviada a varias empresas dedicadas al desarrollo de software e implementación de productos de TI en diferentes ciudades del país.

En el momento de la implementación del modelo la empresa PRUEBA1 no maneja ningún modelo específico de estimación de riesgos, tampoco incluyen dentro de las fases de sus proyectos procesos para estimar riesgos. Cuando se les preguntó cómo realizan la estimación de riesgos en un proyecto, me informaron que en el momento de ocurrencia del riesgo crean alternativas de solución. A la pregunta ¿Qué planes de contingencia manejan? contestaron que no manejan ningún plan de contingencia.

Es importante aclarar que la empresa PRUEBA1 no nos autorizó revelar detalles específicos del proyecto en el cual fue aplicado el modelo.

5.1 PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS

En la etapa 1 del modelo de estimación de riesgos propuesto encontramos la planificación de la gestión de riesgos. Para una mejor organización desarrollaremos cada una de las fases estipuladas en el capítulo 4 pertenecientes al modelo planteado.

El punto 1.1 Definición de roles y responsabilidades se realizó teniendo en cuenta la información suministrada por la empresa PRUEBA1, se identificaron los siguientes roles y las responsabilidades asignadas a cada rol, las cuales se evidencian en la tabla 10. Podemos observar que la empresa PRUEBA1 cuenta con 8 personas involucradas en un proyecto de desarrollo de software, cada persona se identifica con uno o más roles. Con respecto a las responsabilidades, varias personas pueden realizar una misma actividad.

ID Persona	ROLES	RESPONSABILIDADES
1	ARQUITECTO DE SOFTWARE ADMINISTRADOR DE RECURSOS DEL PROYECTO JEFE DESARROLLADORES GERENTE DE PROYECTO ADMINISTRADOR DE CUENTAS y/o GERENTE COMERCIAL	• Identificación de requisitos • Redacción de especificaciones funcionales del producto • Traducir los requisitos definidos por el analista en un diseño o solución técnica • Entender las necesidades del cliente • Implementar las ideas del arquitecto de software • Encargada de entrenar a los desarrolladores y ayudarles a resolver los problemas que puedan enfrentar • Planificación y programación del proyecto • Resolución de problemas que pongan en peligro el progreso del proyecto • Identificación de las necesidades y de los objetivos del cliente • Determinar si los requisitos especificados son viables para el funcionamiento del sistema • Definir y ejecutar una metodología que permita detectar y establecer ideas funcionales para la corrección de los errores e inconsistencias funcionales • Identificar los riesgos que puedan afectar la integridad del cumplimiento en calidad, tiempo y costos del proyecto • Realizar la documentación del proyecto • Reducir la complejidad del software • Realizar el plan de administración del proyecto • Disminuir los números de errores encontrados en el ciclo de vida del proyecto • Documentación general del estado y evolución del proyecto • Realizar viabilidad del proyecto y controlar los presupuestos • Análisis de la descomposición de los requerimientos del sistema • Desarrollo de arquitectura funcional

2	TESTER ANALISTA ASEGURADOR DE CALIDAD ENCARGADO BASES DE DATOS	• Identificación de requisitos • Redacción de especificaciones funcionales del producto • Implementar las ideas del arquitecto de software • Realizar las pruebas al código • Identificar las funcionalidades del sistema y el rendimiento requerido • Determinar si los requisitos especificados son viables para el funcionamiento del sistema • Analizar problemas particulares y determinar si es necesario tomar acciones correctivas • Asegurarse que el software bajo revisión cumple con los requisitos • Realizar la documentación del proyecto • Definición de arquitectura de las pruebas • Encargada del diseño de arquitectura de datos • Análisis de la descomposición de los requerimientos del sistema • Ejecutar pruebas del software • Diseño de bases de datos
3	DESARROLLADOR 1	• Implementar las ideas del arquitecto de software • Documentación del código • Creación del código ejecutable
4	DISEÑADOR	• Implementar las ideas del arquitecto de software • Encargada del diseño de interfaces
5	DESARROLLADOR 2	• Implementar las ideas del arquitecto de software • Documentación del Código • Creación del código ejecutable
6	DESARROLLADOR 3	• Implementar las ideas del arquitecto de software • Documentación del código • Creación del código ejecutable
7	ADMINISTRADOR DE	• Traducir los requisitos definidos por el analista en un diseño o solución técnica

	CONFIGURACION DOCUMENTADOR	• Entender las necesidades del cliente • Asegurarse que la ejecución sigue de cerca el diseño planteado • Planificación y programación del proyecto • Resolución de problemas que pongan en peligro el progreso del proyecto • Capacitación a los usuarios finales después de completar el proyecto • Identificación de las necesidades y de los objetivos del cliente • Identificar los riesgos que puedan afectar la integridad del cumplimiento en calidad, tiempo y costos del proyecto • Realizar la documentación del proyecto • Aumentar la eficiencia en el mantenimiento del software • Documentación general del estado y evolución del proyecto • Construir el manual de usuarios del sistema • Realizar viabilidad del proyecto y controlar los presupuestos • Análisis de la descomposición de los requerimientos del sistema • Cultivar la relación que se tiene con el cliente • Reconocer oportunidades comerciales
8	TESTER	• Realizar las pruebas al código • Capacitación a los usuarios finales después de completar el proyecto • Ejecutar pruebas del software

Tabla 10. Definición de roles y responsabilidades en la empresa PRUEBA1.
Fuente: Elaboración propia.

