

# Universidad del Bío-Bío

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental



## ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS INNOVADORES EN INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Civil.

**DIEGO ALEJANDRO SÁNCHEZ VILLALOBOS**

**Profesor Guía:** Dr. José Norambuena Contreras

**Profesor Co-Guía:** Dr. Eric Forcael Durán

**Profesores Comisión:** Ing. Luis Santana Oyarzo  
Mg. Alexander Opazo Vega

Concepción, abril de 2015.

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por darme la fuerza para cumplir esta gran etapa en mi vida*

*A mis padres, por su incondicionalidad, esfuerzo y sacrificio*

*para que yo pudiese llegar hasta acá*

*A mi novia, por ser un pilar fundamental, y por haber*

*traído al mundo el tesoro más hermoso, nuestra hija*

*A mi profesor Eric, por los conocimientos*

*entregados y por su colaboración en esta última etapa*

*A la comisión evaluadora, por su mirada crítica y por su*

*disposición a colaborar en esta tesis.*

## **DEDICATORIA**

*Con todo mi amor a mi pequeña Trinidad...*

## **ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS INNOVADORES EN INGENIERÍA CIVIL**

**Diego Sánchez Villalobos**

**Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío Bío**

**[disanche@alumnos.ubiobio.cl](mailto:disanche@alumnos.ubiobio.cl)**

**José Norambuena Contreras**

**Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Bío Bío**

**[jnorambuena@ubiobio.cl](mailto:jnorambuena@ubiobio.cl)**

### **RESUMEN**

Los países en desarrollo se caracterizan por carecer de organizaciones innovadoras, limitando su capacidad de crecimiento económico y social. Es por esto que muchos países se encuentran en una transición entre economías basada en la eficiencia y commodities, a economías basadas en desarrollo tecnológico e innovación. Se estima que la tasa de fracaso en la implementación de proyectos innovadores alcanza un 80%, es decir, 8 de cada 10 proyectos innovadores fracasan en su implementación debido, entre otras cosas, al riesgo inherente a la hora de desarrollar un proyecto innovador. En este contexto surge la necesidad de identificar las principales causas de riesgo que impiden alcanzar los objetivos impuestos al desarrollar un proyecto de innovación con el fin de realizar una adecuada gestión de riesgos.

Esta investigación ha permitido generar un ranking de 10 factores que afectan el desarrollo de proyectos innovadores, basado en encuestas del tipo probabilidad y severidad aplicadas a 18 profesionales de ingeniería civil y construcción que aprobaron y desarrollaron proyectos de innovación en distintos sectores de la economía.

Se concluye que los 5 principales factores, ordenados desde el primer lugar al quinto según el ranking generado, que dificultan alcanzar los objetivos de un proyecto innovador son: falta de financiamiento, falta de personal calificado, falta de información sobre los mercados, percepción de riesgo económico excesivo e incertidumbre sobre el comportamiento de la demanda.

**Palabras clave:** Innovación; Gestión de riesgos; Ingeniería civil; Proyectos innovadores.

# **ANALYSIS OF RISK MANAGEMENT IN THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE PROJECTS IN CIVIL ENGINEERING**

**Diego Sánchez Villalobos**

**Department of Civil and Environmental Engineering, University of Bio Bio**

**[disanche@alumnos.ubiobio.cl](mailto:disanche@alumnos.ubiobio.cl)**

**José Norambuena Contreras**

**Department of Civil and Environmental Engineering, University of Bio Bio**

**[jnorambuena@ubiobio.cl](mailto:jnorambuena@ubiobio.cl)**

## **ABSTRACT**

Developing countries are characterized by lack of innovative organizations, limiting their capacity for economic and social growth. Due to this many countries are in a transition between based on efficiency and commodities, based on technological development and innovation economies. It is estimated that the failure rate in implementing innovative projects reaches 80%, ie 8 out of 10 innovative projects fail in its implementation because, among other things, the risk inherent in developing an innovative project. . In this context there is a need to identify the main causes of risks that prevent achieving the objectives set by developing an innovation project in order to make a proper risk management.

In this research has been generated a ranking of 10 factors that affect the development of innovative projects, based on surveys of probability and severity rate applied to 18 professional civil engineering and construction approved and developed innovative projects in different sectors of the economy.

It is concluded that the 5 main factors, ordered from the first to the fifth according to the ranking generated, that hinder achieving the objectives of an innovative project are: lack of funding, lack of qualified personnel, lack of market information, perception of excessive economic risk and uncertainty about demand behavior.

**Keywords:** Innovation; Risk management; Civil engineering; Innovative projects

## TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Contexto.....	1
1.2 Problema de investigación.....	1
1.3 Alcances de la investigación.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
 CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	 4
2.1 Innovación.....	4
2.1.1 Origen y evolución de la innovación.....	4
2.1.2 Definición de innovación.....	5
2.1.3 Relación entre innovación y competitividad.....	6
2.1.4 Innovación en Chile.....	7
2.2 Gestión de riesgos.....	8
2.2.1 Riesgo e incertidumbre.....	8
2.2.2 Definición de riesgo.....	8
2.2.3 Definición de gestión de riesgos.....	11
2.2.4 Estructura del proceso de la gestión de riesgos.....	11
2.2.5 Gestión de riesgos en proyectos de innovación.....	13
 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	 14
3.1 Formato de encuesta.....	14
3.2 Causas de riesgo.....	16
3.3 Validación del instrumento de medición.....	18
3.4 Composición de la muestra.....	18
3.5 Análisis de resultados.....	19
3.5.1 Confiabilidad de resultados.....	19
3.5.2 Índices de frecuencia (F.I), severidad (S.I) e importancia (IMP.I).....	21

3.5.3	Coeficiente de correlación de Spearman .....	23
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		24
4.1	Análisis cuantitativo.....	24
4.1.1	Análisis de confiabilidad .....	24
4.1.2	Perfil de los encuestados.....	25
4.1.3	Ranking.....	26
4.1.4	Correlación de respuestas .....	28
4.1.5	Comparación con otros países .....	31
4.2	Análisis cualitativo.....	32
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		35
5.1	Conclusiones .....	35
5.2	Recomendaciones .....	36
REFERENCIAS .....		38
ANEXOS .....		49
Anexo A	Tipos de innovación.....	49
Anexo B	Proceso de innovación .....	50
Anexo C	Metodología para la elaboración de una encuesta tipo.....	51
Anexo D	Carta de presentación.....	60
Anexo D	Encuesta aplicada .....	61
Anexo F	Criterio de validación de la encuesta.....	68
Anexo G	Matriz causas de riesgo-autores.....	67
Anexo H	Gráficos de distribución de frecuencias.....	68

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Inventario de causas y su origen.....	17
Tabla 2. Causas y su uso en investigaciones similares.....	17
Tabla 3. Escala de Valoración del Coeficiente alfa de Cronbach.....	20
Tabla 4. Perfil de los encuestados.....	26
Tabla 5. Ranking de causa según F.I, S.I e IMP.I.....	28
Tabla 6. Coeficiente de correlación de Spearman para cada caso.....	29
Tabla 7. Principales causas según título profesional.....	31
Tabla 8. Principales causas según experiencia profesional.....	32

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Parámetros del riesgo.....	9
Figura 2. Estructura del proceso de Gestión de Riesgos.....	11
Figura 3. Matriz de riesgos.....	28



## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Contexto**

La innovación tiene algunas similitudes con otros tipos de proyectos, que se caracterizan por una alta tasa de fracaso y por estimular frecuentemente la creatividad para llevarlos a cabo (Bowers y Khorakian, 2014). Además, la ingeniería a nivel mundial está tomando cada vez más protagonismo en la sociedad. La demanda de sus servicios y soluciones ha aumentado agregando nuevos ámbitos de acción, cambiando las prácticas y la educación de los ingenieros (ASCE, 2007).

Por otro lado, hoy en día existe un alto consenso a nivel mundial en que la innovación es un factor clave en la productividad de la economía, componente fundamental para el crecimiento económico de los países (MINECON, 2014). Es por esto que las empresas tienen que innovar para sobrevivir (Taplin y Schymyck, 2005), y en recesiones económicas, la innovación puede ayudar a convertir una crisis en una oportunidad (Mahroum, 2008; Lazzaron, 2010). Sin embargo, todo proyecto innovador tiene un alto grado de incertidumbre por lo que es necesario gestionar sus riesgos para así responder de manera adecuada con la finalidad de lograr el éxito al implementar un proyecto innovador.

Chile en los últimos seis años ha sufrido una caída sostenida en el ranking del Índice Mundial de Innovación ubicándose, en su versión más reciente, en la posición 46 de 143 países y economías del mundo (GII, 2014). Cabe destacar que el Índice Mundial de Innovación es un referente internacional empleado para evaluar el desempeño de los países en materia de innovación y sirve entre otras cosas para reconocer a la innovación como un agente principal para lograr un crecimiento sólido y sostenible en el tiempo.

### **1.2 Problema de investigación**

Para innovar, la Investigación y Desarrollo (I+D) es clave (Lederman y Maloney, 2003). Chile invierte anualmente alrededor de 970 millones de dólares en I+D equivalentes a un 0,35% de su Producto Interno Bruto (PIB), por debajo del promedio de países OCDE que se sitúa en un 2,4% y

muy por debajo de países líderes en materia de innovación tales como: Israel (4,3%), Corea del Sur (3,7%) y Japón (3,3%) (OCDE, 2014). La mayor brecha se da en la participación de las empresas en el gasto en I+D, ya que en Chile el sector privado explica apenas el 33% del gasto total, a diferencia de los países OCDE en que las empresas son responsables del 60% (Arellano y Schuster, 2014). Por otro lado, la tasa de fracaso en proyectos innovadores alcanza un 80%, es decir, 8 de cada 10 proyectos innovadores no alcanzan el éxito (Castro, 2011) .

Considerando lo anterior, y añadiendo que en los últimos años el concepto de innovación ha cobrado mayor interés en nuestro país, es que se plantea la necesidad de establecer las causas que impiden alcanzar los objetivos asociados a la implementación de proyectos innovadores en el campo de la ingeniería civil asumiendo el rol que cumplen los profesionales que se dedican a esta área del conocimiento.

### **1.3 Alcances de la investigación**

La Ingeniería Civil dentro de su campo de acción no ha quedado ajena a la tendencia al alza de la innovación. A esto se suma el hecho de que muchas universidades a nivel nacional han impulsado fuertemente este concepto en el desarrollo de sus planes de estudio, porque entienden que de esta manera estarán apuntando a mejorar la competitividad de los futuros profesionales. La revisión de la literatura arrojó diversos factores que inciden en la innovación. Sin embargo, para efectos de esta investigación se optó por incluir aquellos factores críticos que impiden alcanzar los objetivos trazados al implementar una innovación en el campo de la ingeniería civil. Los ámbitos expuestos anteriormente corresponden a factores de: costos, vinculados al conocimiento, de mercado y, otros.

La presente memoria constituye una investigación de tipo exploratoria dada la escasa evidencia de estudios que aborden el tema de innovación en proyectos de ingeniería desde el punto de vista de la gestión de riesgos. Como se mencionó anteriormente, se propone estudiar aquellos aspectos que representan fuentes de riesgo en torno al logro de objetivos en proyectos de carácter innovador emprendidos por ingenieros civiles en nuestro país. Para esto se elaboró un instrumento de medición (encuesta) que recogió los datos necesarios para el posterior análisis y discusión.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

- Analizar la gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos innovadores en ingeniería civil que fueron aprobados por Innova Bío Bío a través de sus distintas líneas de cofinanciamiento.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer, a través de una extensa revisión bibliográfica y según opinión de expertos, las causas que impiden lograr la implementación de un proyecto innovador en ingeniería civil.
- Elaborar y aplicar un instrumento de medición, con la finalidad de reunir los datos necesarios para el análisis cuantitativo de esta investigación.
- Generar un ranking de las causas de riesgos seleccionadas, basado en su índice de importancia, a partir del instrumento de medición implementado.
- Comprender cómo varía la percepción de los riesgos en el desarrollo de un proyecto innovador en ingeniería civil, según la experiencia del encuestado, y el área en el cuál se desempeña.

## CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Innovación

#### 2.1.1 Origen y evolución de la innovación

Desde un punto de vista histórico, las primeras apariciones del concepto de innovación se originan en Grecia. La innovación se definió en ese entonces como la introducción de un cambio en el discurso político de los filósofos. En *La República*, Platón ya exponía que *la necesidad es la madre de la invención*. Platón creía que toda innovación fuera del marco tradicional debía ser prohibida, obteniendo así una connotación negativa durante más de dos mil quinientos años. Sociedades marcadas por la monarquía o la iglesia, consideraban que innovar era equivalente a revolución.

En la primera revolución industrial (siglo XVIII), empresas de unos pocos países fueron capaces de hacer despegar el ingreso per cápita de sus ciudadanos por encima de la que tenían las naciones del resto del mundo.

Hacia fines del siglo XIX, el concepto de innovación comenzó a encaminarse dentro de un marco teórico a partir de dos nociones: la creatividad y la utilidad. La creatividad es percibida como una combinación. La innovación no inventa nada nuevo, lo que hace es combinar ideas existentes para producir algo nuevo. La noción de utilidad propone la idea de que cuando la invención se hace útil, se innova (Godin, 2011).

Ya en el siglo XX, Joseph A. Schumpeter (1934, 1980), destacado economista austríaco, fue el primero en considerar la importancia de los fenómenos tecnológicos en el crecimiento económico. Schumpeter definió la innovación, en términos generales, como un concepto que abarca los cinco casos siguientes:

- La introducción en el mercado de un nuevo bien.
- La introducción de un nuevo método de producción.
- La apertura de un nuevo mercado.
- La conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas.
- La implantación de una nueva estructura en un mercado.

### 2.1.2 Definición de innovación.

Muchos autores han definido la innovación basándose en la teoría schumpeteriana. Piater (1981) define la innovación como una *idea transformada en algo vendido o usado*. Por su parte, Gee (1981) define la innovación como *el proceso en el cual a partir de una idea, invención o reconocimiento de una necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil hasta que sea comercialmente aceptado*.

Para el Departamento de Negocios, Innovación y Habilidades del Reino Unido (DBS, por sus siglas en inglés) la innovación es entendida como *el proceso de adopción de una idea para satisfacer a los clientes de forma efectiva y rentable; es un proceso de renovación continua que implica a toda la empresa, y es una parte esencial de su práctica diaria*.

Según el Manual de Oslo (OECD y Eurostat, 2005) la innovación es considerada como un proceso en el que las interacciones entre los diversos agentes generan nuevos conocimientos y tecnología, con el propósito de mejorar los resultados. También agrega que la innovación implica la utilización de un nuevo conocimiento o de una nueva combinación de conocimientos existentes. En esta línea, Ponti (2009) añade que la innovación solo se produce si alguna idea creativa llega a buen puerto.

Como podemos ver, diversos autores y organizaciones han definido a la innovación con matices personales, pero existe un concepto común en todos: Se refieren a una idea que se materializa, en otras palabras, a la explotación con éxito de nuevas ideas (Escorsa y Valls, 2003). Además, en todas se observa una cierta tendencia y convergencia: cada vez más es vista como un proceso que mejora la posición competitiva de una empresa, a través de la implementación de un amplio espectro de nuevas ideas (Seaden y Manseau, 2001). Más detalles sobre los diferentes tipos de innovación y el proceso de innovación se encuentra en los Anexos A y B.

Sin embargo, es necesario aclarar que las ideas y los conceptos no corresponden a innovaciones, tampoco importa la procedencia de estas. Lo importante es que las ideas sean puestas en valor con éxito para satisfacer los requerimientos del cliente, por lo tanto, la innovación incluye tanto a la invención como a la comercialización o implementación de un cierto producto, proceso o servicio. Por consiguiente, si introducimos nuevos productos, procesos o servicios, y estos no logran tener aceptación en el mercado, entonces no estamos innovando. Freeman (1974) insiste en que un

intento de innovación fracasa cuando no consigue una posición en el mercado y/o beneficio, aunque el producto “funcione en un sentido técnico”.

### 2.1.3 Relación entre innovación y competitividad

La relación que existe entre innovación y competitividad ha sido ampliamente demostrada en diversos estudios y por lo tanto es un tema indiscutible. Porter (1991) afirma que la competitividad de un país depende de la capacidad de sus industrias para innovar. Por otro lado, una sociedad está condenada a limitar su capacidad de crecimiento económico y social si no posee organizaciones innovadoras (Schumpeter, 1978), y esta es una característica de los países subdesarrollados (Matos, 2007).

En el caso de las empresas, además de la ventaja competitiva proveniente del tamaño, activos y otros factores, el patrón de competitividad ha aumentado en favor de aquellas organizaciones que pueden movilizar el conocimiento, las habilidades tecnológicas y la experiencia para lograr novedad en sus productos, procesos o servicios, incluyendo la forma en que ellas los crean y entregan (Tidd y Bessant, 2009). Es así, que las empresas también pueden conseguir ventajas competitivas si consiguen innovar (Porter, 1991), ya que para que una empresa pueda seguir mejorando su desempeño es necesaria una participación más importante de la innovación (Drucker, 2007). En esta línea, Huergo y Jaumandreu (2004) confirman que los procesos de innovación inducen a un crecimiento en la productividad de la empresa y, el BIS (Department for Business & Skills) del Reino Unido, en su Reporte Anual de Innovación 2014 (BIS y NESTA, 2014), considera a la innovación como el motor del crecimiento de la economía moderna. Samson (2010), agrega que el ser innovador tiene recompensas claras para una empresa: conseguir calidad, permanecer en el mercado, lograr crecimiento, diferenciación, y rentabilidad. Así, es posible plantear que la innovación es cada vez más importante para el desarrollo de las empresas e industrias.

Cada día se hace sumamente importante que las empresas sean competitivas para que tengan éxitos en el mercado. Existe acuerdo en que la innovación es el elemento clave que explica la competitividad. En la misma línea, Chesnais (1986) manifiesta que la actividad innovadora

constituye efectivamente, junto con el capital humano, uno de los principales factores que determinan las ventajas competitivas de las economías industriales avanzadas.

#### 2.1.4 Innovación en Chile

Nuestro país está cada vez más cerca de alcanzar el desarrollo. Su crecimiento en términos macroeconómicos han sido considerables (CEPAL, 2014). Sin embargo, para que Chile logre ser un país desarrollado debe transitar desde una economía basada en la eficiencia y explotación de commodities a una economía basada en la innovación. Y para eso, el cambio no sólo puede ser económico y productivo, sino también social y cultural. De hecho, una cultura propicia a la innovación y el emprendimiento, fue clave para el éxito de polos de innovación como Silicon Valley (EE.UU.) e Israel (Senor y Singer, 2009).

Aspectos culturales como el temor al riesgo, la desconfianza, la inseguridad o la poca tolerancia a al fracaso, llevan a que a los chilenos les cueste emprender e innovar. Sin embargo, los grandes innovadores no optaron por la opción más segura, por el camino al éxito según los parámetros convencionales; sino que se atrevieron a tomar riesgos y a equivocarse.

Durante los últimos años, Chile ha fomentado el emprendimiento y la innovación a través de incentivos concretos, principalmente de política pública y marco regulatorio. El emprendimiento comienza con los potenciales emprendedores: aquellos que pueden o no aventurarse a emprender, pero que tienen las creencias y habilidades para hacerlo. Los atributos claves de este perfil son creer que se cuenta con las capacidades para iniciar un negocio, ser capaz de detectar oportunidades en la propia área y no detenerse por miedo al fracaso cuando se detectan tales oportunidades.

La estructura productiva chilena se caracteriza por estar concentrada en la extracción de recursos naturales y por tener procesos productivos de bajo nivel tecnológico y de escaso contenido de conocimiento. Estamos en una transición en etapa temprana entre una economía basada en la eficiencia, a una economía basada en el conocimiento y la innovación.

La experiencia internacional ha demostrado que empresas de diferentes tamaños pueden lograr grandes saltos en materia de competitividad utilizando la I+D como eje central de sus estrategias de innovación y negocios (CORFO, 2014).

## 2.2 Gestión de riesgos

### 2.2.1 Riesgo e incertidumbre

El riesgo y la incertidumbre son inherentes en todos los proyectos sin importar de qué tamaño sean (SERC, 1992). En el caso un proyecto innovador, el éxito o fracaso dependerá de cómo se encararan los problemas o cómo se aprovechan las oportunidades. En el transcurso del tiempo, los proyectos de innovación han tenido una baja reputación en cuanto a cómo se enfrentan los riesgos, explicando su baja tasa de éxito. Como resultado, los clientes y usuarios finales son los principales afectados.

El riesgo se encuentra en todos los proyectos, particularmente en los proyectos innovadores explicando en muchos casos su alto índice de fracaso (Simon, 2009). Por ejemplo, las modificaciones en los proyectos, la falta de personal calificado, el desconocimiento del comportamiento de los mercados, la falta de tecnologías para el desarrollo de prototipos, entre otros, pueden ser determinantes a la hora de medir el éxito o fracaso de un proyecto.

### 2.2.2 Definición de riesgo

Lowrance (1976) ha definido el riesgo como una medición de la probabilidad y severidad de efectos negativos mientras que Rowe (1977) considera el riesgo como *el potencial de un evento o actividad para causar consecuencias negativas indeseables*.

Merna (2004), basándose en Wharton (1992), señala que el uso de la palabra riesgo ha sufrido cambios con el tiempo, desde describir simplemente cualquier resultado inesperado, sea bueno o malo a partir de una decisión o una consecuencia, hasta describir los resultados indeseables y su probabilidad de ocurrencia.

Por su parte, Chapman y Ward (1997) señalan que *los riesgos son las implicancias generadas por la existencia de incertidumbres significativas sobre el desarrollo adecuado del proyecto*.

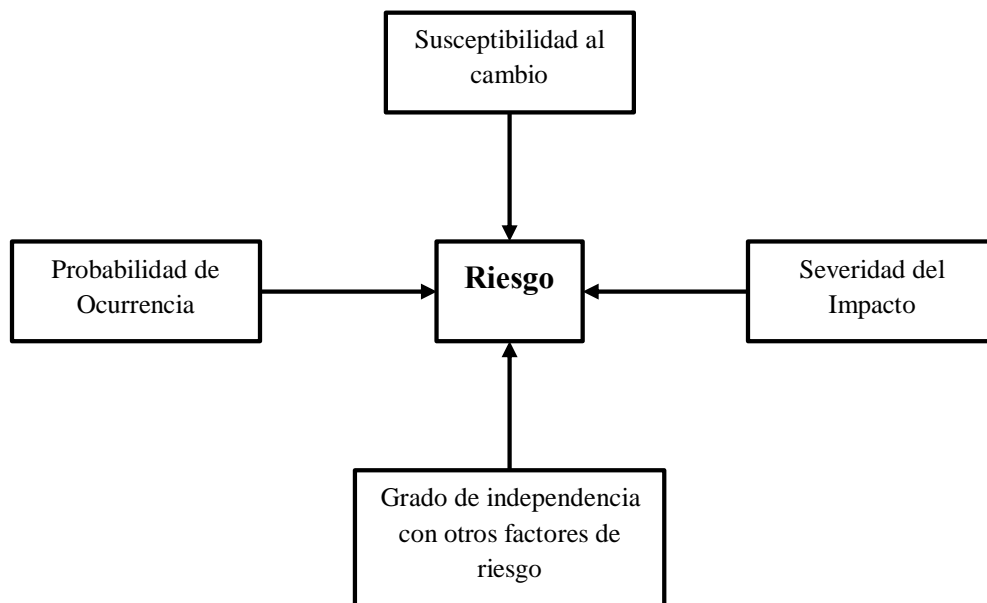


Asimismo, indican que la fuente de un riesgo es cualquier factor que puede afectar el desarrollo del proyecto, y cuyo impacto y ocurrencia no se sabe con certeza.

Por otro lado, The Association for Project Management (APM), en su capítulo Risk SIG (Simon et al, 1997), define al riesgo como: *Un evento incierto o una serie de circunstancias que de ocurrir tiene un efecto en el cumplimiento de los objetivos del proyecto.*

Finalmente, el PMIBOK (2004), indica que: *En un proyecto, un riesgo es un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, coste, alcance o calidad. Un riesgo puede tener una o más causas, y si se produce, uno o más impactos.*

Merna (2004), basándose en Allen (1995), señala que el riesgo está compuesto por cuatro parámetros básicos (ver Figura 1): probabilidad de ocurrencia, severidad del impacto, susceptibilidad del cambio y grado de interdependencia con otros riesgos. Sin la presencia de uno de los parámetros citados, un evento o situación no puede considerarse un riesgo.



**Figura 1.** Parámetros del riesgo. Fuente: Allen (1995)

Un riesgo debe reunir tres características (Smith y Merrit, 1992):

1. **Incertidumbre.** No se tiene la certeza si el evento potencial o riesgo va a ocurrir, solo se puede saber la probabilidad de que ocurra.
2. **Pérdidas.** Un riesgo siempre tiene el potencial de causar pérdidas, las cuales pueden ser medidas en términos financieros, tiempo, imagen corporativa, etc.
3. **Tiempo.** Los riesgos deben ser manejados por un intervalo de tiempo limitado, cuya duración se determina cuando el riesgo deja de existir.

Por otro lado, Kliem y Ludin (1997), indican que el riesgo corresponde a la probabilidad de ocurrencia de un evento que pudiera tener consecuencias o impactos en un proyecto, ya sean éstos positivos o negativos. Los elementos de riesgo a considerar por los gerentes de proyectos son (Kliem y Ludin, 1997):

- La probabilidad de ocurrencia del riesgo
- La frecuencia o tiempo de retorno del evento de riesgo.
- El impacto que podría generar en caso de que el evento ocurra.
- La importancia relativa a otros riesgos
- La vulnerabilidad o grado de exposición, producto del impacto y la probabilidad.

Como se puede observar en la mayoría de definiciones presentadas anteriormente, el riesgo está asociado a la combinación de los siguientes componentes:

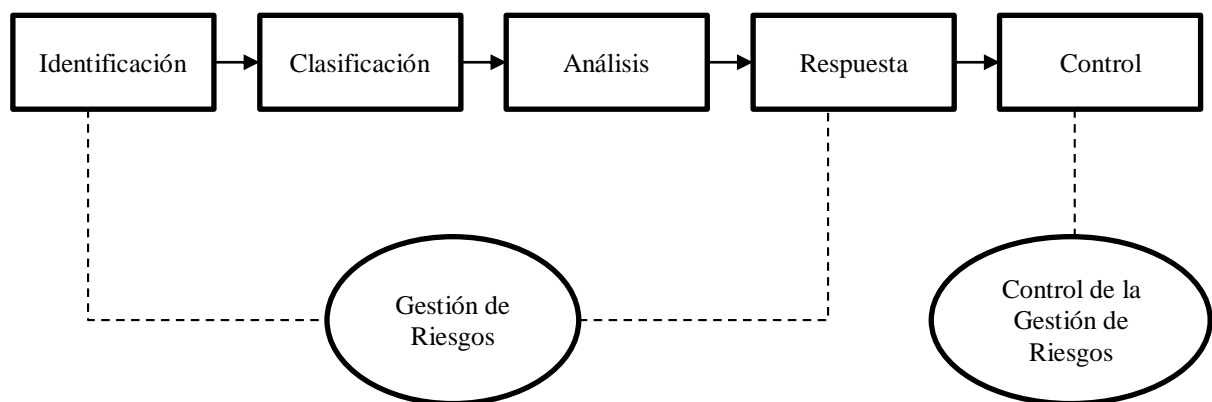
- Evento deseado o no deseado
- Probabilidad de que ocurra dicho evento, y
- Las consecuencias en caso de ocurrir.

### 2.2.3 Definición de gestión de riesgos

Al revisar la literatura internacional se pueden encontrar muchas definiciones que abordan el término Gestión de Riesgos (Nummedal et al., 1996; Merna, 2004; Kelly et al., 2004, Smith, 2002; Chapman y Ward, 1997). Sin embargo, todas estas definiciones permiten afirmar que la Gestión de Riesgos es una herramienta que permite realizar acciones y procesos coordinados a lo largo del ciclo de vida del proyecto con el objetivo de minimizar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados y reducir el impacto de los mismos si es que estos ocurriesen, alcanzado los objetivos del proyecto y asegurando su valor.

### 2.2.4 Estructura del proceso de la gestión de riesgos

Al igual que en el caso anterior, existen muchos modelos que intentan describir el proceso de la Gestión de Riesgos (Bowers y Khorakian, 2014; Chapman y Ward, 1997; Smith y Merrit, 1992, Flanagan y Norman, 1993) . No obstante, todos siguen de alguna manera la misma lógica, es decir, establecen una secuencia lógica de etapas que permiten realizar, de manera sistemática, una identificación, evaluación y gestión de los riesgos a los que se ve enfrentado un proyecto. En la Figura 2 se observa la estructura del proceso de la Gestión de Riesgos.



**Figura 2.** Estructura del proceso de la Gestión de Riesgos. Fuente: Elaboración propia

En la primera etapa de identificación, se distinguen las fuentes potenciales de riesgo para el proyecto. Los riesgos no identificados no pueden ser analizados y mucho menos pueden ser controlados.

Posterior a la identificación de los riesgos, se procede a clasificarlos por ejemplo en función del tipo de causa que los genera. Una vez identificados y clasificados los riesgos potenciales de un proyecto, se realiza un análisis que generalmente se hace en base a dos parámetros: probabilidad e impacto. Dentro de esta etapa se pueden distinguir dos tipos de análisis: cuantitativo y cualitativo. El primero se realiza sobre los riesgos definidos como prioritario, analizando el efecto de esos riesgos y asignándoles una cuantificación numérica que permite tomar decisiones en caso de incertidumbre. El segundo incluye métodos para priorizar los riesgos identificados y así establecer un plan de respuesta a estos.

Luego del análisis es necesario responder de manera adecuada considerando la probabilidad e impacto de cada riesgo. Algunos autores han establecido categorías de respuesta frente a los riesgos ( Smith y Merrit, 1992):

- **Aceptar.** La empresa acepta el riesgo y sus consecuencias, decidiendo no hacer nada al respecto.
- **Evitar.** Revisión del plan de proyecto para eliminar el riesgo; en proyectos de innovación, esto puede llevar a reconocer el aumento de probabilidad de fracaso, decidiendo abandonar el proyecto.
- **Transferir.** La empresa puede darse cuenta de que no tiene suficiente experiencia con una importante tecnología y decide subcontratar parte del desarrollo, o incluso vender el desarrollo parcial del producto a otra organización.
- **Mitigar.** La empresa acepta el riesgo pero toma medidas de mitigación con la finalidad de reducir los impactos generados.

Finalmente, habiendo acordado las medidas de gestión adecuadas, los efectos de la Gestión de Riesgos deberían ser monitorizados de forma continua y con el fin de realizar un control efectivo.

### 2.2.5 Gestión de riesgos en proyectos de innovación

La Gestión de Riesgos ha sido ampliamente usada en muchos sectores de la economía, desde la Gestión de Riesgos en desastres naturales hasta el control y Gestión de Riesgos financieros. Naturalmente, la Gestión de Riesgos no queda ajena al caso del desarrollo de proyectos de innovación, ya que normalmente estos proyectos se implementan bajo un alto grado de incertidumbre.

Los proyectos de innovación, dada su particularidad, implican inevitablemente enfrentarse a riesgos. Halman y Keizer (1994) realizaron un diagnóstico de los riesgos en el desarrollo de proyectos de innovación señalando que el 35% de los proyectos de innovación fracasan comercialmente, representando un 45% del gasto en nuevos productos. En esa misma línea, Ozer (2006) estima que en algunos países industrializados la tasa de éxito de nuevos productos alcanza un 15% y en países subdesarrollados, tales como Hong Kong, es sólo de un 2%.