El punto 1.2 Determinar categorías de los riesgos, por motivos de seguridad y de inconvenientes de filtración de información que la empresa PRUEBA1 ha tenido con empresas de la competencia, no se obtuvo información acerca del organigrama de la compañía. Para este caso de aplicación usaremos la figura 20 que es un ejemplo de categorías de los riesgos de elaboración propia, teniendo en cuenta que cada empresa puede realizar su propio gráfico de categorización de los riesgos de acuerdo a su estructura básica en los proyectos.

Para el punto 1.3 definir probabilidad e impacto de los riesgos usaremos la tabla 4 definición de impacto para tres objetivos del proyecto.

Para el punto 1.4 definir umbrales de riesgo usaremos las definiciones encontradas en la tabla 5.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Para realizar el proceso de identificación de riesgos en la empresa PRUEBA1 se utilizaron dos técnicas para identificación de riesgos compartidas con la empresa: juicio de expertos con la experiencia adecuada y análisis de supuestos. Aplicando el modelo se identificaron los siguientes riesgos los cuales se registran en el formato de la Tabla 6 Formato de Registro de Riesgos Identificados. Cada uno de los riesgos identificados se clasificaron en riesgos de costos, riesgos de cronograma, riesgos que afectan la calidad del producto y por último otros riesgos.

La tabla 11 muestra los riesgos de costos identificados para este proyecto correspondientes al proceso 2.1 de nuestro esquema, identificación de riesgos de costos.

RIESGOS DE COSTOS IDENTIFICADOS

DESCRIPCIÓN DE RIESGOS DE COSTOS IDENTIFICADOS	POSIBLES FACTORES DE CAUSA
1. Si no se tiene en cuenta el requisito del sistema No. 3 para lo cual se requiere la adquisición de una licencia de software se podría incrementar el presupuesto de costos de desarrollo.	Pasar por alto la revisión de los requisitos del sistema, no tener en cuenta algún requisito, o una mala definición de los requisitos que los haga inciertos.
2. Si no se tiene en cuenta la actividad 8 del cronograma donde se requiere de un servidor en la empresa de mayores características, podría dañar el equipo existente o se requiere de otro servidor para el montaje del aplicativo, esto podría incrementar los costos del proyecto.	Puede deberse a un mal diseño del producto o a una mala administración de los recursos existentes en la compañía.
3. Al no cumplir con el tiempo pactado para la entrega del producto por atrasos en el cronograma, el cliente podría no cumplir con los acuerdos de pago acordados al inicio del proyecto, generando retrasos en los compromisos financieros.	Incremento de tiempo de culminación del proyecto.

Tabla 11. Riesgos de costos identificados en la empresa PRUEBA1.

La tabla 12 muestra los riesgos de cronograma identificados para este proyecto, correspondientes al proceso 2.2 de nuestro esquema, identificación de riesgos de cronograma.

RIESGOS DE CRONOGRAMA IDENTIFICADOS

DESCRIPCIÓN DE RIESGOS DE CRONOGRAMA IDENTIFICADOS	POSIBLES FACTORES DE CAUSA
4. Por tratarse de la implementación de una tecnología nueva si no se tiene en cuenta la falta de experiencia del equipo de trabajo a cargo se puede presentar una mala aplicación y atrasos en el cronograma.	Falta de capacitación al personal o desconocimiento de la nueva tecnología a implementar por falta de experiencia.
5. Por tratarse de una tecnología nueva pueden presentarse cambios en el diseño inicial del producto por incompatibilidades y no cumplimiento de requisitos, esto generaría atrasos en el cronograma inicial.	Inconsistencias en el cronograma. Falta de experiencia en la implementación de la nueva tecnología.
6. Si se subestima el tamaño del requerimiento 2 y se requiere más tiempo para su implementación podría existir un retraso en las actividades expuestas en el cronograma.	Inconsistencias en el cronograma inicial.

Tabla 12. Riesgos de cronograma identificados en la empresa PRUEBA1.

La tabla 13 muestra los riesgos que pueden afectar la calidad del producto identificados para este proyecto, correspondientes al proceso 2.3 de nuestro esquema, identificación de riesgos que afectan la calidad del producto.

RIESGOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL PRODUCTO IDENTIFICADOS

DESCRIPCIÓN DE RIESGOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL PRODUCTO IDENTIFICADOS	POSIBLES FACTORES DE CAUSA
7. Si no se realiza una identificación realista de las funcionalidades del sistema podría afectar la calidad del producto final.	Podría darse por un diseño inconsistente de toda la aplicación.
8. Si no se tiene una adecuada comunicación con el cliente acerca del impacto que ocasiona el cambio de tecnología y no se definen alcances realistas del producto se puede generar una insatisfacción y no aceptación del producto.	Una no comprensión de cambios en requerimientos por el cliente o una identificación errada de las funcionalidades del sistema.
9. Se puede identificar una falta de competencia de recurso humano y requerir más tiempo para la implementación del proyecto y comprometer el tiempo para las últimas actividades del cronograma como las pruebas, provocando problemas de calidad no detectados.	Falta de capacitación al personal. Rotación de personal en la compañía. Adaptabilidad del personal a nuevas tecnologías.

Tabla 13. Riesgos que afectan la calidad del producto identificados en la empresa PRUEBA1.

Por último la tabla 14 muestra otros riesgos identificados para este proyecto correspondientes al proceso 2.4 de nuestro esquema, identificación de otros riesgos.

OTROS RIESGOS IDENTIFICADOS

DESCRIPCIÓN DE OTROS RIESGOS IDENTIFICADOS	POSIBLES FACTORES DE CAUSA
10. Se puede producir una pérdida de información por daños de hardware, por fallas en la energía o por daños inesperados en las telecomunicaciones, si no se realiza una planeación de actividades de seguridad de la información.	Falta de prevención de factores externos. Inconsistencia en la planificación y programación de actividades comprendidas dentro del proyecto. Cambios de estructuración en la organización.

Tabla 14. Otros Riesgos identificados en la empresa PRUEBA1.

5.3 ANALISIS DE RIESGOS

En la etapa de análisis de los riesgos se determinó la probabilidad e impacto de los 10 riesgos identificados en la empresa PRUEBA1, se asignó la categoría a la que pertenece cada riesgo y como resultado del análisis de los riesgos se asignó una calificación a cada riesgo como lo muestra la Tabla 15.

Para determinar los datos de la segunda columna, probabilidad de ocurrencia, se usó la tabla 7 medidas de probabilidad de ocurrencia de un riesgo citada en el capítulo 4 punto 4.3.1.1. Para establecer los datos de la tercera columna, impacto sobre los objetivos se usó la tabla 8 escalas de medición de impacto para tres objetivos del proyecto citada en el capítulo 4 punto 4.3.1.2.

Para definir la categorización de cada uno de los riesgos usamos la figura 20 citada en el capítulo 4 numeral 4.1.2.

Y por último para realizar el análisis cuantitativo de los datos y asignar una calificación a cada riesgo tomamos como guía la matriz de probabilidad e impacto de riesgos tabla 9, la cual aparece en el capítulo 4 numeral 4.3.2.1.

ID RIESGO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	IMPACTO SOBRE LOS OBJETIVOS	CATEGORIZACIÓN	CALIFICACIÓN
1	0.90	0.30	1.1 Requisitos	0.27
2	0.50	0.10	1.2 Tecnología Disponible	0.05
3	0.90	0.30	3.4 Programación	0.27
4	0.50	0.30	2.2 Recursos inadecuados de Personal	0.15
5	0.50	0.70	1.3 Complejidad y Compatibilidad	0.35
6	0.50	0.30	3.1 Estimaciones Poco Realistas	0.15
7	0.20	0.70	1.4 Atributos de Calidad	0.14
8	0.20	0.30	4.4 Clientes	0.06
9	0.50	0.30	3.4 Programación	0.15
10	0.20	0.30	4.5 Clima y Medio Ambiente	0.02

Tabla 15. Resultados del análisis de los Riesgos Identificados.
Fuente: Elaboración Propia.

5.4 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

Para realizar la evaluación de riesgos se tomó en cuenta los umbrales de riesgos definidos por la empresa PRUEBA1 en la etapa inicial del proyecto, dichos umbrales están definidos en la tabla 5 citada en el numeral 4.1.4 del capítulo 4, la cual se muestra a continuación.

CATEGORÍAS DE RIESGOS	UMBRALES DE RIESGOS
COSTOS O FINANCIAMIENTO	Umbral de todo el proyecto cuando los costos del producto excedan el 25% del costo objetivo.
PROGRAMACIÓN	Cuando los indicadores del tiempo superen un 20% el tiempo del cronograma planeado inicialmente.
ATRIBUTOS DE CALIDAD	Cuando el producto final del proyecto cumpla con menos del 60% del alcance definido inicialmente.

Tabla 5: Definición Umbrales de Riesgos.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la tabla 16 se muestra el resultado de la evaluación de los riesgos con una definición de las estrategias de respuesta acordadas para los riesgos identificados considerados de mayor relevancia para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Los valores de los riesgos son confidenciales ya que la empresa no autoriza su divulgación.

ID	ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN
1	Aceptar	Se utilizará el presupuesto de contingencia de costos del proyecto para realizar la compra de la licencia requerida ya que el costo de dicha licencia no es significativo y puede suplirse con el presupuesto planteado inicialmente.
3	Aceptar	Se identificaron cada una de las posibles causas que puedan provocar el atraso del cronograma, teniendo en cuenta cada una de las actividades descritas en el acta de inicio del proyecto. Debido a que este riesgo se identificó en una etapa temprana del proyecto se pudo ampliar el cronograma inicial antes de la firma de actas del proyecto con el cliente, generando así una modificación en las fechas de compromiso de pago por parte del cliente. Después de la firma del acta de inicio del proyecto se realizó una planeación para cumplir con todos los compromisos financieros asociados a este proyecto.

5	Mitigar	Teniendo en cuenta que en este proyecto se va a aplicar una tecnología nueva, se dilató la negociación con el cliente para dar tiempo de realizar capacitación al personal del proyecto de la nueva tecnología a implementar, todo ello antes de firmar cualquier compromiso con el cliente. Se realizaron pruebas para determinar las posibles incompatibilidades del producto y su relación con el cumplimiento de los requisitos, de tal manera que se asignaron nuevas tareas al cronograma del proyecto para prevenir posibles inconsistencias o incrementos en el tiempo inicialmente planteado.

Tabla 16. Estrategias de Respuesta para Riesgos Identificados.
Fuente: Elaboración propia.