La gestión eficiente de proyectos innovadores debe identificar los riesgos inaceptables lo antes posible, pero muchas veces estos se hacen evidentes en etapas posteriores, implicando un alto costo. El miedo al fracaso, producto muchas veces de la rigidez organizacional presente en muchas organizaciones, sería perjudicial para la innovación. En efecto, aceptar la posibilidad de fracaso como una realidad cotidiana es una de las características que definen todo proyecto de innovación. Cualquier modelo del proceso de innovación debe incorporar el fracaso como un resultado probable. En muchos proyectos el abandono por parte de la empresa es una opción teórica, pero lejana, mientras que en proyectos de innovación esto es parte integral de una buena gestión. La gestión de riesgos puede ayudar a los gerentes a tomar decisiones críticas de abandono, proporcionando un filtro eficaz de las perspectivas y ayudar a dirigir la investigación continua que es fundamental en el desarrollo de proyectos de innovación. El riesgo es inherente en todo proyecto de innovación, pero muchas veces no se gestiona de forma adecuada. Esto contrasta con otras áreas de gestión de proyectos donde el riesgo se ha convertido en un tema importante (Smith y Merritt, 2002; Smith et al, 2006; Aloini et al, 2007.).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

Pese a la existencia de varios métodos para realizar análisis de riesgo en su etapa de identificación, se opta por la metodología de probabilidad e impacto, ya que es una de las más conocidas para la mayoría de los participantes; Esta permite mostrar los resultados en matrices de riesgo generando una mejor comprensión de los impactos generados. Además, dada la simplicidad en la confección de las preguntas, la encuesta puede ser fácilmente aplicada de manera presencial, vía telefónica o a través de Skype, sin inducir sesgo por esta razón.

### **3.1 Formato de encuesta**

Debido a una serie de ventajas frente a otros métodos, esta tesis se ha inclinado por la metodología de probabilidad e impacto, descartando la opción de utilizar la metodología de asignación directa de riesgos, dada la evidente existencia de sesgo debido a la importancia que se le da a la severidad de un riesgo frente a la probabilidad del mismo. Así, los riesgos con alta probabilidad pero baja severidad son omitidos en el método de asignación directa de riesgos (Lu y Yan, 2013). Asimismo, el método permite visualizar en una matriz, los riesgos en forma de probabilidad e impacto, lo que permite generar una visión más gráfica de las causas de mayor impacto y cuál es la causa primordial de su impacto (causas con baja probabilidad y alta severidad pueden tener la misma severidad que causas con alta probabilidad y bajo impacto).

Además, la metodología seleccionada permite aplicar el instrumento sin inducir sesgo por la intervención del entrevistador, ya que todas las preguntas realizadas son auto explicativas, y considerando el nivel educacional de los encuestados, no fue necesario incluir un manual señalando la forma de proceder. Sin embargo y en pos de lograr la mejor recepción de los encuestados se agregó una “causa modelo”, que sirve para explicar de forma gráfica el funcionamiento de la encuesta. Cabe señalar que a fin de evitar inducir cualquier tipo de respuesta, la causa usada como ejemplo no fue parte de las 10 causas usadas en este estudio.

Para la aplicación del instrumento de medición se propusieron tres medios: presencial, vía telefónica o a auto administrada vía correo electrónico. Pese a las ventajas que ofrecen los sitios especializados en encuestas (ej: *Survey Monkey*), se descartó utilizar el servicio web pues este tipo de sistemas ha sido criticado por tener escaso control sobre la idoneidad de los entrevistados, al dar oportunidad de ser parte del estudio a cualquier individuo (Wright 2005). Con el fin de evitar este tipo de situaciones, se envió la invitación a participar del proyecto con la carta de presentación adjunta (ver Anexo D) de investigación vía correo electrónico personal a cada encuestado, en caso de no tener dicha información se envió la invitación a la casilla electrónica de la empresa solicitando que dicha invitación fuese transmitida al encuestado. Además, con el fin de comprobar la idoneidad del encuestado se incorporaron una serie de preguntas que permiten conocer antecedentes laborales y experiencia profesional del mismo (ver Anexo E).

La encuesta está compuesta por 4 secciones, la primera de ellas recoge algunas generalidades del encuestado y de la empresa en la que se desempeña mediante preguntas cerradas (C). En las secciones dos y tres se le pide al encuestado calificar en base a una escala Likert de cinco factores cada una de las 10 causas según su probabilidad de ocurrencia (muy probable, probable, ocasionalmente, improbable y muy improbable) y según su impacto en caso de ocurrencia (desastroso, considerable moderado, menor e insignificante). Considerando que la longitud de la encuesta es tal que puede inducir sesgo hacia las preguntas finales, se decidió generar dos encuestas cuya única diferencia es el orden en que se presentan estas dos secciones. Paralelamente, se presentan en forma aleatoria las 10 causas a calificar.

En la cuarta y última sección se realizaron una serie de preguntas abiertas (A) con el fin de dar la oportunidad de ampliar sus respuestas. De esta forma se puede conocer su opinión con respecto al tema y permite tener una percepción sobre lo que ellos consideran como los problemas más importantes en relación al tema tratado en esta tesis. (ver Anexo E)

### 3.2 Causas de riesgo

La selección de las causas de riesgo está relacionada con la elección de la metodología a utilizar, ya sea esta la metodología de Factores Críticos de Éxito (CSF; por sus siglas en inglés *Critical Success Factors*) utilizada por Hwang et al. (2013) en proyectos del tipo Alianzas Público-Privadas (PPP; por sus siglas en inglés *Public Private Partnership*) en Singapur o lo realizado por Rese y Baier (2011) en Alemania quienes determinaron los CSF que afectan la gestión de la innovación en pequeñas y medianas empresas. Esta metodología como su nombre lo indica, busca analizar qué factores permitirán conseguir la mayor oportunidad de éxito de un proyecto. Sin embargo, deja de lado aquellas causas que de igual forma pueden tener gran impacto en el fracaso de un proyecto, es por ello que se seleccionan aquellas causas que tengan efectos tanto positivos como negativos sobre los objetivos.

Considerando que la literatura referente a la identificación de riesgos en el desarrollo de proyectos innovadores en el campo de la ingeniería civil es escasa, se debió utilizar una metodología mixta para generar un inventario de causas que comprendiera de la forma más breve posible la mayor cantidad de posibilidades. Además, dada la estructura de la encuesta, los encuestados debieron evaluar dos veces el inventario de causas, una vez para evaluar la probabilidad de ocurrencia de los factores y otra vez para evaluar los impactos generados por cada uno de estos factores en caso de ocurrir, por esta razón y con el objetivo de lograr la mayor cantidad de respuestas posibles, se limitó el número de causas a 10, las que fueron extraídas principalmente de dos fuentes:

- Estudios similares con aplicaciones en otras áreas.
- Recomendaciones realizadas por expertos en el tema.

En la Tabla 1 se puede visualizar el inventario completo de causas junto con la categoría correspondiente a su origen. Esta se basa en las categorías utilizadas por Assaf y Al-Hejji (2006), Akogbe et al. (2013), Sambasivan y Soon (2007), Gündüz et al. (2012), Long et al. (2004) y Le-Hoai et al. (2008) con algunos ajustes para adaptarse al inventario generado específicamente para este estudio.



Debido a lo extenso de la revisión bibliográfica, en la Tabla 2 se presenta un resumen de la cantidad de estudios que citan cada una de las causas señaladas. El número de citas se basa en 30 artículos consultados (ver Anexo G).

Una de las causas más comunes citadas entre investigadores se refiere a la falta de financiamiento siendo citado como causa en 28 estudios, la falta de personal calificado es usada en 22 estudios, mientras que variaciones en el diseño original y la falta de información sobre tecnologías fueron citadas en 11 y 10 investigaciones, respectivamente.

**Tabla 1.** Inventario de causas y su origen

ID	Causa	Categoría
C1	Falta de personal calificado	Mano de obra
C2	Falta de experiencia por parte de la empresa	Empresa
C3	Falta de financiamiento	Empresa
C4	Rigidez organizacional	Empresa
C5	Percepción de riesgo económico excesivo	Empresa
C6	Variaciones en el diseño original	Proyecto
C7	Falta de información sobre tecnologías	Causas externas
C8	Falta de información sobre los mercados	Causas externas
C9	Incertidumbre sobre la demanda	Causas externas
C10	Mercado dominado por empresas establecidas	Causas externas

**Tabla 2.** Causas y su uso en investigaciones similares

Causa	Nº de citas
Falta de personal calificado	22
Falta de experiencia por parte de la empresa	8
Falta de financiamiento	28
Rigidez Organizacional	9
Percepción de riesgo económico excesivo	5
Variaciones en el diseño original	10
Falta de información sobre tecnologías	11
Falta de información sobre los mercados	7
Incertidumbre sobre la demanda	4
Mercado dominado por empresas establecidas	3

### **3.3 Validación del instrumento de medición**

Para verificar la correcta comprensión de la encuesta diseñada y lograr que esta sea auto explicativa, se realizó una serie de pruebas donde se pidió a académicos del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío Bío y a ejecutivos de Agencias Públicas de Innovación realizar las observaciones pertinentes, que permitieran una mejor comprensión de la encuesta. Para más detalles ver Anexo G.

### **3.4 Composición de la muestra**

Los encuestados pertenecen a empresas que obtuvieron cofinanciamiento a través de la línea de financiamiento “Innovación Empresarial” del Fondo de Innovación Tecnológica de la Región del Bío Bío, INNOVA Bío Bío (IBB), el cual nace en el marco del Convenio de Programación entre el Gobierno Regional de la Región del Bío Bío, el Ministerio de Economía y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). El Fondo fue concebido como un mecanismo público de cofinanciamiento para el desarrollo y la innovación tecnológica, constituyendo además el primer fondo concursable de decisión regional de asignación de recursos existente en el país.

A través de su línea de financiamiento Innovación Empresarial, IBB ha aprobado y cofinanciando un total de 136 proyectos entre los años 2001 y 2012, por más de 26 mil millones de pesos, lo que la convierte en una de las líneas de mayor impacto –en términos de presupuesto financiado y cobertura– frente a otras como el Capital Semilla para el Emprendimiento Innovador y la Convocatoria de Innovación Emprendedora (Ramírez y Furnaro, 2014).

Según datos del Servicio de Impuestos Internos (SII), al año 2013 existían un total de 104.270 empresas en la Región del Bío Bío, correspondientes a un 10,3% del total de empresas a nivel nacional (SII, 2014). Del total de empresas presentes en la región al año 2013, alrededor de un 8% (8.745) pertenecen al rubro de la Construcción y 716 al subsector de Obras de Ingeniería. Para componer la muestra a encuestar, se solicitó a ejecutivos de IBB realizar un filtro de proyectos concernientes al campo de la ingeniería y que fueron aprobados a través de la línea de innovación empresarial en el horizonte antes señalado llegando finalmente a una muestra de 52 empresas.

Sambasivan y Soon (2007), recomiendan trabajar con una muestra heterogénea y balanceada en número de participantes por grupo para lograr la mayor representatividad posible. Sin embargo, por la metodología utilizada y por lo acotado de la muestra se tuvo que omitir esta recomendación, sin desmedro de ello se calculará la correlación entre distintos grupos participantes con el fin de analizar la pertinencia de la recomendación en este caso.

Inicialmente se pensó utilizar un muestreo de bola de nieve para lograr una mayor cantidad de respuestas, no obstante se prefirió no utilizarla ya que podía generar sesgos debido al poco control que se tendría sobre los participantes que se incluyeran bajo esta metodología.

### **3.5 Análisis de resultados**

Junto con estimar los valores del coeficiente Alfa de Cronbach se deberá verificar el cumplimiento de la tasa mínima de respuesta. A partir de valores aceptables de estos parámetros se podrá iniciar el análisis de resultados que consistirá en estimar los índices de frecuencia (F.I), los índices de severidad (S.I) y los índices de importancia (IMP.I) para cada una de las causas. Además se calculará el Coeficiente de correlación de Spearman entre grupos que cuenten con suficientes datos para generar recomendaciones para futuras investigaciones.

#### **3.5.1 Confiabilidad de resultados**

La confiabilidad de la encuesta se probó mediante el Coeficiente alfa de Cronbach, parámetro que produce valores que oscilan entre 0 y 1 (Cortina, 1993; Blandt y Almant, 2002; Streiner, 2003). Su principal ventaja es que requiere sólo una aplicación del instrumento de medición (Hernández et al 2010). Mide la posibilidad de lograr los mismos resultados bajo las mismas condiciones de aplicación del instrumento a un mismo sujeto (Cronbach, 1951). Este test se realizó para cada tipo de respuesta (probabilidad y severidad) considerando que pueden existir problemas de confiabilidad en un único grupo.

George y Mallery (1995), por medio de Verano (2003), Águila (2008) y Garrido et al. (2010), han establecido una escala (ver Tabla 3) para valorar el Coeficiente alfa de Cronbach, la que es ampliamente aceptada y usada en diversas investigaciones. A continuación se presenta la escala de valoración.

**Tabla 3.** Escala de Valoración del coeficiente Alfa de Cronbach

Valor Coeficiente	Valoración de la escala del cuestionario
Mayor a 0,9	Excelente
Mayor a 0,8	Buena
Mayor a 0,7	Aceptable
Mayor a 0,6	Cuestionable
Mayor a 0,5	Débil
Menor a 0,5	Deficiente

Aunque los valores de alfa no pueden ser interpretados de forma exacta, se considera que valores de alfa mayores a 0,7 indican una encuesta con una estructura interna confiable (Nunnally, 1978; Oviedo y Campo, 2005).

Según lo señalado por Fang et al. (2004) los valores de alfa pueden ser afectados básicamente por 3 situaciones:

1. La estabilidad emocional, paciencia y concentración del individuo, a medida que aumenta la duración de la encuesta, se obtendrá una menor confiabilidad.
2. La utilización procedimientos establecidos para dirigir el estudio, evitando de forma voluntaria o involuntaria dirigir las respuestas de los entrevistados.
3. Lo comprensible que sea el instrumento de medición, sin caer en ambigüedades y construyendo el instrumento de la forma más simple y comprensible posible.

Existen al menos dos formas para calcular el coeficiente alfa de Cronbach cuyas diferencias en los resultados obtenidos son mínimas, en este caso se calculará mediante la varianza de los ítems obedeciendo la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right] \quad (1)$$

Dónde:

$\alpha$ : Coeficiente alfa de Cronbach

$K$ : Número de ítems

$V_i$ : Varianza de cada ítem

$V_t$ : Varianza total de las mediciones.

Por otro lado, se debe obtener una tasa mínima de respuesta para evitar recoger información sesgada, de esta forma se puede asegurar no solo la participación de quienes tienen un marcado interés por el tema, sino también de un grupo que aunque muestra interés por el tema, ha participado con el fin de colaborar. De esta forma se debe conseguir al menos un 30% de respuesta válidas para cumplir con la tasa mínima (Akogbe et al., 2013, Aibinu y Odeyinka, 2006, Zou et al., 2007)

### 3.5.2 Índices de frecuencia, severidad e importancia

Como los datos obtenidos provienen de encuestas tipo Likert, la desviación estándar o media de cada factor no resulta de utilidad para generar un ranking debido a que no refleja ninguna relación entre los factores (Chan y Kumaraswamy, 1997). Los datos se procesaron para calcular 3 índices, que en conjunto permiten identificar las causas con mayor riesgo a la hora de alcanzar los objetivos impuestos:

- **Índice de Frecuencia** (F.I; por sus siglas en inglés *Frequency Index*): Representa la frecuencia con que ocurre un evento, toma valores entre 0 y 1, se calcula de la forma:

$$F. I = \frac{\sum_1^5 a_i n_i}{5N} \quad (2)$$

Donde:

- F.I: Índice de frecuencia o probabilidad

- $a_i$  : Peso asignado a cada tipo de respuesta (5 para muy probable, 4 para probable, 3 para ocasionalmente, 2 para improbable y 1 para muy improbable)
  - $n_i$ : Frecuencia de cada respuesta
  - N : Número total de los encuestados.
- **Índice de Severidad** (S.I; por sus siglas en inglés *Severity Index*): Representa la gravedad de una situación en caso de ocurrir, toma valores entre 0 y 1, se calcula de la forma:

$$S.I = \frac{\sum_1^5 b_i n_i}{5N} \quad (3)$$

Donde:

- S.I: Índice de severidad
  - $b_i$  : Peso asignado a cada tipo de respuesta (5 para desastroso, 4 para considerable, 3 para moderado, 2 para menor y 1 para insignificante)
  - $n_i$ : Frecuencia de cada respuesta
  - N : Número total de los encuestados.
- **Índice de Importancia** (IMP.I; de sus siglas en inglés *Importance Index*): Representa el riesgo total de una causa considerando la probabilidad de ocurrencia y el impacto generado en caso de ocurrir. Toma valores entre 0 y 1, valores cercanos a 1 indican una mayor importancia. Se calcula de la forma:

$$IMP.I = F.I * S.I \quad (4)$$

Donde:

- IMP.I: Índice de importancia
- F.I: Índice de frecuencia o probabilidad
- S.I: Índice de severidad

### 3.5.3 Coeficiente de correlación de Spearman

El Coeficiente de correlación de Spearman mide el grado de correlación lineal que existe entre dos variables (grupos), cuando los valores son ordenados por ranking de uno hasta N, siendo este el número de pares de valores. Así un valor de 1 como coeficiente de correlación indica una correlación positiva perfecta entre ambos grupos, es decir ambos grupos tienen exactamente el mismo ranking, un valor de -1 indica una correlación perfecta e inversa entre ambos grupos y un valor de 0 indica que no existe ningún tipo de correlación entre los grupos analizados (Weinberg y Abromowitz, 2008).