Como producto de la implementación del modelo en el proyecto x de la empresa PRUEBA1 se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ En la definición de roles y responsabilidades se evidenció que algunas personas tenían asignadas varias responsabilidades produciendo una sobrecarga de trabajo a algunos miembros del equipo. También se concluyó que varias personas pueden realizar una misma actividad, esto creó confusión a la hora de asignar responsabilidades por errores cometidos. El gerente de proyecto reconoció que se debe evaluar la viabilidad para realizar algunas modificaciones en las responsabilidades asignadas a cada rol, de manera que se pueda eliminar la sobrecarga de trabajo en algunos miembros del equipo.
- ✓ Al inicio de la aplicación del modelo las reuniones se realizaban con el gerente del proyecto. En el proceso de identificación de los riesgos se incluyó a uno de los desarrolladores del proyecto, quien nos ayudó con aportes importantes permitiendo visualizar riesgos que solo el personal técnico conoce, los cuales no estaban siendo tenidos en cuenta por el gerente del proyecto. Se pudo concluir por un comentario realizado por el mismo gerente del proyecto, que era importante involucrar en el proceso de estimación de riesgos a todo el equipo de trabajo del proyecto, de tal manera que se asimilen más fácil los conceptos y los objetivos del proceso de estimación de riesgos.
- ✓ En este proyecto en particular durante los procesos que comprenden el análisis de riesgos, se obtuvo que los riesgos de mayor calificación afectan objetivos de costos y objetivos de cronograma. Al realizar el análisis de las posibles causas de estos resultados, se concluyó que por tratarse de un proyecto donde se aplica una tecnología nueva, pueden generarse inconsistencias en el cronograma por la falta de experiencia

en la implementación de la nueva tecnología o por una mala definición de los requisitos del sistema. Al generarse un impacto en el cronograma se reflejaría en un aumento de los costos del proyecto, ya que existen multas asociadas con el atraso de las entregas del producto.

- ✓ El gerente del proyecto al ver el resultado del proceso de evaluación de los riesgos y las estrategias de respuesta asignadas a los riesgos de mayor calificación, tuvo que reconocer que era importante incluir un proceso de estimación de riesgos dentro de un proyecto, ya que la gestión de riesgos brinda un mayor grado de credibilidad y profesionalismo a la gestión de proyectos, tanto a la gerencia de una empresa como a sus clientes, disminuyendo los niveles de incertidumbre brindando respuestas más eficaces.

6. IDENTIFICACIÓN DE CONTINGENCIAS

Con el fin de identificar las contingencias más importantes en proyectos de desarrollo de software, así como sus posibles causas y consecuencias, se realizó una encuesta la cual ha sido incluida como anexo A en el presente trabajo y en el anexo B encontramos la ficha técnica de la encuesta.

Con algunos contactos obtenidos a lo largo de mi experiencia profesional en empresas de desarrollo de software, se realizaron entrevistas con personal del área de tecnología, gerentes de proyectos y coordinadores de proyectos, de cada una de las empresas participantes en la encuesta. La información obtenida por medio de estas experiencias de casos reales, nos sirvió como base para el diseño de la encuesta y nos permitió tener una idea inicial acerca de los métodos y formas utilizadas para realizar la estimación de riesgos en sus proyectos, todo esto previo al diseño de la encuesta y elaboración del modelo.

Esta encuesta fue diseñada con el objetivo de obtener la mayor cantidad de información, acerca de la implementación de gestión de riesgos en empresas dedicadas a la elaboración de productos software en cuatro ciudades del país. La información recolectada con la aplicación de ésta encuesta, se tuvo en cuenta de manera significativa para la elaboración del modelo propuesto. Dicha encuesta se envió a empresas dedicadas al desarrollo de software en varias ciudades del país, las empresas participantes se encuentran ubicadas en las siguientes ciudades: Bogotá, Barranquilla, Cali y Medellín.

Como resultado de las entrevistas y de la encuesta, se encontraron las contingencias más comunes en proyectos de desarrollo de software y se identificaron las posibles causas y consecuencias que se muestran en la tabla 17.

6.1 DESCRIPCIÓN DE CONTINGENCIAS, CAUSAS Y CONSECUENCIAS

La tabla 17 nos muestra una descripción de las principales contingencias, causas y consecuencias encontradas en proyectos de desarrollo de software, teniendo en cuenta la información recogida de las empresas participantes en las entrevistas y en las respuestas de la encuesta.

CONTINGENCIAS IDENTIFICACAS	CAUSAS	CONSECUENCIAS
Presupuesto de costo de desarrollo mal calculado	Requisitos inciertos. Comunicación inadecuada	Aumento en el presupuesto de costos del proyecto. Puede

	con los clientes actuales.	ocasionar la pérdida del negocio.
Incremento de costos para completar las actividades del cronograma	Aumento de salario a empleados.	Aumento en presupuesto de costos del proyecto.
No se determinó correctamente el tamaño y la complejidad del sistema.	No se dedicó el tiempo y recursos suficientes para realizar un análisis de requisitos correcto.	Posibilidad de fracaso del proyecto. El cliente puede no aceptar el producto.
Cambios en el diseño inicial del producto por incompatibilidades	Falta de capacitación al personal. No planeación de actividades de pruebas.	Aumento en el tiempo y en los costos del producto
Tener inconvenientes por no cumplir con aspectos legales y cumplimiento de normas en el manejo de los datos.	Falta de dedicación de recursos para mantenerse al día con el conocimiento de las leyes o decretos de Habeas Data.	Retraso en las fechas de entrega del producto.
No cumplimiento de los alcances del proyecto definidos previamente	No comprensión de cambios en requerimientos por el cliente. Identificación errada de las funcionalidades del sistema.	No cumplimiento con la calidad del producto. No aceptabilidad del producto por el cliente.
Hardware escaso para almacenamiento de datos teniendo un impacto sobre los costos totales del proyecto.	Aplicación de una nueva tecnología. Estimación errada del tamaño de una base de datos.	Mal funcionamiento del sistema por falta de espacio en el almacenamiento de los datos. Incremento de los costos del proyecto.
Diseño inconsistente en toda la aplicación.	Identificación errada de las funcionalidades del sistema. Inadecuada identificación de requisitos.	No cumplimiento con la calidad del producto.
Perdida del negocio por competencia del mercado.	Falta de experiencia en la negociación por parte del personal del área comercial. Competencia desleal.	No cumplimiento en las metas de ventas. Pérdida de oportunidades de negocio y posicionamiento de la

		compañía.
Perdidas de información por fallas en la energía.	Falta de prevención de factores externos. Adaptabilidad del personal a nuevas tecnologías.	Atrasos en el cronograma y entrega del producto. Aumento del presupuesto de costos.
Rotación de personal ocasionando retrasos en el cronograma del proyecto.	Falta de capacitación de todo el personal. Mala asignación de roles y responsabilidades en la estructura de la compañía.	Retrasos en el cronograma y pérdidas en la calidad de los productos.

Tabla 17. Principales Contingencias, Causas y Consecuencias Encontradas en Proyectos de Desarrollo de Software.
Fuente: Elaboración propia.

6.2 ANALISIS DE CONTINGENCIAS

Realizando un análisis de las contingencias encontradas se destacan los siguientes aspectos, los cuales se tuvieron en cuenta para la elaboración de nuestro modelo de estimación de riesgos:

- ✓ Las principales contingencias identificadas se encuentran en el área de alcance de los proyectos. No se cumple con los requisitos funcionales pactados en la etapa inicial de un proyecto debido a una identificación errada de las funcionalidades del sistema o por la falta de dedicación de tiempo suficiente para realizar un análisis de requisitos correcto. Estas condiciones traen como consecuencias; aumentos en los costos de los proyectos, atrasos en el cronograma inicialmente planteado, no cumplimiento en los alcances del proyecto afectando la calidad de los productos. Se involucró dentro del modelo propuesto la fase 2 de identificación de riesgos donde se propone en los procesos 2.1, 2.2 y 2.3 identificar riesgos que afectan los costos, el cronograma y la calidad del producto, por medio del uso de técnicas como: Juicio de Expertos y Análisis de supuestos entre otras, para una adecuada identificación de estos riesgos en etapas iniciales de un proyecto.
- ✓ En la etapa de definición de roles y responsabilidades se encontró una característica en común en las empresas encuestadas, a cada persona involucrada en un proyecto de desarrollo de software se le asignan varios roles y con respecto a las responsabilidades, varias personas pueden realizar una misma actividad, esto conlleva a una segregación funcional y por consiguiente una posible recarga de trabajo al personal. Se evidencia que en ninguna de las empresas encuestadas existen roles definidos donde se establezcan las responsabilidades y procesos de una gestión de riesgos. El modelo

propone en la fase 1 Planificación de la Gestión de Riesgos dos puntos importantes para abarcar estos posibles riesgos e impedir que se reflejen en los proyectos; el proceso 1.1 Definir roles y responsabilidades y el proceso 1.2 Determinar categorías de los riesgos, tomando como ejemplo de categorías de riesgos la figura 20.

- ✓ Se evidencia de manera significativa la identificación de contingencias relacionadas con otros riesgos, es decir factores de riesgos que no se ajustan a costos, cronograma o calidad. Se encuentran contingencias relacionadas con competencias de mercado, cumplimiento de aspectos legales y normas en manejo de datos, factores externos como fallas de energía, ocasionando consecuencias como atrasos en el cronograma y entrega de los productos y aumento en el presupuesto de costos. Teniendo en cuenta estas contingencias identificadas se diseñó en el modelo propuesto la inclusión del proceso 2.4 Identificación de otros riesgos, es importante tener en cuenta todos los aspectos que no se incluyeron en los demás procesos de la fase 2.
- ✓ En ninguna de las empresas con las cuales tuvimos contacto se utiliza una metodología de gestión de riesgos, no se identifican los riesgos previamente, no se manejan planes de contingencia, tampoco hay personal dedicado a los procesos de gestión de riesgos. Realizan alguna respuesta a los riesgos cuando ocurren, por lo tanto no hay una gestión adecuada de riesgos, ni para prevenirlos ni tampoco se tienen planes de contingencia diseñados, los riesgos son manejados de manera empírica y con la experiencia obtenida en proyectos anteriores. En este trabajo se propone un modelo completo para la gestión de riesgos en proyectos software, adaptable a cualquier tipo y tamaño de proyecto, donde esté involucrado un producto software.

Conclusiones

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

En las empresas encuestadas se pudo identificar que en la gran mayoría no se le da la importancia debida a los procesos de gestión de riesgos dentro de un proyecto, no se asigna una persona encargada para realizar ésta tarea y no se incluyen éstas actividades dentro del cronograma de los proyectos. Por esta razón seguirá existiendo un porcentaje alto de fracasos en los proyectos implementados, hasta lograr impulsar una cultura dentro de las empresas en Colombia para que se empleen herramientas de gestión de riesgos.

En la información obtenida en el proceso de definir roles y responsabilidades se encontró una característica en común en las empresas encuestadas, a cada persona involucrada en un proyecto de desarrollo de software se le asignan varios roles y con respecto a las responsabilidades, varias personas pueden realizar una misma actividad, esto conlleva a una segregación funcional y por consiguiente una posible recarga de trabajo al personal. Los argumentos dados cuando se les preguntó el porqué de esta situación, son que las administraciones en las empresas quieren ahorrar costos de carga prestacional contratando la menor cantidad de empleados.

El modelo de gestión de riesgos propuesto en este trabajo se basó en la recopilación de los aspectos considerados más relevantes en las normas internacionales mencionadas, logrando un modelo compuesto por cuatro fases importantes.