Este test tiene la ventaja de no requerir la hipótesis de normalidad de los datos o de homogeneidad de la varianza (Assaf y Al-Hejji, 2006). Se calcula de la forma:

$$r_s = 1 - \frac{6 * \sum d^2}{N(N^2 - 1)} \quad (5)$$

Donde:

$r_s$ : Coeficiente de correlación de Spearman

d: Diferencia de ranking para un mismo valor (causa) entre dos grupos distintos y

N: Cantidad de valores que componen el ranking.

Uno de los problemas de utilizar metodologías de investigación que incluyan el uso de encuestas, es la incertidumbre que se tiene a lo largo del proceso dado que es solo al final de este que se puede saber si se ha logrado un buen instrumento de medición o si deben realizarse correcciones y repetir el proceso.

Habiendo seguido y usado los procesos y estándares requerido para este tipo de estudios, se espera que los resultados confirmen la consistencia del proceso, dando resultados favorables que permitan proceder con el análisis de resultados.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente Capítulo se analizarán los resultados obtenidos a partir de las encuestas realizadas, definiendo los factores de mayor importancia y, dentro de lo que permita la muestra descomponer en distintos grupos para analizar su relación y cómo se comportan frente a las causas de riesgo.

### 4.1 Análisis cuantitativo

#### 4.1.1 Análisis de confiabilidad

Luego de un proceso que duro alrededor de dos meses, iniciándose en enero de 2015 y finalizando en marzo de 2015, se obtuvieron un total de 25 respuestas de las cuales siete se rechazaron por dos razones:

- Cuatro incompletas
- Tres *outsiders*, es decir, respuestas que no seguían el patrón de respuestas de los demás encuestados, lo que disminuía la confiabilidad del instrumento de medición.

Finalmente el saldo fue de 18 encuestas válidas, que corresponden a individuos que pertenecen a distintas empresas.

Con un total de 52 empresas contactadas se puede estimar la tasa de respuesta (considerando empresas y no individuos) en un 34,6%, lo que supera la tasa mínima de respuesta indicada en la sección 3.5.1.

Los valores de alpha de Cronbach's obtenidos fueron de 0,775 para las preguntas asociadas a probabilidad y de 0,752 para las preguntas asociadas a impacto, ambos valores representan una confiabilidad aceptable según George & Mallery (1995) obteniendo así una estructura interna confiable (Nunally, 1978). Si a esto sumamos la tasa de respuesta obtenida anteriormente, se puede continuar con el análisis.



## 4.1.2 Perfil de los encuestados

Pese a cumplir con la tasa mínima de respuesta para este tipo de estudios y con los valores aceptables del Coeficiente alfa de Cronbach, un mayor número de respuestas hubiese servido para separar grupos según distintas categorías y, de esta forma, encontrar como se relacionan estos grupos con la selección de causas y generar un mayor número de recomendaciones. Sin embargo la Tabla 4 permite inferir que la información recolectada es precedida por un amplio conocimiento en el área considerando que el 39% de los encuestados supera los 10 años de experiencia y la gran mayoría de ellos posee cargos gerenciales (Ver Anexo H).

**Tabla 4.** Perfil de los encuestados

Categoría	Encuestados	
	Cantidad	Porcentaje
<b>Años de experiencia</b>		
Menor de 2 años	2	11%
De 2 a 5 años	6	33%
De 5 a 10 años	5	28%
De 10 a 20 años	2	11%
Mayor a 20 años	3	17%
<b>Título profesional</b>		
Ingeniero Civil	10	56%
Arquitecto	3	17%
Ingeniero Constructor	1	6%
Otro	4	22%
<b>Cargo</b>		
Gerente General	11	61%
Gerente Comercial	2	10%
Gerente Técnico	2	6%
Ingeniero de Proyectos	1	6%
Jefe de Departamento	1	6%
Otro	2	11%

### 4.1.3 Ranking

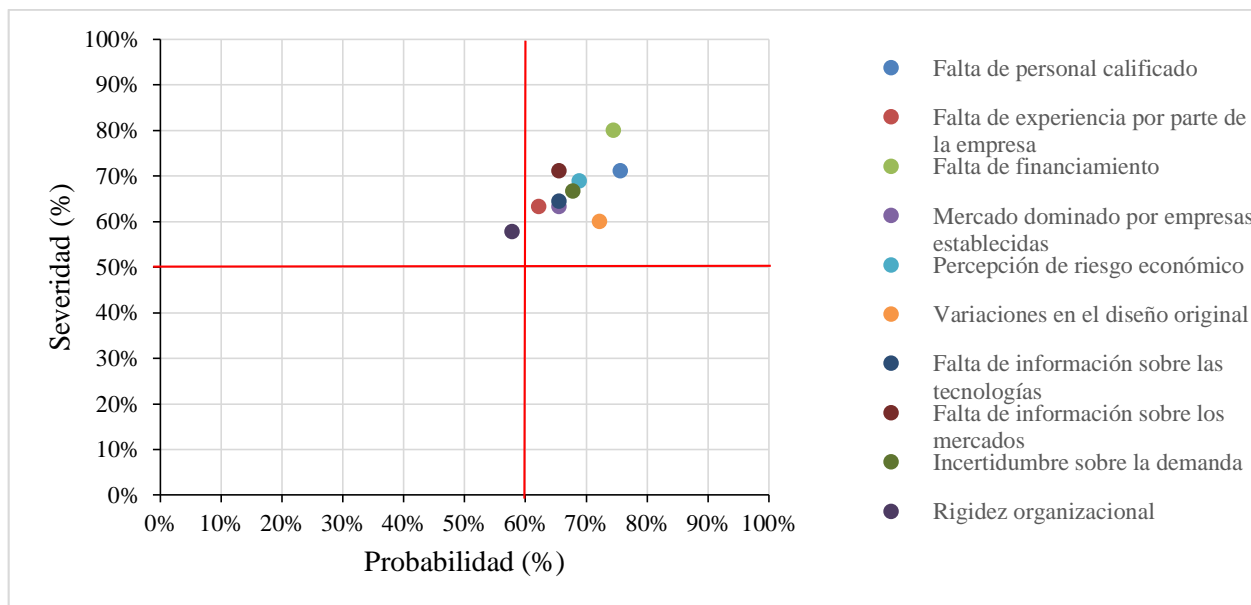
A partir de los resultados obtenidos para índice de frecuencia se observa que la causa con mayor probabilidad de ocurrencia es la falta de personal calificado, seguida por falta de financiamiento y variaciones en el diseño original, el tercer es ocupado por percepción de riesgo económico, finalmente en cuarto lugar está la falta de información sobre el comportamiento de los mercados. Cabe destacar que estas causas se encuentran dentro de las primeras cinco causas en el ranking de importancia.

En cuanto al impacto de las causas aparece en primer lugar la falta de financiamiento, seguida por la incertidumbre sobre la demanda. En tercer y cuarto lugar destacan la falta de información sobre el comportamiento de los mercados y la falta de personal calificado, respectivamente. Al igual que en el caso anterior todas ellas pertenecen a las primeras cinco causas según el ranking de importancia.

Finalmente el índice de importancia entrega una medida global del impacto que tendrá cada causa en el desarrollo del proyecto innovador. Así, los factores más importantes según su ranking de importancia son la falta de financiamiento, falta de personal calificado, una percepción de riesgo económico excesivo y falta de información sobre el comportamiento de los mercados. En todos ellos se ve una predominancia de la probabilidad de ocurrencia o de la severidad en caso de ocurrencia salvo el caso de una percepción de riesgo económico excesivo, donde los rankings alcanzados son similares en ambos casos.

Aunque las tolerancias en cuanto al riesgo permitido dependen de cada proyecto, se considerará la situación estándar donde todo lo que iguale o sobrepase la media es considerado como preocupante, así cualquier factor que sobrepase el 25% en el valor de IMP.I será considerado como relevante, siendo la rigidez organizacional la causa con menor importancia con un valor de IMP.I de 33%.

En la Figura 3 se observa que todas las causas seleccionadas tienen índices de probabilidad mayores al 50%, situación que se repite con los índices de severidad. Lo anterior asegura que los factores se encuentren en una configuración compacta dentro de la matriz de riesgo asociada.



**Figura 3.** Matriz de riesgo para los 10 factores seleccionados

**Tabla 5.** Ranking de causa según F.I, S.I e IMP.I

Causa	F.I (%)	Ranking F.I	S.I (%)	Ranking S.I	IMP.I (%)	Ranking IMP.I
Falta de financiamiento	74	2	80	1	60	1
Falta de personal calificado	76	1	71	2	54	2
Falta de información sobre los mercados	71	4	71	3	51	3
Percepción de riesgo económico	69	5	69	4	47	4
Incertidumbre sobre la demanda	68	6	67	5	45	5
Variaciones en el diseño original	72	3	60	9	43	6
Mercado dominado por empresas establecidas	66	7	63	7	42	7
Falta de información sobre las tecnologías	66	7	64	6	42	7
Falta de experiencia por parte de la empresa	62	8	63	7	39	9
Rigidez organizacional	58	10	58	10	33	10

#### 4.1.4 Correlación de respuestas

Para analizar las diferencias de percepción frente a las preguntas se realizó el test de correlación de Spearman para 5 casos.

Caso 1: mide las diferencias entre los valores asignados a la probabilidad de ocurrencia y a la severidad en caso de ocurrencia para la totalidad de la muestra

Caso 2: mide las diferencias entre individuos con título profesional de ingeniero civil y el resto de la muestra, frente a las preguntas de asignación de probabilidad a cada causa

Caso 3: mide las diferencias entre individuos con título profesional de ingeniero civil y el resto de la muestra, frente a las preguntas de asignación de severidad a cada causa

Caso 4: mide la variación en la asignación de las probabilidades de ocurrencia para individuos con experiencia menor a 10 años e individuos con experiencia mayor a 10 años

Caso 5: mide la variación en la asignación de los grados severidad en caso de ocurrencia para individuos con experiencia menor a 10 años e individuos con experiencia mayor a 10 años

**Tabla 6.** Coeficiente de correlación de Spearman para cada caso

N° de caso	Coeficiente de Correlación
1	0,739
2	0,139
3	0,527
4	0,200
5	0,558

De la Tabla 6 se observa que todos los valores de correlación obtenidos son mayores a 0 por lo que se puede señalar que existe una correlación positiva entre todos los grupos, esto implica diferencias de percepción entre grupos, pero estas se mantienen dentro de un rango de correlación positiva.

El caso 1 con un valor de correlación de 0,739 permite señalar que tanto probabilidad y severidad se encuentran relacionados de forma positiva, esto se debe a que la diferencia promedio entre

rankings es de solo 4 puestos. Solo aquellas causas con una diferencia de ranking mayor o igual a 4 puestos generan una correlación negativa, y en este caso solo existe una causa que genera este efecto, variaciones en el diseño original con 6 puestos de diferencia (9° lugar en severidad y 3° lugar en probabilidad).

En el caso 2, la asignación de probabilidades según título profesional genera la menor correlación entre grupos con un valor de 0,139, al igual que en el caso anterior se tienen 6 valores que superan los 4 puestos de diferencia, pero esta vez dos causas difieren de gran forma entre grupos, mientras que ingenieros civiles le conceden el primer lugar en el ranking de probabilidad al variaciones en el diseño original, profesionales de otras áreas le asignan el 8° lugar estableciendo una diferencia de 7 puestos, situación similar sucede con la percepción de riesgo económico que en el caso de ingenieros civiles ocupa el 8° lugar en el ranking de probabilidad mientras que para otros profesionales ocupa el 2° lugar.

En el caso 3 se repiten las diferencias entre grupos, sin embargo no son tan marcadas como los casos anteriores siendo la mayor diferencia de 6 puestos para el factor falta de experiencia por parte de la empresa, estas menores diferencias permiten obtener un factor de correlación de 0,527.

En los casos 2 y 3 se aprecia que los factores con mayores diferencias de ranking son causados por bajos rankings asignados por los ingenieros civiles frente a los altos rankings asignados por el resto de profesionales, este efecto se puede deber en parte a lo heterogéneo del grupo compuesto por ingenieros civiles, arquitectos, ingenieros constructores y otros profesionales.

Para el caso 4 se obtiene un factor de correlación de 0,200, provocado por las menores diferencias entre rankings de probabilidad, sin embargo 3 causas asociadas a la empresa constructora presentan las mayores diferencias separadas por 5 puestos, falta de experiencia por parte de la empresa, falta de financiamiento y percepción de riesgo económico, en estos casos los profesionales con menos de 10 años de experiencia le otorgan una mayor probabilidad a los factores dejándolos en los rankings 10, 6 y 8 respectivamente frente a la asignación de quienes cuentan con más de 10 años de experiencia que le asignan el 5°, 1° y 3° lugar respectivamente.

Finalmente en el caso 5 se observa que las mayores diferencias se dan en la falta de experiencia por parte de la empresa y falta de personal calificado con 7 puestos de diferencia cada una.

Se observa una independencia total de los resultados asociados a la asignación de probabilidad en el caso 2 debido a la casi nula correlación entre grupos, eso cambia totalmente al analizar la diferencia entre grupos en el caso de asignación de severidad en el caso 3 donde el factor de correlación obtenido es mayor. Ahora si observamos los coeficientes de correlación para grupos en relación a su experiencia, vemos que en ambos, independiente de la experiencia del encuestado, existe la tendencia a percibir la mayoría de los riesgos asociados a proyectos innovadores de forma similar.

Analizando las cinco principales causas según título profesional (Tabla 7) y experiencia profesional (Tabla 8) se observa que, en general, se mantienen las principales causas del ranking global con algunas incorporaciones que nacen de la percepción de cada grupo. El grupo de profesionales compuesto por profesionales con menos de 10 años de experiencia marca la mayor diferencia en relación al ranking global manteniendo solo dos causas de las cinco primeras que componen el listado global.

**Tabla 7.** Principales causas según título profesional

<b>Ingenieros Civiles</b>
Falta de financiamiento
Falta de personal calificado
Falta de información sobre los mercados
Incertidumbre sobre la demanda
Variaciones en el diseño original
<b>Otros profesionales</b>
Falta de financiamiento
Percepción de riesgo económico
Falta de personal calificado
Falta de información sobre los mercados
Incertidumbre sobre la demanda

**Tabla 8.** Principales causas según experiencia profesional

<b>Menos de 10 años de experiencia</b>
Falta de información sobre los mercados
Falta de experiencia por parte de la empresa
Falta de financiamiento
Falta de información sobre las tecnologías
Percepción de riesgo económico
<b>Más de 10 años de experiencia</b>
Falta de financiamiento
Falta de personal calificado
Percepción de riesgo económico
Variaciones en el diseño original
Falta de información sobre los mercados

#### 4.1.5 Comparación con otros países

Es necesario señalar que la comparación con otros países realizada en esta investigación es solo de carácter referencial debido a que cada estudio está basado en una serie de hipótesis, distintas metodologías, distinto número de causas, distintas escalas de evaluación, etc. Todo lo anterior además de hacer imposible extrapolar resultados entre países no permite realizar un análisis en profundidad de los riesgos asociados a cada zona geográfica, sin embargo da nociones del tema.