La aplicación del modelo de gestión de riesgos alertó en la empresa PRUEBA1 desde etapas tempranas del proyecto, contra las amenazas que afectan los costos, el cronograma y la calidad de los productos. Ya que algunos riesgos fueron identificados en una etapa temprana del proyecto, se tuvo el tiempo para definir estrategias de respuesta y realizar planes de acción que dieron como resultado la eliminación de posibles amenazas y la diminución de factores de riesgo identificados.

Para lograr una implementación exitosa del modelo se requiere acceso a todos los datos posibles del proyecto y el involucramiento de todo el equipo de trabajo en las etapas iniciales del proyecto, las empresas por motivos de seguridad no permiten el acceso de personal externo a ciertos datos considerados confidenciales por los gerentes de las compañías, esto influye significativamente en los resultados de la implementación del modelo.

Para una adecuada identificación de los riesgos es importante la experiencia obtenida en el desarrollo de otros proyectos y el involucramiento de todo el equipo de trabajo, ya que no basta sólo con la información obtenida del gerente del proyecto.

Como recomendación las empresas deberían contar con estrategias para almacenar los datos arrojados de la implementación de la gestión de riesgos en proyectos anteriores, con el fin de realizar una identificación de riesgos más completa, considerando todos los posibles riesgos de un proyecto.

Con el fin de enriquecer la fase de análisis cuantitativo como trabajo futuro se podrían implementar técnicas más robustas como análisis de sensibilidad o simulación Monte Carlo para lograr información aún más importante para la toma de decisiones.

ANEXO A: ENCUESTA PARA UN MODELO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS

TEST PARA UN MODELO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS

Soy estudiante de maestría en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia en Medellín, mi tema de tesis para optar a este título es un "MODELO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN EN PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE",

*Obligatorio

1. ¿Cuántos miembros del equipo de tecnología hay en su empresa? *

2. De la siguiente lista de roles, por favor seleccionar aquellos roles que existen en su empresa. *

- ☐ 1. Arquitecto de Software
- ☐ 2. Desarrollador y/o Programador
- ☐ 3. Gerente de Proyecto
- ☐ 4. Tester
- ☐ 5. Encargado de Bases de Datos
- ☐ 6. Analista
- ☐ 7. Coordinador de Proyecto
- ☐ 8. Jefe de Desarrolladores
- ☐ 9. Diseñadores
- ☐ 10. Administrador de cuentas y/o Gerente Comercial
- ☐ 11. Administrador de Codigo
- ☐ 12. Administrador de recursos del Proyecto
- ☐ 13. Asegurador de Calidad
- ☐ 14. Administrador de Configuración
- ☐ 15.Documentador

3. De acuerdo al código asignado a cada rol coloque en el cuadro de texto el código correspondiente a la persona encargada de la Identificación de Requisitos. *

4. Coloque el código de la persona encargada de la Redacción de especificaciones funcionales del producto. *

5. Código persona encargada de traducir los requisitos definidos por el analista en un diseño o

solución técnica.

6. Código persona responsable de entender las necesidades del cliente. *

7. Código persona encargada de Implementar las ideas del arquitecto de sofware. *

8. Código persona encargada de documentación del código.

9. Código persona encargada de entrenar a los desarrolladores y ayudarles a resolver los problemas que puedan enfrentar. *

10. Código persona encargada de asegurarse que la ejecución sigue de cerca el diseño planteado.

11. Código persona encargada de realizar las pruebas al código *

12. Código persona encargada de Planificación y programación del proyecto *

13. Código persona encargada de Resolución de problemas que pongan en peligro el progreso del proyecto *

14. Código persona encargada de cultivar la relación que se tiene con el cliente *

15. Código persona encargada de reconocer oportunidades comerciales *

16. Código persona encargada de capacitación a los usuarios finales después de completar el proyecto *

17. Código persona encargada de identificación de las necesidades y objetivos del cliente *

18. Código persona encargada de identificar las funcionalidades del sistema y el rendimiento requerido *

19. Código persona encargada de determinar si los requisitos especificados son esenciales para el funcionamiento del sistema *

20. Código persona encargada de analizar problemas particulares y determinar si es necesario tomar acciones correctivas *

21. Código persona encargada de definir y ejecutar una metodología que permita detectar y establecer ideas funcionales para la corrección de los errores e inconsistencias funcionales en el proceso de desarrollo de software *

22. Código persona encargada de identificar los riesgos que puedan afectar la integridad del cumplimiento en calidad, tiempo y costos del proyecto *

23. Código persona encargada de la creación del código ejecutable *

24. Código persona encargada de asegurarse que el software bajo revisión cumple con los requisitos *

25. Código persona encargada de realizar la documentación del proyecto *

26. Código persona encargada de reducir la complejidad del software *

27. Código persona encargada de realizar el plan de administración del proyecto *

28. Código persona encargada de aumentar la eficiencia en el mantenimiento del software *

29. Código persona encargada de disminuir los números de errores encontrados en el ciclo de vida del proyecto *

30. Código persona encargada de la documentación general del estado y evolución del proyecto *

31. Código persona encargada de construir el manual de usuarios del sistema *

32. Código persona encargada de realizar viabilidad del proyecto y controlar los presupuestos *

33. Código persona encargada de definición de arquitectura de las pruebas *

34. Código persona encargada del diseño de arquitectura de los datos *

35. Código persona encargada de análisis de la descomposición de los requerimientos del sistema *

36. Código persona encargada de ejecutar pruebas del software *

37. Código persona encargada de conducir revisiones del Software *

38. Código persona encargada del diseño de interfaces *

39. Código persona encargada del desarrollo de arquitectura funcional *

40. Código persona encargada del diseño de la base de datos *

41. Existen varios tipos de técnicas para identificar riesgos, cuál de las siguientes técnicas de identificación de riesgos manejan en su empresa. *