La comparación se basa en las 3 causas principales encontradas en el presente estudio y en otras investigaciones alrededor del mundo,.

Lo primero que se debe señalar es que independiente del país analizado, se evidenció que la falta de financiamiento y la escasez de personal calificado son factores presentes en otras latitudes encontrándose en estudios realizados en Turquía (Arslan y Kivrak, 2008; Demirbas et al., 2011), Vietnam (Le Hoai et al., 2008), Israel (Frenkel, 2003), Reino Unido (D'Este et al., 2008), Ghana (Fugar et al., 2010), Palestina (Enhassi et al., 2009), Francia (Galia et al., 2012), España (García-Vega y López, 2010), Alemania (Rese y Baier, 2011), Malasia (Kadir et al., 2005; Lim y Shyamala 2007, Sambasivan et al., 2006), Tanzania (Kikwasi, 2012), Canadá (Mohnen y Rosa, 2001), Túnez

(Moussa y Zaiem, 2013), Pakistán (Naeem et al., 2010; Nawaz et al., 2013), China (Zhu et al., 2011).

En lo que refiere al desconocimiento o falta de información sobre el comportamiento de los mercados se pudo constatar la escasez, en relación a las primeras dos causas, de estudios internacionales que compartan este resultado, por lo que inferimos que este factor es propio de nuestra realidad. Esto se atribuye a que nuestro mercado no es lo suficiente maduro a la hora de invertir en innovaciones debidamente probadas.

Finalmente, problemas asociados a la incertidumbre sobre la demanda no han sido encontrado dentro de las primeras 3 causas de riesgo dentro de la literatura revisada.

## **4.2 Análisis cualitativo**

Esta etapa de la investigación se realizó con la presentación de 2 preguntas abiertas, realizada a 18 profesionales, los que fueron seleccionados de un listado elaborado por INNOVA Bío Bío con información proveniente de empresas constructoras y de ingeniería que desarrollaron proyectos de innovación a través de sus distintas líneas de cofinanciamiento. El análisis se realizó utilizando patrones de ajuste (pattern matching) como se mencionó en el Capítulo III.

En primer lugar es necesario destacar que el 33% de los encuestados posee más de 20 años de experiencia relacionado con proyectos de innovación, por lo que su opinión es muy significativa para esta investigación, lo que no implica que lo expresado por el 67% restante no tenga relevancia, toda vez que la innovación como concepto ha tomado fuerza en nuestro país en los últimos años.

Analizando la pregunta asociada a los factores de riesgo que provocaron mayores dificultades en el desarrollo de los proyectos innovadores podemos apreciar que el 70% de los encuestados considera que el financiamiento es insuficiente para llevar a cabo sus proyectos de innovación. Esto se debe, entre otras cosas, a que la banca es restrictiva a la hora financiar iniciativas innovadoras. En esta línea, uno de los entrevistados declaró que *“el mercado es muy resistente a invertir en innovaciones que no estén suficientemente probadas”* mientras que otra persona



encuestada manifestó que *“muchos de los proyectos innovadores que impulse no hubiesen si no existieran organizaciones públicas de cofinanciamiento”*. Por otro lado, el 55% de los encuestados manifiesta que existe escasez de personal calificado al momento de desarrollar e implementar proyectos de innovación. Esto se explica porque existe ha existido una fuerte migración de profesionales a sectores de mayor desarrollo (Ej: Minería). Junto con esto, las variaciones en los diseños originales fue otro factor destacado por los profesionales entrevistados, ya que un 62% declara que muchas veces existen defectos en los diseños debido precisamente a la falta de personal capacitado en aspectos técnicos, lo que conlleva finalmente a una mala estimación de los costos finales.

Analizando la pregunta referente a los impactos generados por cada uno de los factores de riesgos, vemos que el 85% de las personas entrevistadas cree que la falta de financiamiento genera impactos considerables en el desarrollo de sus proyectos de innovación. Este resultado confirma lo obtenido en el análisis cuantitativo donde se determinó que la falta de financiamiento constituye el factor de riesgo que más impacto genera en el desarrollo de proyectos innovadores.

Por otra parte, el 72% de los encuestados considera que el desconocimiento en el comportamiento del mercado puede marcar el éxito o fracaso en sus proyectos innovadores, mientras que el 75% cree que la incertidumbre sobre los requerimientos del cliente final generan un alto impacto sobre el nivel de ventas. Uno de los encuestados expresó que *“si no conoces los requerimientos del cliente estás perdido, pues estarás colocando un producto que el cliente finalmente no comprará”*.

Cabe destacar que el 100% de los encuestados sigue ligado al desarrollo de proyectos innovadores desde diferentes ámbitos de acción. Alrededor del 40 % de los entrevistados lo hace para diferenciarse de la competencia ya que ven en la diferenciación una forma de ser más competitivos y así mantenerse en el mercado. A esto se suma que el 67% de los encuestados desarrolla innovaciones para agregar valor tanto al producto (proceso o servicio) como a la empresa, aumentando así la eficiencia de sus procesos. Por último, el 50% los encuestados lo hace por motivos vocacionales, desarrollo personal y profesional.

Los proyectos innovadores poseen características particulares con respecto a otro tipo de proyectos, por lo que estudios extranjeros pueden ser utilizados como referencias a la hora de realizar gestión de riesgo, pero sin perder de vista lo particular y diferente de la industria.

Los valores de correlación obtenidos confirman lo señalado anteriormente sobre la precaución que se debe tener a la hora de elegir la muestra con el fin de obtener una heterogeneidad y homogeneidad en la cantidad que permita al grupo ser representativo para quien está realizando la identificación de riesgos.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Las principales causas que impiden conseguir los objetivos en el desarrollo de proyectos innovadores de ingeniería son: falta de financiamiento, falta de personal calificado, falta de información sobre los mercados, percepción de riesgo económico e incertidumbre sobre la demanda. Las dos primeras causas se pueden señalar como independientes de la realidad nacional en materia de innovación, ya que se han observado como problemas en distintos países.

Las tres primeras causas mencionadas se encuentran en la zona que representa mayor riesgo tecnológico en el desarrollo de proyectos de innovación, especialmente en lo que refiere a falta de financiamiento en etapas tempranas. Es por esto que desde el gobierno y el mundo académico han nacido agencias de apoyo a proyectos de innovación ya que para la banca invertir en este tipo de proyectos representa un alto riesgo dada la gran incertidumbre que genera la puesta en marcha de proyecto innovador.

Dentro de todos los riesgos identificados, las variaciones en el diseño original genera un índice de frecuencia mayor a su índice de impacto, es decir, esta causa tiene gran probabilidad de ocurrencia, pero sus impactos no son tan severos. Las causas restantes cuentan con un alto factor de impacto debido a su mayor severidad en caso de suceder, todas ellas representan un mayor riesgo.

Por otro lado, los coeficientes de correlación obtenidos muestran que existe una concordancia entre las opiniones de profesionales, independiente de su experiencia y título profesional, sin embargo las diferencias entre grupos son suficientes para modificar los valores de impacto si se analiza de forma desagregada. Aunque escapa a los alcances de este estudio, se debe señalar que existe una mayor correlación para valores de severidad frente a valores de probabilidad, las causas de este fenómeno no han podido ser explicadas en base a los antecedentes recolectados.

Aunque se reitera que las comparaciones realizadas con estudios internacionales son solo referenciales, se destaca la existencia de similitudes en la gran mayoría de los factores encontrados, particularmente en lo que refiere a la falta de financiamiento y a la escasez de personal calificado.

## 5.2 Recomendaciones

En base a lo observado en esta investigación se recomienda para futuros estudios:

- 1.- Determinar la confiabilidad del instrumento de medición utilizando la metodología Dephi, es decir, permitir al entrevistado modular sus respuestas en una segunda ronda de idénticas preguntas conociendo el promedio de respuestas en la primera ronda. Junto a esto, sería interesante generar reuniones con un panel de expertos que incluya a incubadoras de empresas y centros de investigación y desarrollo tecnológico, con el fin de enriquecer los resultados.
- 2.- Generar un inventario de causas basado en la literatura y en la opinión de expertos con especialidades multidisciplinarias, que considere un mayor número de factores desagregados por tipo de riesgo con el fin de adecuar el inventario y realizar una identificación más precisa de los riesgos. Esto permitiría que cada organismo interesado en utilizar los resultados complemente su identificación de riesgos con la realizada por el tipo de profesionales del que carece o incluso comparar su propio análisis con el global de la industria a fin de identificar causas que puedan ser propias de la empresa.
- 3.- Replicar el estudio a nivel local pero en otras áreas de la ingeniería para identificar las causas propias a su campo de acción y cuales se asemejan a lo encontrado en esta investigación.
- 4.- Se recomienda, si el inventario de causas así lo permite, utilizar la metodología de probabilidad y severidad ya que proporciona los resultados de forma simplificada a través de matrices de riesgo junto con conocer de forma inmediata donde enfocar los recursos (en disminuir la probabilidad o disminuir la severidad)

4.-En caso de contar con un inventario de causas demasiado extenso se sugiere analizar la posibilidad de realizar una primera ronda de encuestas o entrevistas personales con el fin de filtrar aquellas causas cuyo índice de importancia sea mayor a un valor dado, una vez reducido el inventario de causas se podrá realizar una segunda ronda de encuestas extensiva a la muestra completa.

5.- Se recomienda enfocar los estudios de forma que los resultados puedan ser de utilidad para las empresas que se encuentren desarrollando proyectos de innovación o aquellas que deseen incursionar en este tema. El resultado final de cada estudio debería empujar a los organismos vinculados al uso de la gestión de riesgos mostrando sus beneficios al incorporarlos en sus proyectos.

**REFERENCIAS**

1. **Abbasnejad, B., y Moud, H.I. (2013).** Construction Delays in Iranian Civil Engineering Projects: An Approach to Financial Security of Construction Business, *Life Science Journal*, 10(2), 2632-2637.
2. **Abd El-Razek, M., Bassioni, H., y Mobarak, A. (2008).** Causes of delays in building construction projects in Egypt', *Journal of Construction Engineering and Management*, 134 (11) 831-841.
3. **Aibinu, A. A., y H. A. Odeyinka. (2006).** Construction delays and their causative factors in Nigeria. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(7), 667-677. DOI 10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:7(667).
4. **Akogbe, R. K. T., X. Feng y J. Zhou (2013).** Importance and ranking evaluation of delay factors for development construction projects in Benin. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 17(6), 1213-1222. DOI 10.1007/s12205-013-0446-2.
5. **Alaghbari, W.A.M., Mohd. Kadir, M.R.A., Salim, A. y Ernawati, F. (2007),** “The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia”, *Engineering, Construction and Architectural Management*, 14(2), 192-206.
6. **Al-Kharashi, A., y M. Skitmore (2009).** Causes of delays in Saudi Arabian public sector construction projects. *Construction Management and Economics*, 27(1), 3-23. DOI 10.1080/01446190802541457.
7. **Allen, D., y Lueck D. (1995).** Risk, Uncertainty and Contracts. Working Paper No. 173, Center for Law, Economics, and Public Policy, Yale Law School.
8. **Aloini, D., Dulmin, R. y Mininno, V. (2007).** Risk management in ERP Project introduction: review of the literature”, *Information & Management*, 44(6), 547-567.

9. **Arellano, P., y Schuster, T. (2014).** Innovación y la Ley sobre Incentivo Tributario a la I+D, Unidad de Estudios, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
10. **Arslan, G., y Kivrak, S. (2008).** Critical factors to company success in the construction industry. *Proceedings of World Academy of Science*, 35, 405-408.
11. **ASCE. (2007).** The Vision for Civil Engineering in 2025, American Society of Civil Engineers, <http://content.asce.org/vision2025/index.html>
12. **Assaf, S. A. y S. Al-Hejji (2006).** Causes of delay in large construction projects. *International journal of project management*, 24(4), 349-357.
13. **BIS y NESTA. (2014).** Annual Innovation report 2014. Consultado el 13 de Noviembre de 2014, del sitio Web: Blackwell Publishing.
14. **Bland J.M., y Altman DG. (2002).** Validating scales and indexes. *Br Med J.* 2002;24:606-7.
15. **Bowers, J., y Khorakian, A. (2014).** Integrating Risk Management in the Innovation Project”. *European Journal of innovation management*, Vol. 17, pp. 25-40.
16. **Castro, V. (2011).** Innovación en la creación y desarrollo empresarial: Éxitos y fracasos en la innovación. MBA Desarrollo Sostenible, MBA Responsabilidad Corporativa.
17. **Chan, D. W. y M.M. Kumaraswamy (1997).** A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction projects. *International Journal of project management*, 15(1), 55-63.
18. **Chan, D., Chan, A., Lam, P., Yeung, J., y Chan, J. (2011).** “Risk ranking and analysis in target cost contracts: empirical evidence from the construction industry”, *International Journal of Project Management*, Vol. 29 No. 6, pp. 751-763.
19. **Chapman, C., y Ward, S. (1997).** *Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights.* School of Management, University of Southampton. John Wiley & sons.

20. **CEPAL (2014)**. Página Web de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <http://www.cepal.org> [Acceso el 20 de Noviembre de 2014].
21. **Chesnais, F. (1986)**. Science, Technology and Competitiveness, STI Review, No. 1, OECD, Paris.
22. **Codeiro, A. (2011)**. Análise das barreiras à inovação em pequenas e médias empresas em Portugal, Tese de mestrado, Escola de Engenharia, Universidade do Minho.
23. **CORFO (2014)**. Página Web de la Corporación de Fomento de la Producción. <http://www.corfo.cl> [Acceso el 25 de Noviembre de 2014].
24. **Cortina J.M. (1993)**. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *J Appl Psychol*;78:98-104.
25. **Cronbach L.J. (1951)**. Coefficient alpha and the internal structure of test. *Psychometrika*;16:297-334.
26. **D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M., y von Tunzelmann, N. (2008)**. What hampers innovation? Evidence from the UK CIS 4. SEWPS Working Paper n° 168. SPRU, Electronic Working Paper Series, University of Sussex.
27. **Demirbas, D., Hussain, H.M., y Matlay, H. (2011)**. Owner-Manager's Perceptions of Barriers to Innovation: Empirical Evidence from Turkish SMEs", *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 18 (4): 764-780.
28. **Drucker, P. (2007)**. Management Challenges for the XXI century - Classic Drucker collection Butterworth Heinemann. Second Edition. Elsevier.
29. **Ejaz, N., Hussain, J., Shabbir, F., Shamim, M.A., Usman, A.N., Tahir, M.F., Ahmad, N., y Farooq, Q.U. (2013)**. Assessment of most critical success factors for mega construction projects in Pakistan. Department of Civil Engineering, University of Engineering & Technology, Taxila, Pakistan. *Life Science Journal*;10.



30. **Enshassi, A., S. Mohamed y S. Abushaban, S. (2009).** Factors affecting the performance of construction projects in the Gaza strip. *Journal of Civil Engineering and Management*, 15(3), 269-280.
31. **Escorsa P., y Valls J. (2003).** *Tecnología e Innovación en la empresa*. España: Ediciones UPC P.
32. **Estrategia Regional de Innovación (ERI) (2012).** Diagnóstico y establecimiento de la Eestrategia Regional de Innovación y acciones afines en Bío Bío. Proyecto RED – Alias Group.
33. **Fang, D., M. Li, P.S.W. Fong y L. Shen (2004).** Risks in Chinese Construction Market- Contractors' Perspective. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(6), 853-861.
34. **Flanagan, R., y Norman, G. (1993).** *Risk management and construction*. Blackwell Scientific, Cambridge, Mass.
35. **Freeman, C. (1974).** *The Economics of Industrial Innovation*, 1st edn, Harmondsworth, Penguin; 2nd edn 1982 London, Frances Pinter.
36. **Frenkel, A. (2003).** Barriers and Limitations in the Development of Industrial Innovation in the Region,” *European Planning Studies* 11, 115–137.
37. **Fugar, F.D.K., y Agyakwah-Baah, A.B. (2010).** Delays in building construction projects in Ghana. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 10 (1/2), 103-116.
38. **Galia, F., Mancini, S. y Morandi, V. (2012).** Obstacles to innovation: what hampers innovation in France and Italy?”, Paper presented to DRUID Society 2012.
39. **Garcia-Vega, M. y Lopez, A. (2010).** Determinants of Abandoning Innovative Activities: Evidence from Spanish Firms”, *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 13: 69-91.

40. **Gee, Sh. (1981).** Technology transfer, Innovation & International Competitiveness. Nueva York; Wiley & Sons.
41. **Godin, B. (2011).** The Linear Model of Innovation: Maurice Holland and the Research Cycle, *Social Science Information*, 50 (3-4): 569-581.
42. **Gündüz, M., Nielsen, Y., y Özdemir, M. (2012).** Quantification of Delay Factors Using the Relative Importance Index Method for Construction Projects in Turkey. *Journal of Management in Engineering*, 29(2), 133-139.
43. **Halman, J.I.M. y Keizer, A. (1994).** Diagnosing risks in product-innovation projects”, *International Journal of Project Management*, Vol. 12 No. 2, pp. 75-80.
44. **Hernández, R., Fernández-Collado, y C. Baptista, P. (2010).** Metodología de la Investigación. Mc Graw-Hill Interamericana de México S.A., México.
45. **Hölzl, W. y Janger, J. (2012).** Innovation Barriers across Firms and Countries, WIFO Working Papers, No. 426-2012.
46. **Huergo, E., y Jaumandreu, J., (2004).** How does probability of process innovation change with firm age? *Small Business Economics* 22 (3-4), 193-207.
47. **Hwang, B. G., Zhao, X., y Gay, M. J. S. (2013).** Public private partnership projects in Singapore: Factors, critical risks and preferred risk allocation from the perspective of contractors. *International Journal of Project Management*, 31(3), 424-433.
48. **Kelly, J., Male, S. y Graham, D. (1994).** Value Management of Construction Projects.
49. **Kikwasi, G.J. (2012).** Causes and Effects of Delays and Disruptions in Construction Projects in Tanzania, in: Chileshe, N., Rofe, M., Rameezdeen, R. et al (Eds.), *Proceedings of the 6th International Conference and Workshop on Built Environment in Developing Countries ‘Fragmented Futures: the built environment in a volatile world’*, 4th - 5 th December 2012, University of South Australia, Adelaide, Australia, pp. 138-148.

50. **Kliem, R. y Ludin, I. (1997)**. Reducing Project Risk, Publicado por Gower Publishing Limited.
51. **Koushki, P.A., Al-Rashid, K., y Kartam, N. (2005)**. Delays and cost increases in the construction of private residential projects in Kuwait.” *Construction Management and Economics*, Vol. 23, No. 3, pp. 285-294.
52. **Lazzaron, L. (2010)**. Vulcan, father of innovation, *EUROPEAN CEO*, 1 August, p. 114.
53. **Lederman, D., y Maloney W.F. (2003)**. R&D and Development, World Bank Research Working Paper 3024.
54. **Le-Hoai, L., Dai Lee, Y., y Lee, J.Y. (2008)**. Delay and cost overruns in Vietnam large construction projects: A comparison with other selected countries. *KSCE journal of civil engineering*, 12(6), 367-377.
55. **Lim, E. S., y Shyamala, N., (2007)**. Obstacles to innovation: evidence from Malaysian manufacturing firms. MPRA Paper 18077, University Library of Munich, Germany.
56. **Lowrance, W.W. (1976)**. *Of Acceptable Risk: Science and the Determination of Safety*. Los Altos, CA: W. Kaufmann.
57. **Lu, S. y Yan, H. (2013)**. A comparative study of the measurements of perceived risk among contractors in China. *International Journal of Project Management*, 31(2), 307-312.
58. **Mahroum, S. (2008)**. Innovate out of the economic downturn, *BusinessWeek Online*, 28 October, p. 18
59. **Martínez, R., Tuya, L., Martínez, M., Pérez, A., y Cánovas, A. (2009)**. El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman, *Caracterización*”.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v8n2/rhcm17209.pdf> [Acceso el 01 de Febrero de 2015].

60. **Matos, N. (2007)**. Cómo surgen las características que distinguen a las organizaciones innovadoras: una propuesta metodológica. Consultado el 11 de Noviembre de 2014, del sitio Web del Departamento de Publicaciones de la Universidad de ESAN:
61. **Merna, T. (2004)**. Risk Management in projects and organizations. Edición 2004.
62. **Mohnen, P., y Rosa, J., (2000)**. Les obstacles à l'innovation dans les industries de services au Canada, Scientific Series, CIRANO, Montréal.
63. **Moussa, N., y Zaiem, I. (2013)**. Les facteurs explicatifs des obstacles à l'innovation: investigation empirique dans les entreprises tunisiennes. International Conference on Business, Economics, Marketing & Management Research. (2), 191-195.
64. **Nawaz, T., Shareef, N.A., y Ikram, A.A., (2013)**. Cost performance in construction industry of Pakistan. Ind. Eng. Lett. 3 (2), 19–33.
65. **Nummedal TA, Hide A, y Heyerdahl R. (1996)**. Cost effective risk management on ageing offshore installations. International conference on health safety and environment society of petroleum engineers risk; 2: 557-65.
66. **Nunnally, J. (1978)**. Psychometric methods. McGraw-Hill, New York, NY.
67. **OECD y Eurostat. (2005)**. Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. 3º Edición.
68. **Olawale, Y. A. y Sun, M. (2010)**. Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice. Construction Management and Economics, 28(5), 509-526.
69. **Oppenheim, A. N. (2000)**. Questionnaire design, interviewing, and attitude measurement. Continuum International Publishing Group, London.

70. **Owolabi J., Amusan L., Oloke C., Olusanya O, Tunji- Olayeni P., Owolabi D., Peter J., y Omuh I. (2014).** Causes and effect of delay on project construction delivery time. *International Journal of Education and Research* (2).
71. **Ozer, M. (2006).** New product development in Asia: an introduction to the special issue”, *Industrial Marketing Management*, 35(3), 252-261.
72. **Piater, A. (1981).** Les innovations transectorielles et la transformation des entreprises. Barcelona: ESADE, 1987.
73. **Ponti, F, (2009).** La empresa creativa: metodologías para el desarrollo de la innovación en las organizaciones. 1ª Edición. Buenos Aires, Argentina. Granica.
74. **Porter, M. (1991).** La ventaja competitiva de las naciones. 1ª Edición. Buenos Aires, Argentina. Javier Vergara Editor.
75. **Project Management Institute (2000).** Construction Extension to, A guide to the project management Body of Knowledge, PMBOK Guide.
76. **Ramírez, E., y Furnaro, A. (2013).** Evaluación de resultados e impacto de líneas “innovación empresarial”, “capital para el emprendimiento innovador” y la “convocatoria de innovación emprendedora de la región del biobío”. RIMISP – Centro Latinoamericano Para el Desarrollo Rural.
77. **Rese, A. y Baier, D. (2011).** Success factors for innovation management in networks of small and medium enterprises, *R&D Management*: 1-18.
78. **Rowe, W.D. (1977).** An Anatomy of Risk. New York: Willey.
79. **Samari M., Godrati N., Esmailifar R., Olfat P., y Shafiei M. (2013).** The investigation of the barriers in developing green building in Malaysia, *Modern Applied Science*” No 2.
80. **Sambasivan, M. y W. Soon (2007).** Causes and effects of delays in Malaysian construction industry. *International Journal of project management*, 25(5), 517-526.

81. **Samson, D. (2010)**. Innovation for Business Success: achieving a systematic innovation capability. Report for the Victoria Government Department of Innovation, Industry, Science and Research.
82. **Schumpeter, J.A. (1934, 1980)**. The Theory of the Economic Development. Oxford University Press: London.
83. **Science and Engineering Research Council (1992)**. Engineering Construction Risks: a guide to project risk analysis and risk management. Publicado por Thomas Telford Services Ltd,
84. **Seaden, G., y Manseau, A. (2001)**. Public policy and construction innovation. Building Research and Information, 29(3), 182-96.
85. **Segarra, A., Garcia, J., y Teruel, M., (2008)**. Barriers to innovation and public policy in Catalonia. International Entrepreneurship and Management Journal, forthcoming.
86. **Senor D., y Singer S. (2009)**. Start Up Nation. <http://www.startupnationbook.com/> [Acceso el 12 de Noviembre de 2014].
87. **SII (2014)**. Página Web del Servicio de Impuestos Internos de Chile. <http://www.sii.cl> [Acceso el 14 de Noviembre de 2014].
88. **Simon, P., Hillson, D. y Newland, K. (1997)**. Project Risk Analysis and Management (PRAM) Guide, Association for Project Management, The APM Group Ltd.
89. **Simon, R. (2009)**. New product development and forecasting challenges”, Journal of Business Forecasting, 28(4), 19-21.
90. **Smith, N.J., Merna, T. y Jobling, P. (2006)**. Managing Risk in Construction Projects, 2nd ed., Blackwell Publishing, Oxford.

91. **Smith, P., y Merritt, G. (2002).** Proactive Risk Management: Controlling Uncertainty in Product Development. Productivity Press, New York.
92. **Sourani, A., y Sohail M. (2011).** Barriers to Addressing Sustainable Construction in Public Procurement Strategies. Proceedings of the Institution of Civil Engineers (ICE)—Engineering Sustainability 164 (4): 229–237.
93. **Streiner, D.L. (2003).** Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. J Pers Assess;80:217-22.
94. **Taplin, R. y Schymyck, N. (2005).** An interdisciplinary and cross-cultural approach, in Taplin, R. (Ed.), Risk Management and Innovation in Japan, Britain and the United States, Routledge, London, pp. 1-20.
95. **The Global Innovation Index (2014).** The Human Factor in Innovation. Cornell University, The Business School for the World, World Intellectual Property Organization. <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/gii-2014-v5.pdf>
96. **Tidd, J., y Bessant, J. (2009).** Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change, 4th ed. Chichester: Wiley.
97. **Weinberg, S. L. y S. K. Abramowitz (2008).** Statistics using SPSS: an integrative approach. Cambridge University Press.
98. **Wharton, F. (1992).** Risk management: Basic concepts and general principles. In J. Ansell & F. Wharton (Eds.), Risk: Analysis, Assessment and Management (p.4). Chichester: John Wiley and Sons.
99. **Wright, K. B. (2005).** Researching Internet-based populations: Advantages and disadvantages of online survey research, online questionnaire authoring software packages, and web survey services. Journal of Computer-Mediated Communication, 10(3), 00-00.

100. **Yin, R. (2003).** “Applications of case study research”.Design and Methods. Sage Publications, Thousand Oaks, CA.
101. **Zhu, Y., Witman, X., y Peng, M. (2012).** Institution-based barriers to innovation in SMEs. Asia Pacific Journal of Management.
102. **Zou, P. X., G. Zhang y J. Wang (2007).** Understanding the key risks in construction projects in China. International Journal of Project Management, 25(6), 601-614.



## ANEXOS

### Anexo A Tipos de innovación

Las empresas incorporan innovaciones de distintas formas; para obtener mayor calidad en sus productos o servicios, o aumentar su rapidez en la introducción en el mercado. Cualquiera sea el caso, su única exigencia es establecer un cambio dentro de la empresa.

El establecimiento de tipologías de innovación ha atraído el interés de muchos investigadores, cuyos trabajos han conducido a diferentes clasificaciones, entre las destacan dos:

- Según el grado de originalidad y novedad de la innovación
- Según su naturaleza.

#### A.1 Grado de novedad de la innovación

**Innovación radical.** Dice relación con la generación de un cambio o introducción de un nuevo producto. Constituyen una ruptura con la base existente de productos y servicios, o con las formas establecidas de hacer las cosas en una industria. Estas se basan en un nuevo conocimiento, el cual es explotado comercialmente, dando lugar a nuevos productos o procesos, dejando obsoletos los anteriores.

**Innovación incremental.** Consiste en mejoras graduales en los productos o procesos, las que también se basan en la creación de nuevo conocimiento, pero, a diferencia de las radicales, se desarrollan sobre la misma estructura tecnológica existente. Este tipo de innovaciones permiten aumentos continuos de productividad de pequeña magnitud y mejoras sostenidas en los productos.

#### A.2 Naturaleza de la innovación

**Innovación tecnológica.** Surge tras la utilización de la tecnología como medio para producir un cambio en la empresa. Este tipo de innovación tradicionalmente se ha asociado a cambios en

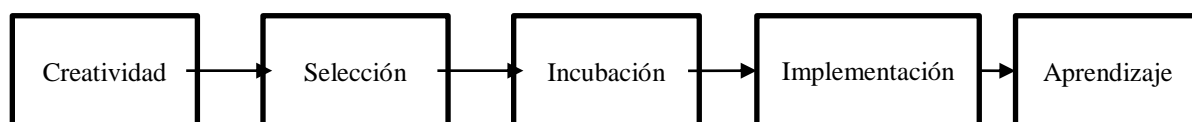
aspectos directamente relacionados con los métodos de producción. La tecnología puede ser creada por la propia empresa o adquirida a cualquier proveedor, público o privado, nacional o extranjero. El único agente imprescindible para que exista innovación tecnológica es la empresa, ya que es la responsable de su utilización para introducir el cambio.

**Innovación comercial.** Aparece como resultado del cambio de cualquiera de las diversas variables del marketing. Entre las innovaciones de tipo comercial destacan: nuevos medios de promoción de ventas, nuevos sistemas de distribución y nuevas formas de comercialización de bienes y servicios.

**Innovación organizacional.** En este caso el cambio ocurre en la dirección y organización bajo la cual se desarrolla la actividad productiva y comercial de la empresa. Se refiere a las nuevas formas en que el trabajo, el conocimiento, el capital, la tecnología y otros recursos pueden ser combinados con el objetivo de posicionar la empresa en un espacio de ventaja competitiva.

## Anexo B      **Proceso de innovación**

Existen muchos modelos del proceso de innovación que considera diferentes etapas desde la generación de nuevas ideas hasta la implementación final a gran escala. En la Figura 3 se puede visualizar un modelo básico de 5 etapas.



**Figura B.1** Modelo del proceso de innovación. Fuente: Elaboración propia

El proceso de innovación se inicia con la etapa de creatividad en donde se examina el entorno interno y externo: las necesidades de los clientes, productos de la competencia y al interior de la empresa en el departamento de I+D, todos pueden ser fuentes de creatividad. Luego viene un proceso de selección donde la empresa evalúa los méritos relativos de las ideas de la competencia, teniendo

en cuenta la estrategia de la organización y las limitaciones operativas. En la etapa de la incubación de la empresa desarrolla un prototipo, utilizándolo para identificar los problemas y resolverlos antes de pasar a las siguientes etapas. Durante la implementación la empresa amplía el prototipo hasta la producción completa y lanza el producto al mercado. Dependiendo del éxito o fracaso alcanzado por la innovación, la experiencia debe proporcionar la oportunidad de aprender, con el fin de ampliar su base de conocimientos para apoyar innovaciones futuras.

## **Anexo C Metodología para la elaboración de una encuesta tipo**

A continuación se describen los pasos a seguir para elaborar apropiadamente una encuesta o entrevista, basado en las recomendaciones descritas por Abraham Naftali Oppenheim (2001). en el libro “Questionnaire design, interviewing, and attitude measurement”.

### **C.1. Necesidad de un buen diseño**

La necesidad de un buen diseño de investigación surge cuando se quiere generalizar a partir de nuestros resultados, ya sea en términos de la frecuencia de los datos de una encuesta en particular o simplemente de las variables que surgen de una cierta cantidad de información recolectada. En términos generales, un buen diseño de investigación debe, por sobre todo, obtener conclusiones válidas.

### **C.2. Pasos para un buen diseño**

Lo más importante para la construcción de toda encuesta o entrevista es tener claro todos los pasos descritos a continuación, para así obtener un buen instrumento de medición con la finalidad de obtener información relevante, no dejando espacio para la existencia de lagunas en las conclusiones.

Un cuestionario no es sólo una lista de preguntas o un formulario para ser llenado. Es esencialmente una herramienta de medición, un instrumento para la recolección de un determinado tipo de datos.