- ☐ a. Juicio de Expertos con la experiencia adecuada
- ☐ b. Análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas)
- ☐ d. Análisis con listas de verificación (se desarrollan bajo la base de documentación histórica y

conocimiento acumulado)

☐ e. Análisis de supuestos

☐ f. Técnicas de diagramación (diagramas de causa y efecto, diagramas de flujo de procesos o sistemas, diagrama de influencias)

☐ Otro:

42. Marque la casilla que indique la relación entre los riesgos identificados de COSTOS (fila) y los posibles factores de causa (columna) relacionados en la siguiente tabla *

	Aumento de licencias de software	Aumento salario a empleados	Incremento de tiempo de culminación del proyecto	Comunicación inadecuada con los clientes actuales	Requisitos inciertos
Presupuesto de costo de desarrollo mal calculado	○	○	○	○	○
Error en estimaciones de costos asociados a financiación	○	○	○	○	○
Incremento en costos para completar actividades del cronograma	○	○	○	○	○
No se contempló costos de adquisición de una licencia	○	○	○	○	○
Acuerdos de pago no cumplidos por el cliente	○	○	○	○	○

43. Marque la casilla que indique la relación entre los riesgos identificados de CRONOGRAMA (fila) y los posibles factores de causa (columna) relacionados en la siguiente tabla *

	Falta de capacitación al personal	No planeación de actividades de seguridad de la información	Inconsistencias en la planificación y programación de actividades	Inconsistencias en el cronograma inicial
Tiempo para la realización del proyecto en conjunto excedido	○	○	○	○
Inadecuada aplicación de una tecnología nueva	○	○	○	○
Cambios en el diseño inicial del producto por incompatibilidades	○	○	○	○

	Falta de capacitación al personal	No planeación de actividades de seguridad de la información	Inconsistencias en la planificación y programación de actividades	Inconsistencias en el cronograma inicial
Falta de recurso esperado	○	○	○	○
Perdida de información por daños de hardware	○	○	○	○
Subestimación del tamaño de los requisitos	○	○	○	○

44. Marque la casilla que indique la relación entre los riesgos identificados de CALIDAD (fila) y los posibles factores de causa (columna) relacionados en la siguiente tabla *

	Identificación errada de las funcionalidades del sistema	Mal diseño inicial	Inadecuada identificación de requisitos	Problemas de comunicación con el cliente	No comprensión de cambios en requerimientos por el cliente
No cumplimiento de requisitos	○	○	○	○	○
No cumplimiento de los alcances definidos previamente	○	○	○	○	○
Validación errada del producto final	○	○	○	○	○
Diseño inconsistente en toda la aplicación	○	○	○	○	○
Cambio a nuevas tecnologías	○	○	○	○	○

45. Marque la casilla que indique la relación entre OTROS RIESGOS identificados (fila) y los posibles factores de causa (columna) relacionados en la siguiente tabla *

	Falta de prevención de factores externos	Personal con experiencia abandona el proyecto antes que finalice	Falta de capacitación al personal	Cambios de estructuración en la organización	Adaptabilidad del personal a nuevas tecnologías
Ocurrencia de un terremoto	○	○	○	○	○
Perdida de información por fallas en la energía	○	○	○	○	○
Perdida del negocio por competencia del mercado	○	○	○	○	○

	Falta de prevención de factores externos	Personal con experiencia abandona el proyecto antes que finalice	Falta de capacitación al personal	Cambios de estructuración en la organización	Adaptabilidad del personal a nuevas tecnologías
Daños inesperados en las telecomunicaciones	○	○	○	○	○
Falta de competencia de recurso humano	○	○	○	○	○
Rotación de personal	○	○	○	○	○
Enfermedad del personal	○	○	○	○	○

46. En una escala de 1 a 100, hasta que porcentaje de aumento en los objetivos de COSTOS se estaría dispuesto a aceptar un riesgo *

47. En una escala de 1 a 100, hasta que porcentaje de aumento en los objetivos de CRONOGRAMA se estaría dispuesto a aceptar un riesgo *

48. En una escala de 1 a 100, hasta que porcentaje de aumento en los objetivos de ALCANCE se estaría dispuesto a aceptar un riesgo *

49. En la etapa de planeación de desarrollo de software ¿Qué planes de contingencia manejan? *

50. ¿Desea que esta información sea anónima y no mencionar el nombre de la empresa en mi investigación? *

○ Si
○ No

51. Si su respuesta anterior fue Si, por favor escribir el nombre y ciudad de la empresa:

ANEXO B: FICHA TÉCNICA ENCUESTA

Fecha de realización de la encuesta	Abril-Junio 2015
Objetivo de la Encuesta	Obtener información acerca de la implementación de gestión de riesgos en empresas dedicadas al desarrollo de software en varias ciudades del país.
Cobertura	Se envió a empresas ubicadas en las siguientes ciudades: Bogotá, Barranquilla, Cali y Medellín.
Tipo de empresas	Clasificadas según su tamaño como pequeña empresa, dedicadas al desarrollo de sistemas de información (aplicaciones web, aplicaciones móviles, productos jurídicos de control de contratación, pagos y presupuesto entre otros).
Herramienta	Encuesta utilizando la herramienta Docs de Google.
Tamaño de la Muestra	La encuesta fue enviada a 5 empresas.
Método de Aplicación	Se envió por correo electrónico realizando contacto telefónico previo con personal del área de ingeniería.