A continuación se definen los pasos a seguir para la elaboración de un instrumento de evaluación conforme a los requerimientos de la investigación:

- a. Definir los objetivos y las teorías del estudio que van a ser investigadas.
- b. Revisión de bibliografía. En caso de existir entrevistas previas, utilizar dicha información para complementar.
- c. Encontrar las variables de algún estudio preliminar; seguido por la revisión de una serie de entrevistas exploratorias o en profundidad.
- d. Diseñar el estudio y realizar la evaluación de las limitaciones de tiempo, recursos económicos y humanos. Considerar desistir de la operación cuando las condiciones para la recolección no son las adecuadas.
- e. Decidir qué hipótesis serán investigadas y hacer que éstas estén relacionadas con la situación en estudio, para luego realizar un listado de las variables que tienen que ser medidas.
- f. Realizar una prueba piloto (pilotear) en terreno de los instrumentos seleccionados (por ejemplo, una entrevista piloto a un grupo de estudio más pequeño que la muestra total).
- g. La muestra a estudiar debe ser representativa, es decir, se debe elegir a un grupo de entrevistados que entreguen información relevante para la investigación.
- h. Basado en el criterio anterior proceder a la selección de las personas a entrevistar.
- i. Realizar el trabajo de campo. Esto es, llevar a cabo las entrevistas o encuestas por distintos medios, tales como: entrevistas personales, grupales, encuestas por correo, telefónicas, entre otros. En este caso, de forma presencial o telefónica.
- j. Procesamiento de los datos, es decir, transcribir la información recopilada.

- k. Efectuar los análisis correspondientes, a través de programas estadísticos.
- l. Analizar los resultados y comprobar las hipótesis planteadas.
- m. Redactar un informe con los resultados y conclusiones de la investigación.

### C.3. Diseño analítico de una encuesta.

En el diseño analítico de una encuesta o entrevista, es útil distinguir cuatro tipos diferentes de variables:

- **Variables experimentales.** Corresponden a las "causas" o predictores de los efectos de que se están estudiando. En ocasiones también se les denomina variables independientes o explicativas.
- **Variables dependientes.** Son aquellas que nacen de las variables experimentales como resultado del análisis de éstas.
- **Variables controladas.** Son las variables que el investigador va escogiendo de acuerdo a la necesidad del estudio. Estas variables pueden ser controladas por exclusión (por ejemplo, entrevistando sólo hombres en una muestra; el género se excluye como fuente de variación); por medición constante (por ejemplo, entrevistando a todos los participantes en el mismo día, eliminando así el efecto día de la semana); o por asignación al azar (por ejemplo, en el caso de preguntas de opción múltiple, en las cuales el orden de las alternativas se presentan al azar a los encuestados).
- **Variables no controladas.** Son aquellas variables que nacen sorpresivamente en la investigación a través del trabajo en terreno y que muchas veces tienden a confundir la investigación. Estos efectos son conocidos también como "sesgos correlacionados". Estos sesgos pueden provocar graves errores de interpretación, por lo que de existir, se debieran generar nuevas hipótesis de investigación para evitarlos. Por ejemplo; una encuesta sobre el

consumo de cierto producto, va a depender de la demanda que este tenga en el mercado, es decir, los resultados de esta encuesta no siempre van a ser iguales.

#### **C.4 Tipos de preguntas en una investigación.**

Las preguntas que se pueden realizar dentro de una encuesta se agrupan en dos tipos: preguntas abiertas y las preguntas cerradas.

**Preguntas abiertas.** Este tipo de preguntas permiten que el encuestado pueda formular su propia respuesta

Las ventajas y desventajas de este tipo de preguntas son:

- Ventajas:
  - Permiten profundizar en un tema.
  - Alta variedad de respuestas.
  - Admiten menos posibilidad de fraude en la respuesta.
  
- Desventajas:
  - Requieren mayor tiempo de respuesta.
  - Las respuestas son más difíciles de analizar.
  - Las respuestas requieren mayor tiempo de análisis.
  - En este tipo de preguntas se recomienda no influir en el encuestado con opiniones personales, ya que puede provocar alteración en la respuesta.

**Preguntas cerradas.** A diferencia de las preguntas abiertas, las preguntas cerradas permiten que el encuestado elija su respuesta dentro de un marco limitado y previamente establecido.

Las ventajas y desventajas de este tipo de preguntas son:

- Ventajas:
  - Son más fáciles de analizar si el cuestionario es largo.
  - Son mejores si la motivación del entrevistado es baja.
  - Son preguntas rápidas y fáciles de responder.

- Permiten al encuestado responder fácilmente, aún si éste tiene problemas de comunicación.
- Desventajas:
  - Pueden generar respuestas falsas o imprecisas si el encuestado no domina el tema.
  - No permiten al encuestado entregar distintos puntos de vista sobre la pregunta en cuestión.
  - Acostumbran al encuestado a responder en forma rápida.

Para las preguntas cerradas los métodos más empleados son:

- a. **Pregunta de dos vías.** Aquí sólo hay dos alternativas (sí/no, bueno/malo).
- b. **Escala de Likert.** Corresponde a una escala de nivel ordinal caracterizada por ubicar una serie de frases seleccionadas en una escala con grados de acuerdo/desacuerdo. Por ejemplo: "Muy de acuerdo (5) – De acuerdo (4) – Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3) – En desacuerdo (2) – Muy en desacuerdo (1)".
- c. **Escala Diferencial Semántica.** Aquí se ofrece una escala de puntos opuestos a cada extremo. Como por ejemplo: “coloque nota del 1 al 7 a la siguiente pregunta...”.
- d. **Escala de tráfico.** Es un orden de preferencia, importancia, calidad, etc. Como por ejemplo: “A los alumnos de una cierta carrera en una universidad se les pregunta lo siguiente: Por orden de importancia, enumere que es más importante para usted: Dormir (1); Estudiar (2); Recrearse (3)”.

La (1) y la (2) son las usadas en esta investigación.

### C.5 Elección del diseño apropiado de una encuesta

Para la elección de un diseño apropiado se debe tomar en cuenta lo siguiente antes de comenzar:

1. ¿Cuánto se sabe sobre las variables causales y procesos en el área elegida de la investigación?
2. ¿Cuánto control habrá sobre los acontecimientos en el proceso de la investigación?

Respondiendo a estas preguntas se llega a los siguientes cuatro grupos:

- a. Se sabe muy poco, y el investigador no tiene control sobre los acontecimientos.
- b. Existe un sólido dominio del tema, pero el investigador no tiene poder para influir en los acontecimientos.
- c. Se sabe poco del tema, pero el investigador tiene el poder de controlar los acontecimientos.
- d. Existe un sólido dominio del tema, y el investigador puede controlar los acontecimientos.  
Hay diseños apropiados para cada una de estas categorías.

Esto se puede visualizar de forma resumida en siguiente Tabla:

**Tabla C.1** Diseño de encuestas para estudios analíticos

	<b>Poco dominio sobre un tema</b>	<b>Alto dominio sobre un tema</b>
<b>Poco control sobre eventos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseños experimentales</li> <li>• Diseños transversales</li> <li>• Panel de estudio</li> <li>• Retrospectiva de seguimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseños factoriales</li> <li>• Análisis multivariado: de regresión y múltiple.</li> </ul>
<b>Alto control sobre eventos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de seguimiento prospectivo con el control de la muestra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectos y estudios de intervención</li> </ul>



## C.6 Diseño descriptivo

Los estudios descriptivos, tales como encuestas de opinión, estudios de mercado y los censos son ampliamente utilizados y demandan de un alto nivel de precisión. Por lo general, estos estudios se refieren a grandes poblaciones.

- a) **Como elegir a los encuestados.** En principio, una muestra representativa de una población debe realizarse de manera que todos los miembros tienen la misma posibilidad de ser encuestados (muestra probabilística)
- b) **Muestras representativas.** Es la actividad por la cual se toman ciertas muestras de una población de elementos, de los cuales vamos a tomar ciertos criterios de decisión.

### C.6.1 Tipos de muestreo

**No aleatorios.** Se eligen los elementos, buscando que sean representativos, según la opinión del investigador.

**Aleatorios.** Todos los miembros de la muestra han sido escogidos al azar, de manera que cada miembro de la población tuvo igual oportunidad de salir en la muestra. Dentro de los muestreos aleatorios podemos identificar los siguientes:

- **Simple:** elegido el tamaño de la muestra, los elementos que la compongan se han de elegir aleatoriamente entre los individuos de la población. Por ejemplo: En una población de 3 unidades A-B-C, las combinaciones posibles de elegir 2 muestras son: A-B, B-C y A-C. Pero si la población es mayor la cantidad de combinaciones aumenta considerablemente, lo cual la hace poco práctica y a veces imposible de realizar.
- **Sistemático:** se ordenan previamente los individuos de la población; después se elige uno de ellos al azar, a continuación, a intervalos constantes, se eligen todos los demás hasta completar la muestra. Por ejemplo: Una empresa de telefonía celular tiene 10.000 suscritos, ésta desea realizar una encuesta “x” a sólo el 10% de la población, entonces se ordenan los apellidos de los suscritos en forma alfabética y se elige uno de ellos entre los primeros 10, supongamos que es el 8, entonces

seleccionamos los nombres del directorio que corresponden a los números 8, 18, 28, 38 y así sucesivamente.

- **Estratificado:** se divide la población total en clases iguales, llamadas estratos; por ejemplo, por grupos de edades, por sexo. Hecho esto la muestra se escoge aleatoriamente en un número proporcional al de los componentes de cada clase o estrato. Por ejemplo: Supongamos que nos interesa obtener una muestra de las opiniones de los profesores de una gran universidad. Puede ser difícil obtener una muestra con todos los profesores, así que supongamos que elegimos una muestra aleatoria de cada Facultad, o de cada Departamento académico; los estratos vendrían a ser las Facultades, o los Departamentos académicos según corresponda.

**Muestreo por cuotas.** En este tipo de muestreo se fijan unas "cuotas" que consisten en un número de individuos que reúnen determinadas condiciones, por ejemplo: 20 individuos de 25 a 40 años, de sexo femenino y residentes en Concepción. Una vez determinada la cuota, se eligen los primeros que se encuentren que cumplan esas características. Este método es utilizado ampliamente en las encuestas de opinión.

**Bola de nieve y muestreo por sentencia.** Se localiza a algunos individuos, los cuales conducen a otros, y estos a otros, y así hasta conseguir una muestra suficiente. Este tipo de encuesta se emplea muy frecuentemente cuando se hacen estudios con poblaciones.

- c) **Tamaño de la muestra.** Todo estudio que requiere el uso de encuestas o cuestionarios, tiene como obligación determinar el tamaño de la población necesaria para la ejecución del mismo. En nuestro, el tamaño muestral lo hemos definido en base a la batería de proyectos proporcionada por la agencia de financiamiento respectiva.

## C.7 Formato de las preguntas

Las consideraciones a tener en cuenta para realizar las preguntas son las siguientes:

- No usar jergas o abreviaturas.
- Mantenga las preguntas simples y/o más cortas posibles.

- No utilizar términos vagos, evite la ambigüedad y sea preciso.
- Evite realizar más de una pregunta o preguntas dobles.
- Evitar preguntas negativas, es decir, evite usar la palabra “no”.
- Utilizar conceptos y palabras comunes, es decir, no use términos poco usuales, como por ejemplo: no usar la palabra “Ímprobo” para referirse a la palabra “Esfuerzo”.
- Tenga cuidado sobre las preguntas que involucran la memoria/recuerdo.
- Tenga cuidado al cubrir temas delicados o embarazosos.

### **C.8 Poner a prueba el cuestionario**

Es muy importante poner a prueba el cuestionario antes de trabajar en terreno. Se tendrá que comprobar cuánto tiempo tarda en completar el cuestionario, verifique que todas las preguntas y las instrucciones son claras y tratar de exponer los elementos que no permitan obtener datos útiles.

Usted podría preguntarse lo siguiente:

- ¿Cuánto tiempo se tarda en completar?
- ¿Las instrucciones son claras?
- ¿Hubo preguntas ambiguas?
- ¿El diseño es claro y fácil de seguir?
- ¿Se han omitido temas?

### **C.9 Validación de los datos obtenidos**

Finalmente, una vez realizado el cuestionario y con todos los datos obtenidos es necesario validar esta información. Para esta investigación se propuso determinar la confiabilidad de los datos obtenidos a partir del Coeficiente alfa de Cronbach, además de verificar el cumplimiento de la tasa de respuesta mínima.

**Anexo D Carta de presentación**

Sr(a): Concepción, Enero 2015.

At: Gerente a fin

Presente. Ref.: Solicita entrevista de 20 minutos para investigación sobre Gestión de Riesgos en el desarrollo de proyectos innovadores de Ingeniería.

De mi consideración,

Junto con saludarle, agradeceré a Ud. dar las facilidades para que el Sr. Diego Sánchez Villalobos, R.U.T. N° 16.504.003-1, alumno regular de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad del Bío-Bío, quien se encuentra desarrollando un proyecto de investigación en colaboración con Innova Bío Bío, pueda entrevistarse con usted en relación al proyecto “Análisis de la Gestión de Riesgos en el desarrollo de proyectos innovadores de Ingeniería en la Región del Bío Bío”.

Dicha entrevista contempla no más de 15 breves preguntas, pudiendo ser esta entrevista de forma presencial o vía telefónica. Cabe destacar que la información recogida, será manejada con total confidencialidad, no indicando en la investigación ni el nombre del entrevistado ni el de la empresa que representa, siendo solamente presentados los resultados generales de las empresas encuestadas, recibiendo usted, si lo desea, una copia de los resultados obtenidos una vez concluida la investigación.

Los datos que se quieren evaluar dentro de esta investigación guardan directa relación con temas referentes a la Gestión de Riesgos en el desarrollo de proyectos de innovación de ingeniería en la Región del Bío Bio, con el fin de evaluar las distintas causas de riesgo que afectan al desarrollo de innovaciones en el contexto antes mencionado.

Cabe señalar que si bien esta actividad es de gran relevancia para el desarrollo del presente proyecto de investigación, los resultados obtenidos serán gran utilidad tanto para el sector público como para el mundo empresarial, dado los esfuerzos de nuestra región para ser un referente nacional en materia de innovación.

De ser necesario contactarnos, por favor no dude en escribir a [disanchezv@hotmail.com](mailto:disanchezv@hotmail.com) o llamar directamente por teléfono al +56 9 65386426.

Esperando contar con vuestro apoyo, le saluda cordialmente,

**Patricio Alvarez M., Ph.D.**  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Depto. de Ingeniería Civil y Ambiental  
Universidad del Bío-Bío, Concepción.

**Anexo D Encuesta aplicada****ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS  
INNOVADORES DE INGENIERÍA EN LA REGIÓN DEL BÍO-BÍO**

**NOTA:** Toda la información recogida en la presente encuesta será manejada con total confidencialidad, no indicando en la investigación ni el nombre del entrevistado ni el de la empresa que representa, siendo solamente presentados los resultados generales de las empresas encuestadas, recibiendo usted por supuesto una copia de los resultados obtenidos una vez concluida la investigación.

**1. ¿Cuál es su título profesional?****2. ¿En qué sector de la economía se desempeña su empresa?**

- Energía
- Minería
- Industrial
- Forestal
- Construcción
- Transporte
- Comercio
- Otro, ¿Cuál?

**3. ¿Qué cargo ocupa en la empresa?**

- Gerente General
- Gerente Comercial
- Gerente de Operaciones
- Gerente Técnico
- Jefe de Departamento
- Supervisor
- Ingeniero de Proyectos
- Otro, ¿Cuál?

**4. ¿Cuántos años de experiencia posee relacionado con proyectos de innovación?**

- Menor a 2 años
- Igual o superior a 2 años y menor a 5 años
- Igual o superior a 5 años y menor a 10 años
- Igual o superior a 10 años y menor a 20 años
- Igual o superior a 20 años

**5. Actualmente, ¿Sigue ligado al desarrollo de proyectos innovadores o temas relacionados con Innovación y Emprendimiento?**

- Si
- No

**6. ¿Cuál es el tamaño de su empresa? Clasifíquela en función de sus ventas anuales.**

- Micro (0,01 UF – 2.400 UF)
- Pequeña (2.400,01 UF – 25.000 UF)
- Mediana (25.000,01 UF – 100.000 UF)
- Grande (100.000,01 UF – Más de 1.000.000 UF)

**7. ¿Qué rol ha cumplido su empresa en los proyectos en que ha participado?**

- Mandante
- Consultora
- Constructora
- Proveedor de productos y servicios

De acuerdo a su experiencia, asigne una **PROBABILIDAD DE OCURRENCIA** para un evento, entendida como la frecuencia con que ese evento genera impactos en los objetivos de su proyecto.

Por ejemplo:

		Muy probable	Probable	Ocasionalmente	Improbable	Muy improbable
1.	Estimación imprecisa de los costos del proyecto		X			

8. Para cada factor de riesgo asigne una **PROBABILIDAD** de ocurrencia.

		Muy probable	Probable	Ocasionalmente	Improbable	Muy improbable
1.	Escasez de personal calificado					
2.	Falta de experiencia por parte de la empresa					
3.	Falta de financiamiento					
4.	Mercado dominado por empresas establecidas					
5.	Percepción de riesgo económico					
6.	Variaciones en el diseño original					
7.	Falta de información sobre tecnologías					
8.	Falta de información sobre mercados					
9.	Incertidumbre sobre la demanda					
10.	Rigidez organizacional					

**De acuerdo a su experiencia, asigne un NIVEL DE IMPACTO sobre los objetivos de su proyecto cuando un evento ocurre.**

**Por ejemplo:**

		Desastroso	Considerable	Moderado	Menor	Insignificante
1.	Estimación imprecisa de los costos del proyecto		<b>X</b>			

**9. Asigne un NIVEL DE IMPACTO sobre los objetivos de su proyecto en caso de que las situaciones aquí mencionadas ocurran.**

		Desastroso	Considerable	Moderado	Menor	Insignificante
1.	Escasez de personal calificado					
2.	Falta de experiencia por parte de la empresa					
3.	Falta de financiamiento					
4.	Mercado dominado por empresas establecidas					
5.	Percepción de riesgo económico					
6.	Variaciones en el diseño original					
7.	Falta de información sobre tecnologías					
8.	Falta de información sobre mercados					
9.	Incertidumbre sobre la demanda					
10.	Rigidez organizacional					



**10. Sobre la base de su experiencia, ¿Qué factores han provocado mayores dificultades para alcanzar los objetivos de su proyecto?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**11. De acuerdo a su experiencia, ¿Qué factores de riesgos han impactado más en su proyecto? ¿Porqué?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**12. Si su respuesta en la pregunta N° 5 fue Si, ¿Qué lo motiva a seguir emprendiendo y desarrollándose en el ámbito de la innovación?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**13. Si su respuesta en la pregunta N° 5 fue No, ¿ Qué razones lo han llevado a no seguir interesado en el desarrollo de proyectos de innovación?**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**¡Gracias por su colaboración y por el tiempo dedicado a responder esta encuesta!**

**Anexo F Matriz causas de riesgo-autores**

		Autores																													
		<i>Abbasnejad et al 2013</i>	<i>Alaghabari et al 2007</i>	<i>Al-Kharashi et al 2009</i>	<i>Arslan y Kivrak 2008</i>	<i>Assaf et al 2006</i>	<i>Chan et al 2011</i>	<i>Codeiro 2011</i>	<i>Demirbas et al 2011</i>	<i>D'Este et al 2008</i>	<i>El-Razek et al 2008</i>	<i>Enhassi et al 2009</i>	<i>Frenkel 2003</i>	<i>Fugar et al 2010</i>	<i>Galia et al 2012</i>	<i>García-Vega y López.</i>	<i>Höltz y Janger 2011</i>	<i>Kikwasi et al 2012</i>	<i>Koushki et al 2005</i>	<i>Le-Hoai et al 2008</i>	<i>Lim y Shyamala 2007</i>	<i>Mohnen y Rosa 2001</i>	<i>Moussa y Zaiem 2013</i>	<i>Naeem et al 2010</i>	<i>Nawaz et al 2013</i>	<i>Owolabi et al 2014</i>	<i>Samari et al 2013</i>	<i>Sambasivan et al 2006</i>	<i>Segarra et al 2008</i>	<i>Souran y Sohail 2011</i>	<i>Zhu et al 2012</i>
<b>Causas de Riesgo</b>	Escasez de personal calificado		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X					X		X	
	Falta de experiencia por parte de la empresa			X	X	X	X					X							X							X	X				
	Falta de financiamiento	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
	Mercado dominado por empresas establecidas					X										X														X	
	Percepción de riesgo económico excesivo								X	X			X						X			X									
	Variaciones en el diseño original					X	X				X		X	X	X			X		X				X	X						
	Falta de información sobre tecnologías					X		X	X	X			X			X	X					X					X			X	X
	Falta de información sobre mercados								X	X						X	X					X								X	X
	Incertidumbre sobre la demanda									X						X														X	X
	Rigidez organizacional	X						X				X	X									X	X		X				X		X

## **Anexo G Criterio de validación de la encuesta**

Para este estudio, y para toda entrevista o encuesta, luego de su confección se debe realizar la validación de la misma, para entregar la calidad que esta necesita. Para ello, se analizan cuatro pruebas de validez; validez por Constructo, validez interna, externa y confiabilidad (Yin, 2003).

La **validez por constructo** se refiere a establecer medidas correctas para evaluar los términos que están siendo analizados por medio de la investigación, con el fin de evitar la subjetividad, esto se logra a través de la buena elección de las fuentes de recopilación de información. Para este estudio, se utilizó un muestreo no aleatorio descrito por Oppenheim (1992), por lo que se analizaron diferentes fuentes de información, proporcionadas por la experiencia entregada por los entrevistados además, se incluyó investigaciones de diferentes autores con temas relacionados al presentado en esta memoria.

La **validez interna** tiene relación con la interpretación de los datos, y trata de establecer la relación causal entre variables. Yin señala que la validez interna está relacionada específicamente con el establecimiento o búsqueda de una relación causal o explicativa; es decir, si el evento x lleva al evento y; excluyendo la posibilidad de que sea causado por el evento z. Para esta investigación se utilizó “patternmatching” donde se compara el patrón de comportamiento esperado que siguen las variables dependientes en función de las independientes con el patrón real. De hecho se clasificó la información en dos apartados, información cuantitativa e información cualitativa, que más tarde se entre cruza para dar validez a las conclusiones.

La **validez externa** trata de verificar si los resultados de un determinado estudio son generalizables más allá de los límites del mismo. Es la prueba que se cumple mediante la replicación de los hallazgos y la teoría desarrollada de un estudio de caso en otro. Para este caso, se ve reflejado en el diseño que se tomó para esta investigación, que está basado en analizar la gestión de riesgos en proyectos innovadores que permitirá alcanzar otras áreas de la ingeniería que serán abordados en futuras investigaciones.

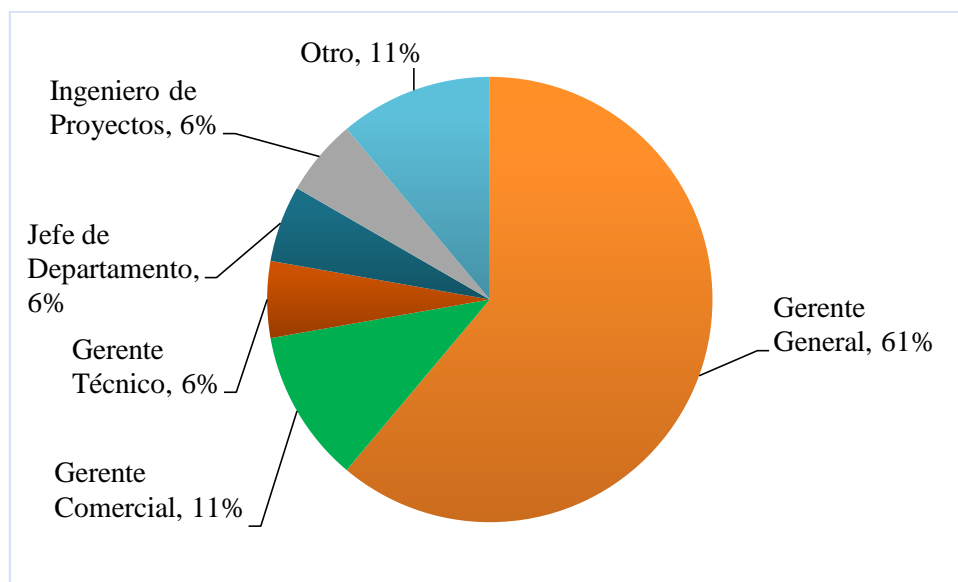
Finalmente, la **confiabilidad** demuestra que las operaciones de un estudio pueden repetirse con los mismos resultados, o dicho en otras palabras: tiene por objeto asegurarse de que un investigador, siguiendo los mismos procedimientos descritos por otro investigador anterior y conduciendo el

mismo estudio, puede llegar a los mismos resultados y conclusiones. Nótese que se trata de rehacer el mismo estudio, no una réplica del mismo. En esta investigación, la confiabilidad de los datos obtenidos se determinó a través del coeficiente alfa de Cronbach, cuyos resultados se presentan en el apartado 4.1.1.

## Anexo H Gráficos de distribución de frecuencias

### H.1 Características de la muestra

La distribución de los encuestados de acuerdo a sus cargos se muestra en el Figura H.1. Como se puede observar, la encuesta fue contestada en su mayoría por profesionales que ocupan cargos gerenciales dentro de cada empresa.

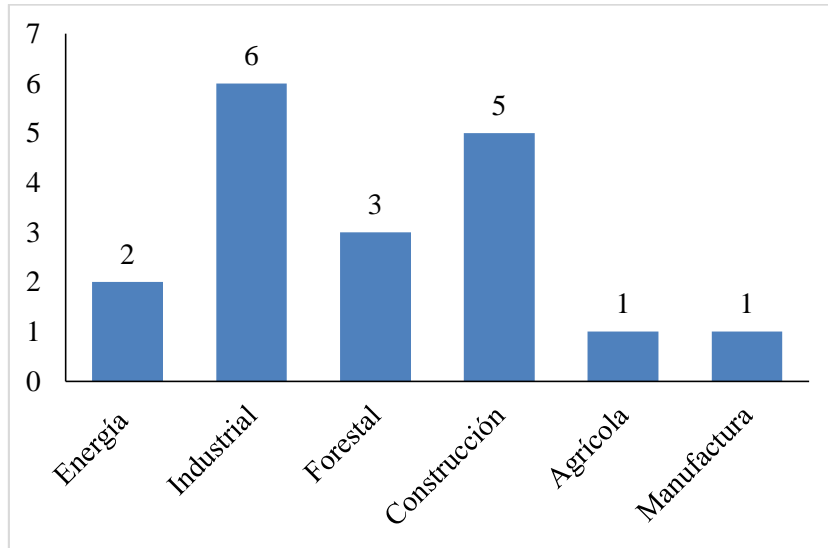


**Figura H.1** Distribución de los encuestados de acuerdo a su cargo.

Fuente: Elaboración propia.

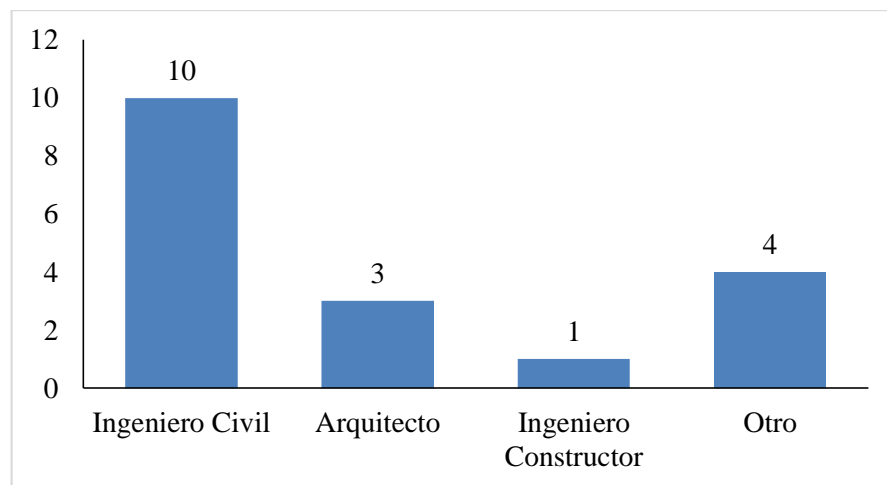
Se puede observar que los proyectos de construcción e industriales en conjunto suman más del 60% de la muestra, seguidos por proyectos relacionados con los sectores energía y forestal.

El Figura H.2 presenta la distribución de frecuencias de la muestra por tipo de proyecto que desarrolla cada empresa.



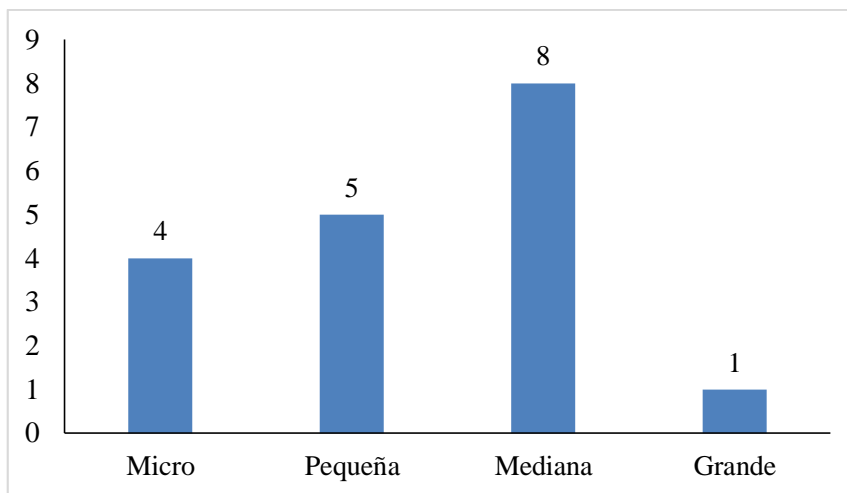
**Figura H.2.** Distribución de frecuencias de la muestra por tipo de proyecto.  
Fuente: Elaboración propia.

La Figura H.3 presenta la distribución de frecuencia para encuestados según título profesional.



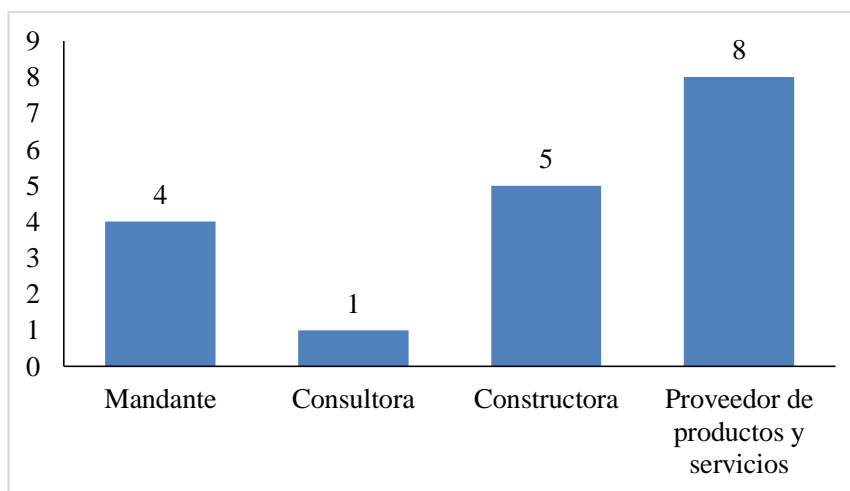
**Figura H.3.** Distribución de frecuencias para muestra según título profesional.  
Fuente: Elaboración propia.

La Figura H.4 muestra la distribución de frecuencias para el tamaño de las empresas encuestadas según su nivel de ventas.



**Figura H.4.** Distribución de frecuencias para el tamaño de las empresas encuestadas según su nivel de ventas. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, En la Figura H.5 podemos observar la distribución de frecuencias para el tipo de rol que desempeña las empresas encuestadas.



**Figura H.5.** Distribución de frecuencias para rol desempeñado por las empresas. Fuente: Elaboración propia