Se destacan los siguientes aspectos de los resultados obtenidos de la encuesta:

- ✓ En la etapa de definición de roles y responsabilidades se encontró una característica en común en las empresas encuestadas, a cada persona involucrada en un proyecto de desarrollo de software se le asignan varios roles y con respecto a las responsabilidades, varias personas pueden realizar una misma actividad, esto conlleva a una segregación funcional y por consiguiente una posible recarga de trabajo al personal. Se evidencia que en ninguna de las empresas encuestadas existen roles definidos donde se establezcan las responsabilidades y procesos de una gestión de riesgos.
- ✓ No existe una metodología de gestión de riesgos en ninguna de las empresas encuestadas, no hay personal dedicado a los procesos de gestión de riesgos, los cuales manejan de manera empírica y con la experiencia obtenida en proyectos anteriores.

Bibliografía

1. **PMI, Project Management Institute.** Project Risk Management. *A guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK.* Pennsylvania USA : s.n., 2004, pp. 127-146.

2. *IT Project Risk factors: The project management professionals perspective.* **Tesch, D., Kloppenborg, T. & Frolick, M.** 2007, Journal of Computer Information System, pp. 61-69.

3. *Método para la construcción de una taxonomía: estructura base para riesgos en outsourcing de Software.* **Gasca, G. and Manrique, B.** 2011, Universidad de Antioquia, Grupo ARKADIUS.

4. *Estimating the effects of project risks in software development projects.* **Adens, G. and Armstrong, R.** 2006, Tassc Solutions.

5. **The standish group.** *CHAOS Manifesto 2013: Think Big, Act Small.* 2013.

6. *Why software fails?* **Charette, R.N.** 2005, IEEE Spectrum, pp. 42–49.

7. **Mejia, R.** *Administración de Riesgos un Enfoque Empresarial.* 1ra Edición. Medellín : Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2006. pp. 30-32.

8. **(PMI), Project Management Institute.** *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, (Guía del PMBOK).* 5ta. edición. 2013. pp. 160-345.

9. *Software safety, NASA Technical Standard.* **NASA-STD-8719.13A.** 1997.

10. *Risk and risk management in software projects: A reassessment.* **Bannerman, P. L.** 2008, The Journal of Systems and Software, pp. 2118–2133.

11. *Genetic algorithm based software integration with minimum software risk.* **Yang, L., Jones, B.F. and Yang, S.H.** 2006, Information and Software Technology, pp. 133–141.

12. *BBN-based software project risk management.* **Fan, C. and Chang Yu, Y.** 2004, The Journal of Systems and Software, pp. 193–203.

13. **INTECO, Instituto Nacional de Tecnologías de la información.** *GUIA AVANZADA DE GESTIÓN DE RIESGOS.* 2008. pp. 9, 60-63.

14. **(SEI), Software Engineering Institute.** *Improving Processes for Developing Better Products and Services. CMMI for Development, V1.3.* Carnegie Mellon University. s.l. : Carnegie Mellon, 2010.

15. *Modelo de Calidad del Software.* **Valencia, L., Villa, P. and Ocampo, C.** 42, Pereira : s.n., 2009, Scientia et Technica, p. 173.

16. **ISO.** *ISO, 9000/IEC, Norma Internacional, Sistemas de Gestión de la Calidad - Fundamentos y Vocabulario.* 2005. pp. 4-7.

17. *Calidad en Modelos Conceptuales: Un análisis Multidimensional de Modelos Cuantitativos Basados en la ISO 9126.* **Marín, B., Fernández, N. and Pastor, O.** Octubre 2007, Revista RPM-AEMES, Vol. 4.

18. **Fillottrani, P.** *Calidad en el Desarrollo del Software. Modelos de Calidad de Software.* Universidad Nacional del Sur. Buenos Aires-Argentina : s.n., 2007.

19. **ISO.** *ISO/IEC 9126-1 – Software engineering. Product quality. Part 1: Quality Model.* 2001.

20. —. *ISO/IEC 9126-2 – Software engineering. Product quality. Part 2: External Metrics.* 2003.

21. —. *ISO/IEC 9126-3 – Software engineering. Product quality. Part 3: Internal Metrics.* 2003.

22. —. *ISO/IEC 9126-4 – Software engineering. Product quality. Part 4: Quality in Use Metrics.* 2004.

23. **Estayno, M., Dapozo, G. and Cuenca P. & Greiner, C.** Modelos y métricas para evaluar Calidad de Software. Argentina : s.n., 2009. pp. 382-388.

24. **ISO.** *ISO/IEC/IEEE, 12207, Systems and Software Engineering – Software Life Cycle Processes.* 2nd Edition. s.l. : Standard International, 2008. pp. 4-38.

25. —. *ISO/IEC VDA 15504, Process Assessment Models.* [ed.] The SPICE User Group Standard International. s.l. : Standard International,. 2008. PP 4-38, 2005 - 2007. pp. 18, 94-96.

26. *Risk Assessment Techniques for Software Development.* **Dash, R. and Dash, R.** 2010, European Journal of Scientific Research, pp. 629-636.

27. **Levine, R.** *Risk management systems: understanding the need.Information Systems Managemen.* s.l. : Spring, 2004. pp. 31-37.

28. **Soldal, M., Bjørnar Solhaug, B., and Stølen, K.** *Model-Driven Risk Analisys, The CORAS Approach.* Berlin; London. : Springer, 2011.

29. **Pressman, R.** *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico.* 5ta edición. Madrid, España : McGraw-Hill Interamericana, 2002. p. 48.

30. **AENOR.** *UNE-EN-ISO 8402. Gestión de la calidad y aseguramiento de calidad.* 1994.

31. **IEEE Standard, 610.** *Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer dictionary. Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries.* 1990.